Proceedings

งานประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1

ประจำปี 2567

ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 และวันที่ 16 สิงหาคม 2567

ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

และห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

จัดทำโดย

สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

สาขาวิชาวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

สาขานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

สมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ

สมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สารจากประธานการจัดงาน

ประเทศไทยเป็นฐานด้านการเกษตรสำคัญของโลก แต่ด้วยการเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมให้ผลตอบแทนต่ำ จึงทำให้เกษตรกรของไทยยังคงประสบปัญหาเรื่องรายได้ที่ไม่เพียงพอ ประกอบกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเกษตรกรรม ทั้งระบบ ขณะเดียวกันชุมชนเมืองมีการขยายตัว ทำให้พื้นที่ในการทำการเกษตรทั้งการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ลดลง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตจึงไม่สอดคล้องต่อความต้องการของตลาด นวัตกรรมเกษตรจึงเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนวัตกรรมเกษตร คือ การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัยต่าง ๆ เข้ากับเกษตรกรรมแบบดั้งเดิม ด้วยเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย เกษตรกรรมแบบแม่นยำสูงหรือฟาร์มอัจฉริยะ เกษตรกรรมในเมือง และเกษตรกรรมแบบยั่งยืน รวมไปถึงการจัดการผลิตผลเกษตรแบบครบวงจร นวัตกรรมเกษตรจึงเป็นเกษตรกรรมยุคใหม่ที่จะมีบทบาทมากขึ้นและถือว่าเป็นเกษตรกรรมของอนาคตได้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถือเป็นแกนกลางสำคัญที่ได้ดำเนินการวิจัยทางศาสตร์พื้นฐาน การประยุกต์ใช้เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน นักวิชาการของคณะทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งทางด้านนวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ นวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการและด้านวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ ได้ทำงานวิจัยในเชิงบูรณาการสร้างองค์ความรู้สู่สิ่งประดิษฐ์ สร้างเป็นนวัตกรรมทางการเกษตร ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้กับธุรกิจภาคการเกษตรตั้งแต่ระดับเกษตรกร จากการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเพิ่มผลผลิต รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพืชและสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญในภาคใต้อย่างยั่งยืน จึงกำหนดให้มีการจัดประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาตินวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 ภายใต้หัวข้อ **"วิจัยและนวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนเกษตรอย่างยั่งยืน ในยุควิกฤตหลากหลายมิติ"** ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี และ การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ด้านวาริชศาสตร์ โดยสาขาวิชาวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ ร่วมกับ Fukuyama City University (FCU) วันที่ 16 สิงหาคม 2567 ณ ห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ในนามของคณะกรรมการจัดประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาตินวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 พร้อมด้วย ผู้สนับสนุน ได้แก่ สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย สมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ, สมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์, สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณวิทยากรบรรยายพิเศษ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ หน่วยงานภาครัฐและเอกชน และผู้สนับสนุนการจัดกิจกรรมทั้งในลักษณะการให้ทุนสนับสนุน การส่งบุคลากรเข้าร่วมประชุม และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าทุกท่านจะได้รับผลสำเร็จจากการประชุมวิชาการครั้งนี้ ตามที่มุ่งหวังไว้ทุกประการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นริศ ท้าวจันทร์)
ประธานคณะกรรมการการจัดงานประชุมฯ

สารจากประธานคณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการ

จากการประชุมทางวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 1 ภายใต้หัวข้อ **"นวัตกรรมการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร: โอกาสและการฟื้นตัวหลังวิกฤติโลก"** ในงานเกษตรภาคใต้ครั้งที่ 28 และดำเนินการจัด **"นวัตกรรมเกษตรและประมงพัฒนาประเทศพลิกฟื้นเศรษฐกิจและสังคม"** ในงานเกษตรภาคใต้ครั้งที่ 29 ก้าวเข้าสู่ **"วิจัยและนวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อนเกษตรอย่างยั่งยืน ในยุควิกฤตหลากหลายมิติ"** ในงานเกษตรภาคใต้ครั้งที่ 30 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถือเป็นแกนกลางสำคัญที่ได้ดำเนินการวิจัย สั่งสมความรู้ นำสู่การประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาการเกษตรในอันที่จะพลิกฟื้นเศรษฐกิจ และสังคมที่ยั่งยืน นักวิชาการของคณะทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งทางด้านนวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ นวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ และด้านวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ ได้ทำงานวิจัยในเชิงบูรณาการสร้างขีดความสามารถให้กับธุรกิจภาคการเกษตรตั้งแต่ระดับเกษตรกร จากการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเพิ่มผลผลิต รวมทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต ด้วยประเทศไทยเป็นฐานด้านการเกษตรสำคัญของโลก การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัยต่าง ๆ เข้ากับเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมช่วยส่งเสริมให้เป็นเกษตรที่ทันสมัย เกษตรกรรมแบบแม่นยำสูงหรือฟาร์มอัจฉริยะ เกษตรกรรมในเมือง และเกษตรกรรมแบบยั่งยืน รวมไปถึงการจัดการผลิตผลเกษตรแบบครบวงจร นวัตกรรมเกษตรจึงเป็นเกษตรกรรมยุคใหม่ที่จะมีบทบาทมากขึ้นและถือว่าเป็นเกษตรกรรมของอนาคตในการผลิตพืชและสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญในภาคใต้อย่างยั่งยืนพลิกฟื้นให้เศรษฐกิจและสังคม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จึงกำหนดให้มีการจัดประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาตินวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 ภายใต้หัวข้อที่เขียนไว้ข้างต้นด้วยการนำเสนอผลงานวิจัยทั้ง ภาคบรรยาย และโปสเตอร์จากนักวิชาการในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี และ 16 สิงหาคม 2567 ณ อาคาร 2 ห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ในนามของคณะกรรมการจัดประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาตินวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 พร้อมด้วย ผู้สนับสนุน ได้แก่ สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย สมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ, สมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์, สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย ขอขอบคุณวิทยากรบรรยายพิเศษ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ หน่วยงานภาครัฐและเอกชน และผู้สนับสนุนการจัดกิจกรรมทั้งในลักษณะการให้ทุนสนับสนุน การส่งบุคลากรเข้าร่วมประชุม และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าทุกท่านจะได้รับผลสำเร็จจากการประชุมวิชาการครั้งนี้ ตามที่มุ่งหวังไว้ทุกประการ

อนุรักษ์ สันป่าเป้า

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ สันป่าเป้า

ประธานคณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการและประสานงาน

การประชุมวิชาการนวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3
และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1
หัวข้อ "วิจัยและนวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนเกษตรที่ยั่งยืนในยุควิกฤตหลากหลายมิติ"
ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 และวันที่ 16 สิงหาคม 2567
ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
และห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

1. หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นฐานด้านการเกษตรและอาหารที่สำคัญของโลก ด้วยสภาพบริบทพื้นที่และสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แบบร้อนชื้นแถบเส้นศูนย์สูตร จึงเหมาะต่อการทำเกษตรกรรม ปศุสัตว์และการประมง แต่ด้วยการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและอุณหภูมิของโลกที่ร้อนจากสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดการผันแปรของฤดูกาลและสภาพแวดล้อม ประกอบกับการเกษตรกรรมที่ยังขาดการนำความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้อย่างเหมาะสม ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัยด้วยการทำเกษตรกรรมแบบแม่นยำสูงหรือฟาร์มอัจฉริยะ และเกษตรกรรมแบบยั่งยืน รวมไปถึงการจัดการผลิตผลเกษตรแบบครบวงจร นวัตกรรมเกษตรจึงเป็นเกษตรกรรมยุคใหม่ที่จะมีบทบาทมากขึ้นและถือว่าเป็นเกษตรกรรมของอนาคตได้ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถือเป็นแกนกลางสำคัญที่ได้ดำเนินการวิจัยทางศาสตร์พื้นฐาน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน ด้วยการสร้างองค์ความรู้สู่สิ่งประดิษฐ์ สร้างเป็นนวัตกรรมทางการเกษตร ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้กับธุรกิจภาคการเกษตรตลอดห่วงโซ่อุปทานและโซ่คุณค่า ตั้งแต่ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ จนกระทั่งปลายน้ำ ในการเพิ่มผลผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน และเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพืชและสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอย่างยั่งยืนต่อไป

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ร่วมกับ สมาคมพืชสวนและสมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จึงกำหนดให้มีการจัดประชุมวิชาการนวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 หัวข้อ **"วิจัยและนวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนเกษตรที่ยั่งยืนในยุควิกฤตหลากหลายมิติ"** ระหว่างวันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา และวันที่ 16 สิงหาคม 2567 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติด้านวาริชศาสตร์และการประมง (The 2nd Aquatic Science Conference - Securing Sustainable Aqua-Food Systems & Resources) ณ ห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยจัดให้มีการบรรยายพิเศษจากผู้เชี่ยวชาญในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ การนำเสนอผลงานทางวิชาการทั้งในภาคบรรยายและโปสเตอร์จากนักวิชาการ ในสาขาทางด้านปรับปรุงพันธุ์ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพและชีวโมเลกุลพืช สาขาสรีรวิทยาพืชก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว สาขาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ การจัดการศัตรูพืช ปฐพีศาสตร์ พัฒนาการเกษตร สัตวศาสตร์/การผลิตสัตว์ วาริชศาสตร์/ด้านประมง และสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยผลงานจากงานประชุมวิชาการดังกล่าวจะได้ส่งต่อให้กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและตีพิมพ์ใน **"e-Proceedings, วารสารทรัพยากรธรรมชาติและวิทยาศาสตร์การเกษตร, วารสาร ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports, วารสาร Food Agricultural Sciences and Technology (FAST) และ วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร"** และมีการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ด้านวาริชศาสตร์โดยสาขาวิชาวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการร่วมกับ Fukuyama City University (FCU) เช่นกัน

การจัดงานประชุมวิชาการในครั้งนี้ ผู้ประกอบการที่ให้การสนับสนุนการจัดงานจากทั้งภาครัฐบาลและเอกชน โดยการจัดงานประชุมสัมมนาวิชาการในครั้งนี้ ตรงกับช่วงการจัดงานเกษตรภาคใต้ครั้งที่ 30 ภายใต้ชื่องาน "30 ปี งานเกษตรภาคใต้ สร้างคุณค่าด้วยนวัตรกรรมเกษตรยั่งยืน" ซึ่งภายในงานดังกล่าวยังมีนิทรรศการ การประกวด และการสาธิตจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้ง

ภาครัฐและเอกชน การแสดงและจำหน่ายสินค้าทางการเกษตรจำนวนมาก การประชุมสัมมนาทางวิชาการจึงนับเป็นก้าวแรกในการระดม/แลกเปลี่ยนความรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนา ดูแลรักษา รวมไปถึงการสร้างนวัตกรรมนำไปสู่การสร้างมูลค่าทางการเกษตรอย่างยั่งยืน จึงขอเรียนเชิญผู้สนใจทั้งนักวิชาการ เกษตรกร ตลอดจนนักเรียน นักศึกษาจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกร และนักวิชาการทางด้านที่เกี่ยวข้อง เข้าร่วมประชุมโดยพร้อมเพรียงกัน การสัมมนาทางวิชาการครั้งนี้นับเป็นก้าวแรกในการระดม/แลกเปลี่ยนความรู้เพื่อนำไปสู่การพัฒนา ดูแลรักษา รวมไปถึงการสร้างนวัตกรรมใหม่ด้านการเกษตรเพื่อเพิ่มคุณภาพและตอบสนองความต้องการของตลาดที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

2. วัตถุประสงค์:

1) เพื่อให้นักวิจัย นักวิชาการด้านการเกษตรทุกภาคส่วนทั้งระดับชาติและนานาชาติ ได้พบปะแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์จากผลงานการวิจัยและพัฒนา

2) เพื่อให้นักวิจัยและนักวิชาการของภาครัฐ ภาคการศึกษาและภาคเอกชนทั้งระดับชาติและนานาชาติ ได้รับทราบข้อมูลความรู้ที่เป็นปัจจุบันที่เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางด้านการเกษตร

3) เพื่อรวบรวมผลงานขอมูลงานวิจัยที่ได้เสนอในการประชุม จัดพิมพ์เป็นเอกสารเพื่อเผยแพร่ให้แก่สาธารณชนต่อไป

4) เพื่อให้นักวิจัยและนักวิชาการจากสถาบันที่ทำการวิจัยมีทิศทางศึกษาวิจัย ได้ตรงกับปัญหาของเกษตรกร และสามารถตอบสนองตอความต้องการของภาคเอกชนผู้ประกอบธุรกิจด้านการเกษตรได้อย่างเป็นรูปธรรม

5) เพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างนักวิจัยในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติและนานาชาติ ทางด้านพืชศาสตร์ การจัดการศัตรูพืช ปฐพีศาสตร์ พัฒนาการเกษตร สัตวศาสตร์/การผลิตสัตว์ วาริชศาสตร์/ด้านประมง เพื่อพัฒนาให้เป็นเครือข่ายของนักวิจัยต่อไป

3. หน่วยงานรับผิดชอบ:

1) สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย
2) สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
3) กลุ่มงานวิจัย นวัตกรรมและพันธกิจเพื่อสังคม คณะทรัพยากรธรรมชาติ
4) สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
5) สาขาวิชาวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
6) สาขานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
7) สมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ
8) สมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

4. หน่วยงานสนับสนุน :

1) องค์กรเอกชนและบริษัทต่างๆ
2) หน่วยงานภาครัฐบาล

5. กลุ่มเปาหมายผู้ร่วมประชุม :

1) หน่วยงานภาครัฐ
2) สถาบันการศึกษา
3) หน่วยงานภาคเอกชน
4) นักศึกษาคณะทรัพยากรธรรมชาติ
5) นักศึกษาจากภายนอก

6. สถานที่และระยะเวลาในการจัดประชุม:

วันที่ 14-15 สิงหาคม 2567 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ ๖๐ ปี ถนนปุณณกัณฑ์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

วันที่ 16 สิงหาคม 2567 ห้องประชุม 260 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. รูปแบบการจัดการประชุมวิชาการ :

- การบรรยายพิเศษจากวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิจากภาครัฐและเอกชน
- การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์

- สาขาทางด้านพืช เช่นปรับปรุงพันธุ์ เทคโนโลยีชีวภาพและชีวโมเลกุลพืช สรีรวิทยาพืชก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์

- สาขาทางด้านการจัดการศัตรูพืช เช่น โรคพืช แมลงศัตรู แมลงกินได้ การควบคุมโดยชีววิธี ระบบการผลิต การป้องกันกำจัดศัตรูพืชสวน

- สาขาด้านปฐพีศาสตร์ เช่น การจัดการทรัพยากรดิน การพัฒนาที่ดินเพื่อการเกษตร การให้น้ำ-ให้ปุ๋ย ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน

- สาขาพัฒนาการเกษตร เช่น การส่งเสริมและการติดต่อสื่อสารทางการเกษตร เศรษฐศาสตร์การพัฒนา ธุรกิจเกษตร ระบบข้อมูลและสารสนเทศทางการเกษตร การพัฒนาชนบท มนุษยสัมพันธ์ในการพัฒนา การจัดการทรัพยากรเกษตรอย่างถูกวิธีมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

- สาขาสัตวศาสตร์/การผลิตสัตว์ เช่น การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์เศรษฐกิจ โภชนาศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ เทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์ วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ การสุขาภิบาล การป้องกันโรค และมาตรฐานฟาร์มสัตว์ การวางแผน การจัดการฟาร์มและการตลาดปศุสัตว์

- สาขาวาริชศาสตร์/ด้านประมง เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดต่างๆ การจัดการทรัพยากรทางน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

- อื่นๆ เช่น ระบบการตลาด โลจิสติกส์ เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ พืชสวน ภูมิทัศน์ทางพืชสวน ส่งเสริม การเกษตร

- นิทรรศการในงานเกษตรภาคใต้และโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เช่น แปลงสาธิตการปลูกพืชในโรงเรือนอัจฉริยะ การเพาะเห็ดในโรงเรือน คลินิกเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน ชีวภัณฑ์ควบคุมโรคและแมลงปาล์มน้ำมัน นิทรรศการพืชกระท่อม การผลิตพืชโดยไม่ใช้ดิน เทคโนโลยีชีวภาพกับการผลิตพืช นวัตกรรมอัจฉริยะสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอนาคต การเลี้ยงปูทะเลในระบบน้ำแบบหมุนเวียน และนิทรรศการทางด้านสัตวศาสตร์ การส่งเสริมการเลี้ยงแพะและการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแพะ นิทรรศการไก่เบตงครบวงจร เป็นต้น
- นิทรรศการจากหน่วยธุรกิจและงานวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ
- การประชุมสัมมนาสัตวศาสตร์ “นวัตกรรมเพื่อการผลิตสัตว์ที่ยั่งยืน (Innovation for Sustainable Animal Production)”
- การประกวดไม้ผลเศรษฐกิจ ได้แก่ ทุเรียน ส้มโอ และจำปาดะ
- การเสวนาวิชาการพืชศาสตร์ หัวข้อ “การจัดการสวนทุเรียนในสภาวะความแปรปวนสภาพอากาศรุนแรง”
- การเสวนาวิชาการ “สร้างสวนยาง ขายน้ำยางในวันนี้ ขายคาร์บอนเครดิตในวันข้างหน้า”
- การจัดงานเทศกาลไก่เบตง ครั้งที่ 3 “ไก่เบตง สร้างอาชีพ”
- การจัดนิทรรศการครบรอบ 30 ปี งานเกษตรภาคใต้ และการจัดแสดงผลงานวิจัยของคณะ ทรัพยากรธรรมชาติ

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) นักวิจัยได้นำเสนอและเผยแพร่ผลงานวิจัย เพื่อผู้เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ประโยชน์

2) ผู้เข้าร่วมประชุมได้พบปะแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ เป็นการสร้างเครือข่ายระหว่างนักวิจัยและผู้เกี่ยวข้องหลายภาคส่วน เพื่อประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนาด้านการเกษตรของประเทศ

3) เป็นการพัฒนานักศึกษา นักวิจัย และบุคลากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ

9. กำหนดการส่งผลงานวิจัย

ระยะเวลา	กิจกรรม
เมษายน-กรกฎาคม 2567	ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน
1 เมษายน-30 มิถุนายน 2567	เปิดรับบทคัดย่อ
1 เมษายน-30 มิถุนายน 2567	เปิดรับเรื่องเต็ม
10 กรกฎาคม 2567	แจ้งผลพิจารณาบทคัดย่อผ่านทางเว็บไซต์
24 กรกฎาคม 2567	แจ้งผลพิจารณาเรื่องเต็มผ่านทางเว็บไซต์
5 สิงหาคม 2567	วันสุดท้ายของการชำระเงินค่าลงทะเบียน
14-15,16 สิงหาคม 2567	จัดงานประชุมวิชาการฯ

10. อัตราค่าลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ

ประเภท	การประชุมวิชาการระดับชาติ	การประชุมวิชาการ ระดับนานาชาติ
บุคคลทั่วไป ร่วมนำเสนอผลงาน	2,500 บาท/เรื่อง	3,000 บาท/เรื่อง
นิสิต / นักศึกษา ร่วมนำเสนอผลงาน	1,500 บาท/เรื่อง	2,000 บาท/เรื่อง
ผู้เข้าร่วมงานแบบไม่นำเสนอ	1,500 บาท/ราย	

หมายเหตุ:

1. ค่าลงทะเบียน ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าที่พัก (ผู้เข้าร่วมประชุมจ่ายเอง)
2. คณะผู้จัดฯ ขอสงวนสิทธิ์ไม่จ่ายเงินคืนไม่ว่ากรณีใด

11. การชำระเงิน :

ชำระค่าลงทะเบียนโดยผ่านบัญชีธนาคารไทยพาณิชย์จำกัด สาขา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ชื่อบัญชี : เงินอุดหนุนโครงการวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ

หมายเลขบัญชี : 565-206832-3

กรุณายืนยันการชำระเงินโดยแนบหลักฐานการชำระเงินค่าลงทะเบียนโดยเขียนชื่อ-นามสกุลผู้ลงทะเบียน และอัฟโหลดไฟล์ผ่านระบบการลงทะเบียนออนไลน์ในเว็ปไซด์งานประชุมหรือส่งมาที่โทรสาร : 0-7428-6038

12. ติดต่อสอบถามได้ที่

นางสาวชมพูนุท บัวเผื่อน

กลุ่มงานวิจัย นวัตกรรมและพันธกิจเพื่อสังคม คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

Email: ainr.psu@gmail.com

เบอร์โทรศัพท์ 074-286060

13. วิธีการส่งบทคัดย่อและเรื่องเต็ม

ช่องทางที่ 1 ตีพิมพ์บทคัดย่อ ในเล่มเอกสารรวมบทคัดย่อ (Abstract Book)

ผู้นำเสนอผลงานส่งบทคัดย่อ (Abstract) โดยผลงานที่ผ่านการพิจารณาให้นำเสนอ จะต้องปรับปรุงแก้ไขบทคัดย่อให้ถูกต้องตามรูปแบบ รายละเอียดการจัดส่งบทความในการประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2567 ตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดหากไม่สมบูรณ์หรือไม่ถูกต้องจะส่งคืนผู้นำเสนอแก้ไขก่อนการตีพิมพ์ต่อไป เพื่อนำเสนอภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์

ช่องทางที่ 2 ตีพิมพ์บทความวิจัยเรื่องเต็มในรายงานการประชุมวิชาการ (Proceedings)

ผู้นำเสนอผลงานจะต้องส่งบทความวิจัยเรื่องเต็ม (Manuscript) โดยผลงานที่ผ่านพิจารณาให้นำเสนอ จะได้รับการตีพิมพ์ในรายงานการประชุมวิชาการ (Proceedings) โดยเผยแพร่บนเว็บไซต์ของงานประชุมวิชาการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ https://natres.psu.ac.th/ainr

** ทั้งนี้บทความวิจัยเรื่องเต็ม (Manuscript) เป็นผลงานวิจัยที่ผ่านการประเมินคุณภาพของบทความวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviewer) จำนวน 3 ท่าน

ช่องทางที่ 3 ตีพิมพ์บทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper) ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

ผู้นำเสนอผลงานจะต้องจัดเตรียมตามข้อกำหนดของวารสารและส่งบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper) ในระบบของแต่ละวารสาร โดยผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ จะต้องผ่านการประเมินคุณภาพบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิของแต่ละวารสาร ดังนี้

1. วารสารทรัพยากรธรรมชาติและวิทยาศาสตร์การเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยทักษิณ
3. ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports (AJSTR) มหาวิทยาลัยทักษิณ
4. Food Agricultural Sciences and Technology (FAST) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การส่งบทคัดย่อ

ผู้ที่ต้องการส่งบทคัดยอเพื่อเข้ารวมการนำเสนองานวิจัย จะตีพิมพ์บทคัดย่อในเล่มเอกสารรวมบทคัดย่อ (Abstract Book) ผู้นำเสนอผลงาน โดยสามารถสงผลงานของท่านได้ทางระบบเว็บไซต์ของงานประชุมฯ ครั้งที่ 3 “กรุณาระบุประเภทการนำเสนอมาด้วยทุกครั้ง” เมื่อคณะอนุกรรมการประชุมได้รับผลงานของท่านแล้วจะแจ้งการตอบรับ ผลงานที่ผ่านการพิจารณานำเสนอ จะต้องปรับปรุงแก้ไขบทคัดย่อให้ถูกต้องตามรูปแบบข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดหากไม่สมบูรณ์หรือไม่ถูกต้องจะส่งคืนผู้นำเสนอแก้ไขก่อนการตีพิมพ์ต่อไป เพื่อนำเสนอภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์

การส่งเรื่องเต็ม

ผู้ที่ต้องการส่งเรื่องเต็มเพื่อตีพิมพ์บทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper) ในรายงานการประชุมวิชาการ (e-Proceeding) (ไม่เกิน 10 หน้ากระดาษ A4) สามารถสงผลงานของท่านได้ทางระบบเว็บไซต์ของงานประชุมฯ ครั้งที่ 3 หรือทางอีเมล์ Email: ainr.psu@gmail.com โดยพิมพ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด (Microsoft Word for Windows) เมื่อคณะอนุกรรมการประชุมได้รับผลงานของท่านแล้วจะแจ้งการตอบรับ ผลงานที่ผ่านการพิจารณานำเสนอ จะต้องปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามรูปแบบข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดหากไม่สมบูรณ์หรือไม่ถูกต้องจะส่งคืนผู้นำเสนอแก้ไขก่อนการตีพิมพ์ต่อไป

การบันทึกไฟล์นำเสนอ

1. บันทึกไฟล์นามสกุล .ppt ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟตออฟฟิศ (Microsoft Office) หรือ .pdf
2. ผู้นำเสนอผลงานจะต้องนำไฟล์ที่ต้องการนำเสนอบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอรที่ทางผู้จัดเตรียมไว้เท่านั้นโดยกำหนดให้ผู้ที่นำเสนอในแต่ละวัน นำไฟล์มามอบให้เจ้าหน้าที่เพื่อดำเนินการอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนนำเสนอ

การนำเสนอ

ผู้นำเสนอมีเวลาในการนำเสนอ จำนวน 12 นาที เวลาซักถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 นาที **รวม 15 นาที** เมื่อหมดเวลา 12 นาที ผู้นำเสนอหยุดการนำเสนอและเตรียมตัวตอบคำถามจากผู้ทรงคุณวุฒิตัดสินการนำเสนอผลงาน

14. การเตรียมเสนองานภาคโปสเตอร์

ข้อกำหนดสำหรับผู้นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์

กำหนดให้โปสเตอร์มีขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อเรื่อง และวางคิวอาร์โค๊ต ขนาด 5x5 เซนติเมตร ไว้มุมล่างขวาของโปสเตอร์ ซึ่งโปสเตอร์ที่ผ่านการพิจารณาแล้ว ต้องติดแสดงผลงานภาคโปสเตอร์ในวันประชุมทั้งวัน

โดยผู้นำเสนอจะต้องติดตั้งโปสเตอร์ตั้งแต่วันที่ 14 สิงหาคม 2567 เวลา 08.30 น. เป็นต่นไป และให้เสร็จเรียบร้อยภายในเวลา 12.00 น.ของวันดังกล่าว และเริ่มเก็บโปสเตอร์ในวันที่ 15 สิงหาคม 2567 ตั้งแต่เวลา 17.00 น.

สารบัญ

	หน้า
Title Page	ก
สารจากประธานการจัดงานและประธานคณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการ	ข
รายละเอียดโครงการ	ง
สารบัญ	ญ
1st International Conference on Agricultural Innovation and Natural Resources	
PBO088: Effect of Plant Material and Plant Density on Growth and Yield Performances of Srivijaya Pineapple [*Ananas comosus* (L) Merr.] under Intercropping with Young Oil Palm	1
PMP098: Identification of Cannabis strains using the Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) Molecular Marker	13
SSP115: Evaluation of Dust Quality from Cement Products for Agricultural Applications	21
AQP023: Production and Purification Recombinant Vago1 Protein for Antibody Generation	29
AQP115: Production and Purification Recombinant sVP28 Protein for Antibody Generation	37
การประชุมวิชาการนวัตกรรมเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3	
พืชศาสตร์: ปรับปรุงพันธุ์พืช (PB)	
PBP001: การใช้เครื่องหมายโมเลกุลสนิป (SNP) ที่ได้มาจากเทคโนโลยี RAD-seq เพื่อวิเคราะห์กลุ่มยีนสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสในอ้อย	44
PBP025: ผลของปุ๋ยซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และลักษณะทางสรีรวิทยา ของข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาวะขาดน้ำ	50
PBP037: ศักยภาพการให้ผลผลิตของโคลนอ้อย NSUT13-313 ในดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียวภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน	57
PBP046: การรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูก	71
PBP047: การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา 12 สายพันธุ์ ชุดที่ 8 (ระยะที่ 2)	81
PBP048: การคัดเลือกสายต้นมะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่าง ๆ ที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี	92
PBP108: การคัดเลือกพันธุ์ฝรั่งที่ให้ผลผลิตและปริมาณวิตามินซีสูงเหมาะสำหรับการบริโภคผลสด	103
PBP114: การจัดกลุ่มความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร	108

พืชศาสตร์: เทคโนโลยีชีวภาพและชีวโมเลกุลพืช (PM)

PMP050: การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค RAPD และการเปรียบเทียบผลผลิตปริมาณสารสำคัญในหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือก 118

PMP064: องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองและปุดช้างจากประเทศไทย 125

PMP065: ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการจัดจำแนกชนิดและความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของไพลดำในภาคใต้ของประเทศไทย 133

PMP106: การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี 140

พืชศาสตร์: สรีรวิทยาพืชก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (PP)

PPO021: ผลของพันธุ์ ระยะปลูก และปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตง 150

PPO039: ผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การ้า 157

PPP013: ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (อะมีทรีน อะมิคาร์บาโซน และ ไดยูรอน) ในกล้วยหอมทอง 164

PPP079: การปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมยางพาราโดยการปรับระยะปลูกยางพารา 174

พืชศาสตร์: เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ (PS)

PSP012: การตรวจสอบการปนของเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลีและสหรัฐเม็กซิโก 180

PSP034: ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* เพื่อป้องกันโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสด 187

PSP059: การศึกษาผลของโรงเรือนระบบเปิดและระบบปิดที่มีต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่เพื่อรองรับระบบเทคโนโลยีแบบแม่นยำในโรงเรือน 195

PSP071: ผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือน 202

PSP087: ผลของการพอกเมล็ดที่ร่วมกับ GA3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน 214

PSP102: ศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์หยี 219

PSP114: ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในระบบเกษตรอินทรีย์ 225

การจัดการศัตรูพืช (PE)

PEO103: การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (*Phallus atrovolvatus*) ด้วยการประยุกต์ใช้ ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า 230

PEP005: การใช้เทคนิคแลมป์เพื่อการตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาเหตุโรคใบขาวในอ้อย 238

PEP068: การควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการคลุกเมล็ดและพ่นสารทางใบ 248

ปฐพีศาสตร์ (SS)

SSO090: การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานที่เหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์ 257

SSP0100: ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเติบโตและผลผลิตของกัญชง (*Cannabis sativa* L.) ในระบบไฮโดรพอนิกส์ 266

พัฒนาการเกษตร (AD)

ADP094: ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดหนองคาย 272

ADP101: ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ 282

วาริชศาสตร์ (AQ)

AQO062: ประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยทะเล 291

AQP031: การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาธรรมชาติ (การเลี้ยงแบบดั้งเดิม) ในบ่อดินโดยอาศัยแหล่งน้ำจากคลองธรรมชาติ 304

AQP036: รูปแบบการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มที่เพาะเลี้ยงในสภาวะห้องปฏิบัติการ 313

AQP069: ผลของการเสริมแมงโกสตินสกัดจากเปลือกมังคุดในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)) 319

AQP072: การเพาะเลี้ยงสาหร่ายซ่อพริกไทย (*Caulerpa lentillifera*) ด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว 328

AQP112: ประสิทธิภาพของสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในอาหารที่มีผลต่อความต้านทานเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ระยะโพสต์ลาร์วา 337

สัตวศาสตร์ (AN)

ANO084: การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลผลิตซากของแพะลูกผสมซามีและแพะลูกผสมบอร์ 343

อื่น ๆ (OT)

OTP095: การทดสอบและพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวแบบท่อด้ามยาวถอดประกอบได้สำหรับการเก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูง 349

OTP114: การสำรวจและประเมินความเสี่ยงสารพิษตกค้างในดินจากแหล่งปลูกมะม่วงในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 358

ภาคผนวก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ 367

รายนามคณะกรรมการจัดประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1 371

รายนามผู้สนับสนุนงบประมาณจัดประชุม 376

Effect of Plant Material and Plant Density on Growth and Yield Performances of Srivijaya Pineapple [*Ananas comosus* (L) Merr.] under Intercropping with Young Oil Palm

Valentina, L.[1], Seephueak, P.[1], Booncharoen, K.[2] Chotikamas, T.[3], Vanichpakorn, P.[1] and Sripaoraya, S.[1]*

[1] Agricultural Science Division Faculty of Agriculture Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80240

[2] Science Division Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80240

[3] Rubber Authority of Thailand, Surat Thani, 84210

** Corresponding author: suneerat.s@rmutsv.ac.th*

Abstract

The research aim to determine the suitable plant density and plant material of the Srivijaya pineapple under intercropping with young oil palm. The result showed that Srivijaya pineapple had big challenges of waterlogging during the rainy season. Srivijaya pineapple at plant density 21,687 plants per hectare reached 18 cm plant height and plant material from 2.0 mg/L BA gave the highest plant height. The widest plant width was 90.31 cm using 1.0 mg/L BA followed by 89.10 cm using 2.0 mg/L BA. The total fruit weight at plant density 21,687 plants per hectare gave higher total fruit weight (679.29 grams), fruit weight (612.93 grams) and smaller core (2.30 cm). Plant material used 1.5 mg/L BA gave the highest average of total fruit (695.42 grams) and 629.05 grams for average fruit weight. TSS of plant materials from 1.5 mg/L BA was 17.89 °Brix. The yield production was 14.73 tons per hectare at a density of 21,687 plants per hectare which higher 2.86 tons compared to plant density 19,275 plants per hectare. Plant material sourced from 1.5 mg/L BA was the highest yield which reached 14.30 tones. Srivijaya pineapple production decreased 39 to 45.2% due to the waterlogging. Planting materials from tissue culture were 99% free disease on the growth stage of pineapple and had less than 12% of disease severity on post-growth stage.

Keywords: intercropping plant density, plant material, Srivijaya pineapple

Introduction

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is an important tropical plant widely grown commercial tropical fruit in the world (Carlier *et al*., 2007). Srivijaya hybrid pineapple having good quality and disease resistance such as heart rot, and root rot as well as wilt diseases was bred by Sripaoraya (2009). The fruit quality characters; antioxidant activity 88.52 %, protein 4.84 %, fiber 3.86 % and bromelain 6,332.85 mg/ml were reported (Department of Agriculture, 2021). Freshly ripened pineapple fruit contains bromelain, it is useful for anti-inflammatory reasons and lowering swelling in inflammatory diseases (Hossain *et al*., 2015).

There is open space in the field for intercropping crops during oil palm under 4 years. Farmers were obliged to spend their money on other agricultural tasks like weeding even though they had no income yet

(Tonye *et al*., 2004). According to Valentina *et al*. (2023), Srivijaya pineapple is a suitable and profitable intercrop with young oil palm (Krualee *et al*., 2021). Moreover, cultivation management is a prime factor for pineapple plantations. Plant density and plant material were the keys to gain high production and fruit quality. However, BA application on tissue culture may affect growth, and suckers in pineapples and it may affect yield (Valentina *et al*, 2023).

In addition, environmental factors are necessary for optimal growth and yield. Srivijaya pineapple plants were sensitive to some conditions, for instance flooding and waterlogging. Waterlogging has an impact on insufficient supply of oxygen. Root respiration becomes less extensive so that the absorption of nutrients needed by the plant is inhibited. Prolonged water logging conditions and poorly aerated soils induce stress on the plants and reduce yield (Haque *et al*, 2020). Therefore, it is critical to determine the best plant density and plant material for growth and yield on the Srivijaya variety production intercropping with young oil palm.

Materials and Methods

The experiment was conducted in a one-year oil palm field in Thung Yai district, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. It is a hills area with coordinates 8°17′48″N 99°22′30″E 500 meters above sea level (Wikipedia, 2023). The plant material was 'Srivijaya' pineapple plantlets from tissue culture propagation. Srivijaya pineapple plant materials were fed with MS+BA 1.0 mg/L, MS+BA 1.5 mg/L, and MS+BA 2.0 mg/L in tissue culture system. 'Srivijaya' pineapple plantlets were moved to a greenhouse and media containing soil, coconut peat, and rice husk charcoal in a ratio of 1:1:1. Plant materials were healthy and uniform based on age (one year) and plant height size (30 cm). A nine-meter triangular oil palm planting pattern was used. The pineapple planting pattern was used in the double and triple rows for the field experiment. A double row of 50 cm x 50 cm x 100 cm was used for 19,275 plants per hectare, and a triple row of 50 cm x 50 cm x 50 cm x 100 cm, for 21,687 plants per hectare. NPK 15-15-15 and NPK 0-0-60 were used to fertilize pineapple plants for growth and fruit, respectively. 15 grams per plant NPK fertilizer were applied per plant per fertilize period. 200 grams per plant of chicken manure were applied 4 months after planting. Herbicide used to suppress weeds at 3, 6, and 8 months after planting. Pineapple plants were watering automatically by an irrigation system powered by solar cells if there was no rain.

Experimental research design

This research used a split plot design in a randomized complete block with four replications. The main-plot was plant density having two densities; 19,275 and 21,687 plants per hectare. The sub-plot was plant materials sourced from plantlets that were produced by tissue culture using MS medium in three different BA concentrations (1.0 mg/L, 1.5 mg/L, and 2.0 mg/L). It used 200 and 300 plantlets per treatment for 19,275 and 21,687 plant densities, respectively. Ten plants per treatment in each replication were sampled for data recording. The variables growth data measured were D-leaf length and width, plant height and plant width, average of new suckers and slip. Diseases data including heart rot, root rot and wilt disease. Yield data including total fruit weight, fruit weight, crown weight, fruit width and length, core width, eye depth and TSS (total soluble solid). Data on D-

leaf length and width was recorded using a caliper and a ruler from the most recently longest and widest leaf of pineapple. Yield data for weight used balance and for length and width used ruler. TSS used refractometer. Heart rot and root rot were identified by the leaf color changes to yellow; stunted growth and death. Wilt disease was identified by wilt in the leaves of pineapple; the leaf color changes to orange from the tip part, and the leaf texture is soft. Data was collected and analyzed using analysis of variance (ANOVA). The Duncan Multiple Range Test was used for the mean difference analysis at 5 % and 1 % levels.

Results and Discussion

Pineapple plants were grown under intercropping with young oil palms. However, it faced the problem of waterlogging during the rainy season and it decreased the growth performance of Srivijaya pineapple.

D-leaf length and D-leaf width of Srivijaya pineapple

Plant density and plant material gave no significant impact on d-leaf length and increasing D-leaf length. The average D-leaf length was higher at denser densities of Srivijaya pineapple than 19,275 plants/ha (Table 1). Plant material from the tissue culture system using 2.0 mg/L BA was also the longest D-leaf per 3 weeks observed. The D-leaf width was higher at a higher plant density (21,687 plants/ha) than 19,275 plants/ha. Plantlets from tissue culture using 2.0 mg/L BA gave the longest D-leaf width every 3 weeks. Data showed that the pineapple's D-leaf width increased less than 1 cm after three weeks and six weeks of fertilizing at 31 WAP (Table 2). This study was agreed by Hotegni (2014) who reported that the highest proportion of heterogeneity in fruit weight was explained by the number of functional leaves (NL) × D-Leaf, which is best related to leaf areas.

Table 1 Effect of plant density and plant material on D-leaf length of Srivijaya pineapple at 31-37 WAP in Thung Yai district

Factors	D-leaf length (cm)			Increasing D-leaf length (cm)	
	31 WAP	34 WAP	37 WAP	34 WAP	37 WAP
Plant density (D)					
19,275 plants/ha	36.18	37.26	38.25	1.08	0.99
21,687 plants/ha	38.49	39.82	40.80	1.32	0.99
Plant material					
1.0 mg/L BA	36.26	37.46	38.45	1.20	0.99
1.5 mg/L BA	36.45	37.62	38.55	1.17	0.93
2.0 mg/L BA	39.30	40.53	41.58	1.23	1.05
D	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns
D X M	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10.43	10.97	10.23	70.76	38.86

ns = no significant according to Duncan's multiple range test, $p<0.05$

Table 2 Effect of plant density and plant material on D-leaf width of Srivijaya pineapple at 31-37 WAP in Thung Yai district

Factors	D-leaf width (cm)			Increasing D-leaf width (cm)	
	31 WAP	34 WAP	37 WAP	34 WAP	37 WAP
Plant density (D)					
19,275 plants/ha	2.35	2.40	2.47	0.053	0.065
21,687 plants/ha	2.53	2.59	2.69	0.062	0.100
Plant material (M)					
1.0 mg/L	2.48	2.54	2.63	0.060	0.100
1.5 mg/L	2.34	2.39	2.47	0.055	0.074
2.0 mg/L	2.50	2.56	2.64	0.058	0.074
D	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns
D X M	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	12.23	11.79	11.82	61.59	63.36

ns = no significant; *significant at p≤0.05; means in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test, p<0.05

Plant height and increasing of plant height Srivijaya pineapple

The study reveals that the plant height of Srivijaya pineapples reached 15.70 cm to 18.83 cm after one year after planting (Table 3). The highest plant height was observed with plant material containing 2.0 mg/L BA and 1.0 mg/L BA at every time of data collection. The increase in plant height reached 7 cm to 9 cm after 49 weeks after planting (Table 4). The pineapple plant's stem performance is evident, with rapidly expanding leaves providing a natural shield for fruits, reducing evaporative loss, producing shade, and preventing weed growth Assumi *et al*. (2021). The plant height was higher in higher density, with plant density with 21,687 plants/ha resulting in 18.04 cm, or 2.59 cm higher than pineapple grown with 19,275 plants/ha.

Table 3 Effect of plant density and plant material on plant height of Srivijaya pineapple at 31-49 WAP in Thung Yai district

Factors	Plant height (cm)						
	31 WAP	34 WAP	37 WAP	40 WAP	43 WAP	46 WAP	49 WAP
Plant density (D)							
19,275 plants/ha	8.91	9.92	11.70	12.87	14.09	15.49	16.23
21,687 plants/ha	9.82	11.58	13.22	14.47	15.87	17.83	18.82
Plant material (M)							
1.0 mg/L	9.78[a]	11.16[a]	13.08[a]	14.45[a]	15.54[a]	17.24[a]	18.04[a]
1.5 mg/L	8.13[b]	9.44[b]	10.88[b]	11.88[b]	13.05[b]	14.96[b]	15.70[b]
2.0 mg/L	10.19[a]	11.64[a]	13.43[a]	14.68[a]	16.35[a]	17.79[a]	18.83[a]
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M	**	**	**	**	**	*	*
D X M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	15.65	17.23	16.77	17.44	16.31	14.78	15.70

ns = no significant; *significant at p≤0.05; **significant at p≤0.01; means in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test, p<0.05

Table 4 Effect of plant density and plant material on increasing of plant height of Srivijaya pineapple at 34-49 WAP in Thung Yai district

Factors	Increasing of plant height (cm)						
	34 WAP	37 WAP	40 WAP	43 WAP	46 WAP	49 WAP	Total
Plant density (D)							
19,275 plants/ha	1.01	1.78	1.17	1.23	1.40	0.73	7.32
21,687 plants/ha	1.76	1.64	1.25	1.40	1.97	0.98	9.00
Plant material (M)							
1.0 mg/L	1.39	1.91	1.38	1.09	1.70	0.80	7.58
1.5 mg/L	1.31	1.44	1.00	1.18	1.91	0.74	8.26
2.0 mg/L	1.45	1.79	1.25	1.68	1.44	1.04	8.64
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
D X M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	35.45	27.72	35.19	44.79	28.15	28.53	21.85

ns = no significant according to Duncan's multiple range test, p<0.05

Plant width and increasing of plant width of Srivijaya pineapple

Compared to plant material sourced by BA concentrations, 1.0 mg/L BA was the best to support plant width growth following 2.0 mg/L BA and giving 90.31 cm and 89.10 cm respectively a year after planting (Table 5). Both different plant density and plant material did not significantly impact the increasing plant width. Growth of Srivijaya pineapple was sluggish throughout the 49 WAP of increasing plant height (Table 6). This was consistent with the sigmoid curve, which shows that early growth goes slowly. The plant density has no discernible effect on the pineapple's width. One of the many advantages of high-density planting is the overlapping of the basal leaves, which produces shade and reduces evaporative loss as well as weed growth. As a result of the high plant density, the quickly expanding leaves tended to twist and grow straight, providing the fruits with a natural shield from sunburn and resulting in glossy, uniformly colored fruits (Assumi *et al*., 2021).

Table 5 Effect of plant density and plant material on plant width of Srivijaya pineapple at 31-49 WAP in Thung Yai district

Factors	Plant width (cm)						
	31 WAP	34 WAP	37 WAP	40 WAP	43 WAP	46 WAP	49 WAP
Plant density (D)							
19,275 plants/ha	69.42	72.62	75.75	77.87	80.75	83.97	85.81
21,687 plants/ha	75.23	79.01	81.61	83.73	85.33	88.17	90.51
Plant material (M)							
1.0 mg/L	75.23[a]	78.73[a]	81.23[a]	82.75a	84.68[a]	88.29[a]	90.31[a]
1.5 mg/L	67.33[b]	70.86[b]	74.59[b]	77.33b	80.15[b]	83.05[b]	85.06[b]
2.0 mg/L	74.43[a]	77.85[a]	80.23[a]	82.31a	84.30[a]	86.86[ab]	89.10[a]
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M	*	*	*	*	ns	*	*
D X M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.10	11.41	9.30	8.87	7.04	6.45	6.18

ns = no significant; *significant at p≤0.05; means in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test, p<0.05

Table 6 Effect of plant density and plant material on increasing of plant width of Srivijaya pineapple at 34-49 WAP in Thung Yai district, Nakhon Si Thammarat

Factors	Increasing of plant width (cm)						
	34 WAP	37 WAP	40 WAP	43 WAP	46 WAP	49 WAP	Total
Plant density (D)							
19,275 plants/ha	3.20	3.13	2.12	2.88	3.22	1.84	16.39
21,687 plants/ha	3.78	2.60	2.12	1.61	2.83	2.34	15.28
Plant material (M)							
1.0 mg/L	3.50	2.50	1.53	1.93	3.61	2.03	15.09
1.5 mg/L	3.54	3.73	2.74	2.83	2.90	2.01	17.74
2.0 mg/L	3.43	2.38	2.09	1.99	2.56	2.24	14.68
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
D X M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	31.26	45.63	40.47	46.64	23.27	29.53	36.19

ns = no significant according to Duncan's multiple range test, $p<0.05$

Average of new suckers and slips of Srivijaya pineapple plants

Plant density and material factors significantly influence the total number of suckers in Srivijaya pineapple plants (Table 7). Higher plant density (21,687 plants/ha) led to more suckers than 19,275 plants/ha during the growing period. Plant material also had a significant impact on suckers. The growth stage showed the most significant increase in suckers, with BA 2 mg/L producing 0.94 suckers at 49 WAP. Growth regulators (BA) in tissue culture regulate stem elongation and apical dominance, and many suckers develop when pineapple is replanted in the field. Higher plant density and higher BA concentrations induce more suckers in pineapple plants, potentially due to larger plants in an area. It was confirmed that the effect of higher BA from tissue culture induced more new shoots until the cultivation on field (Valentina *et al*., 2020). Excessive suckers before flowering can impact the quantity and quality of fruit. Zhang *et al*. (2016) found that tissue culture plant material produced 7.75 suckers, larger than 0.75 suckers from sucker material. Tissue culture systems and growth regulators help produce a large number of shoots, but excessive suckers before fruit is ready to flower can decrease fruit diameter due to the sharing of nutrients between pineapple and suckers (Markos, 2014; Valentina *et al*., 2019). New suckers continue to grow slowly in the growth stage, with an average of 1-2 suckers after the flowering phase. The average slip in the growth phase was less than one sucker per plant. Normally, commercial pineapple varieties such as Phuket or Pattavia varieties have no slip. Slips also occur more at the pineapple plant growth period. Srivijaya pineapple variety showed an average less than one slip which was a performance that is a suitable trait.

Table 7 Effect of plant density and plant material on average of new suckers of Srivijaya pineapple in Thung Yai district

Factors	Average of new suckers (sucker)							
Week after planting	Before flowering							After flowering
	31	34	37	40	43	46	49	
Plant density (D)								
19,275 plants/ha	0.04	0.15[b]	0.20[b]	0.22[b]	0.40[b]	0.44[b]	0.53	1.88
21,687 plants/ha	0.09	0.24[a]	0.35[a]	0.43[a]	0.65[a]	0.69[a]	0.78	1.60
Plant material (M)								
1.0 mg/L	0.06	0.15[b]	0.18[b]	0.23[b]	0.36c	0.43[b]	0.49	2.18
1.5 mg/L	0.04	0.14[b]	0.22[b]	0.25[b]	0.41b	0.43[b]	0.55	1.47
2.0 mg/L	0.11	0.30[a]	0.43[a]	0.51[a]	0.82a	0.84[a]	0.94	1.58
D	ns	*	*	*	*	*	ns	ns
M	ns	*	*	*	*	*	ns	ns
D X M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = no significant; *significant at p≤0.05; means in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test, p<0.05

The yield of Srivijaya pineapple affected by plant material and plant density

Srivijaya pineapple plant includes the fruit shown in Figure 2. The average of total fruit weight from planting density 21,687 plants per hectare was 679.29 grams which was 63 grams more than from 19,275 plants per hectare (Table 8). It demonstrated that the total fruit weight did not decrease when planting density was increased at higher density. Plant material fed by 1.5 mg/l BA was the biggest fruit giving 695.42 grams although was not significant. The result was agreed with previous reports that pineapple fruit quality characteristics were not significantly impacted by planting density. The fruit weight of Srivijaya pineapple was less than the common characteristics of Srivijaya which reached 1.120 kilograms per fruit (Sripaoraya *et al*., 2023). Although the size of the fruits was reduced, higher planting densities boosted the overall fruit output (Assumi *et al*., 2021). The width of the pineapple core, fruit diameter, fruit height, fruit weight, ripening period, and harvest duration all had a positive correlation with pineapple yield. It implies that the pineapple's core width increases as yield rises. In addition, the fruit's diameter, height, weight, ripening period, and harvest period all lengthen (Wiangsamut, and Koolpluksee, 2018).

The small crown of Srivijaya pineapple was less than 100 grams and ranging between 60 to 66 grams. The average crown weight per plant on single factor was used in 21,687 plants per hectare (57.65 grams), plant material fed by 1.0 mg/L BA (53.33 grams) gave effect on smaller crowns. Plant density, plant material and interaction had no significant effect on the core of Srivijaya pineapple. The core of Srivijaya pineapple was a variety in the range of 2.2 to 2.4 cm. The core of Srivijaya pineapple on single factor was used in 21,687 plants per

hectare (2.30 cm), using plant material 2 mg/L BA (2.31 cm) gave smaller core. The eye depth in 19,275 plants per hectare gave 0.74 cm and plant material BA 2 mg/L gave 0.82 cm which showed smaller eye depth than others.

Average of TSS at 19,275 plants/ha (17.99°Brix) was higher than at 21,687 plants/ha (17.40°Brix). Plant material 1.5 mg/L BA (17.89 cm) gave higher TSS although no significantly different effect. It showed that both in higher density or different plant material can be used depending on which one can improve the production. This study found that the sweetness level of Srivijaya pineapple under intercropping with young oil palm gave close TSS performance to Srivijaya pineapple that had TSS 17.80 °Brix (Sripaoraya *et al*., 2023). According to the Department of Agriculture (2021), Srivijaya pineapple fruit has 17.80 °Brix. This study found the average of TSS was 17.40-17.99°Brix. The Srivijaya pineapple has a sweet taste similar to the previous report of Department of Agriculture (2021). This study found that TSS of Srivijaya pineapple was higher than the parent materials, Phuket variety was 16°Brix (Chainark et al., 2018) and Pattavia was 12.6°Brix (Chuenboonngarm et al., 2007). Compared to another cultivar, the total soluble solids content of Srivijaya pineapple was higher than *Ananas comosus* L. Merr. cv. Sarawak which has 12.7 °Brix (George *et al*., 2016).

The study found that planting density and yield had a direct proportional relationship. Yield rose as the number of plants per unit area increased. Yield production was 14.73 tons per hectare at a density of 21,687 plants per hectare was 2.68 tons higher compared to 19,275 plants/ha. Plant material sourced from 1.5 mg/L BA was the highest yield reaching 14.30 tones. It means that a higher BA (2.0 mg/L BA) did not mean a higher yield. Srivijaya pineapple production decreased 39 to 45.2% compared to common production due to the waterlogging. Stress from waterlogging has a negative impact on vegetative and reproductive growth, which can result in harvest failure or yield loss (Pan *et al.*, 2021).



(a) (b) (c) (d)

Figure 2. Srivijaya pineapple (a) leaves (b) flower (c) fruit (d) ripe fruit

Table 8 Effect of plant density and plant material on yield and production of Srivijaya pineapple in Thung Yai district

Factors	Yield and production								
	Fruit weight total (g)	Fruit weight (g)	Crown weight (g)	Fruit width (cm)	Fruit length (cm)	Core width (cm)	Eye depth (cm)	TSS (°Brix)	Production (ton)
Plant density (D)									
19,275 plants/ha	615.80	558.15	57.65	9.44	11.57	2.38	0.74	17.99	11.87
21,687 plants/ha	679.29	612.93	66.37	9.59	11.19	2.30	1.47	17.40	14.73
Plant material (M)									
1.0 mg/L BA	603.08	549.76	53.33	9.35	11.95	2.38	1.61	17.57	12.36
1.5 mg/L BA	695.42	629.05	66.37	9.78	10.88	2.33	0.88	17.89	14.30
2.0 mg/L BA	644.14	583.53	60.61	9.43	11.31	2.31	0.82	17.63	13.24
D	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
D X M	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	17.34	18.74	44.22	7.37	14.04	11.81	132.20	10.35	17.34

ns = no significant; **significant at p≤0.01; means in the same column followed by the same letter were not significantly different according to Duncan's multiple range test, p<0.05

Disease of Srivijaya pineapple

The study found that Srivijaya pineapple plants were completely free of disease from 28 WAP to 46 WAP, with only 0.13% cases of heart rot, 0% cases of root rot, and 0% cases of wilt disease during the growth stage. This indicates that heart rot, root rot, and wilt diseases are not harmful to 99.87% of the plants. This is consistent with previous research by Jackson *et al*. (2016) and Valentina *et al*. (2023), which found that clean plant materials produced by tissue culture systems. However, at 49 WAP, only 0.13% and 0.06% of heart rot and Phytophthora cases were infected, indicating a 99% resilience of the plants to these diseases. This result is similar to study from Valentina *et al*. (2023) showed 100% resistance to diseases at the growth phase of Srivijaya pineapple. Wilt disease in Srivijaya pineapple increased during the post-harvest phase, with a higher incidence at planting density of 21,687 plants per hectare compared to 7.9% at planting density of 19,275 plants per hectare. The study found that Srivijaya pineapple is resistant to wilt disease, with disease severity being less than 12%. Waterlogging conditions in the soil can lead to adverse effects on Pythium and Phytophthora root rot. Plant growth and productivity are affected by their sensitivity to waterlogging, and in extreme cases, plants may even die (Dayalan *et al*., 2021). The disease severity in the harvesting phase was higher than in the growth phase, but the increase in

disease diversity was still low at less than 9%, indicating that Srivijaya pineapple is classified as a strong variety. The factor contributing to increased wilt disease is the larger colony of mealybugs, which grow quickly when pineapple plants have fruit (Dey *et al*., 2018).

Conclusions

Srivijaya pineapples have grown under intercropping with young oil palm and estimated yield higher three tons at 21,687 plants/ha compared to plant density (19,275 plants/ha). Plant materials from micro-propagation fed by 1.5 mg/L BA was the highest yield by producing an estimated 14.30 tons per hectare. Srivijaya pineapple was sensitive to waterlogging and it decreased production compared to original characteristics of Srivijaya pineapple. Srivijaya pineapples were more than 99% resistant to disease in growth phase and disease severity was less than 12% or lightly disease category on post-growth.

Acknowledgements

The authors are thankful to Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya and Thailand Science Research and Innovation Foundation for supporting research.

References

Assumi S. R., Singh, P. T., and Jha A. K. 2021. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). In SN Ghosh, S. N., and R. R. Sharma (Eds.), Tropical fruit crops: theory to practical. pp 487-541. Jaya Publishing House.

Carlier, J. D., d'Eeckenbrudgge, G. C., and Leitao, J. M. 2007. Pineapple. In Kole, C (Eds*.),* Fruits and nuts: genome mapping and molecular breeding in plants. pp. 331-342. Springer

Chainark, S., Jariyalerpong, P. and Phetchaiya, T. 2018. The Relationship between Soil Properties and Climate on Quality of Geographical Indication "Phuket Pineapple" (*Ananas comosus*). Academic Conference and Innovation, Educational Innovation, Issues and International, Chiang Mai, Thailand, 2018, May 17-18

Chuenboonngarm, N., Juntawong, N., Engkagul, A., Arirob, W., and Peyachoknakul, S. 2007. Changing in TSS, TA and sugar contents and sucrose synthase activity in ethephon-treated 'pattavia' pineapple fruit. Kasetsart Journal - Natural Science 41(2): 205-212.

Dayalan, D.M., Kumar, R. A., Senthilkumar, S., Srivignesh, S., and Manivannan, S. 2021. Impacts of flooding stress in fruit crops and its adaptation strategies. Ricerca International Journal of Multidisciplinary Research and Innovation 2(3): 1-6.

Department of Agriculture. 2021. Plant Varieties Protection Office. Available from: https:www.doa.go.th/pvp/wppcontent/uploads/2021/06/AnnoDOA_PublicNo.146.pdf [accessed on 20 June 2024].

Dey, K.K., Green, J.C., Melzer, M., Borth, W. and Hu, J.S. 2018. Mealybug wilt of pineapple and associated viruses. Horticulturae 4(52).

George, D., Razali, Z., & Somasundram, C. (2016). Physical and physiochemical changes that occurs during growth and development of the Sarawak pineapple (*Ananas comosus* L. Merr. Cv Sarawak). Journal of Agricultural Science and Technology *18*: 491-503

Haque, S., Akbar, D. and Kinnear, S. 2020. The variable impacts of extreme weather events on fruit production in subtropical Australia, Scientia Horticulturae, 262.

Hossain, M. F., Shaheen A., and Anwar, M. 2015. Nutritional value and medical benefits of pineapple. International Journal of Nutrition and Foods Sciences 4(1): 84-88.

Hotegni, V. N. 2014. Using agronomic tools to improve pineapple quality and its uniformity in Benin. M.Sc. Master thesis. Wageningen University.

Jackson, D., Williams, S., Newby, D., Hall, S., Higgins, S., Francis, R. and Smith, A. 2016. Tissue cultured versus traditionally grown pineapples: growth and nutrient profile. Journal of Biotechnology and Biomaterials 6(3): 1-5.

Krualee, S., Sripeam, S., Chuchert, S., and Puttakan, T. 2021. Effect of Intercropping on growth and profit of oil palm in immature Stage. Songklanakarin Journal of Plant Science 8(2): (73-78).

Markos, D. 2014. Effect of mulch type, ground cover percentage and sucker management in growth and yield of pineapple (*Ananas comosus* L.Merril.) under growing conditions of Sidama Zone, Southern Ethiopia. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 4(6): 27-32.

Valentina, L., Seephueak, P., Booncharoen, K., Chotikamas, T., Vanichpakorn, P., and Sripaoraya, S. 2023. Effect of planting materials and fertilizers on pineapple (*Ananas comosus* var. srivijaya) growth under intercropping with young oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq. 1st International Conference on Science and Technology, Yala, Thailand, February 21-22 2023.

Pan, J., Sharif, R., Xu, X. and Chen, X. 2021. Mechanisms of waterlogging tolerance in plants: research progress and prospects. Frontiers in Plant Science 11

Sripaoraya, S. 2009. Pineapple hybridization and selection in Thailand. Acta Horticulturae 822: 57-62.

Sripaoraya, S., Valentina, L., Vanichpakorn, P., Seephueak, P., Booncharoen, K. and Chotikamas, T. 2023. Efficiency for shoot multiplication of "Srivijaya" new hybrid pineapple variety using three tissue culture systems. Thai journal of science and technology 11(4): 64-74.

Tonye, J., Bayomock, L. A., and Zoa J. M. 2004. Development of oil palm-based agroforest at the slash-and-burn agriculture project zone of Cameroon: agronomy and economics of the establishment phase. Cameroon Journal Agricultural Science 1(1): 42–45.

Wiangsamut, B., and Koolpluksee, M. 2018. Effect of various ethephon concentrations on flowering, yield, costs and returns of productions of four pineapple varieties. International Journal of Agricultural Technology 14(7): 2215-2228

Wikipedia. Thung Yai District. Available from https://en.wikipedia.org/wiki/Thung_Yai_district. [accessed on 20 June 2024].

Identification of *Cannabis* strains using the Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) Molecular Marker

Keomany, S.[1], Wongdee, J.[2], Greetatorn, T.[2], Songwatana, P.[2], Piromyou P.[2], Umnajkitikorn, K.[3], Tittabutr, P.[1], Tantasawat, P.[3], Teamtaisong, K.[4], Boonkerd, N.[1] and Teaumroong, N.[1*]

[1]Suranaree University of Technology, School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, 111 University Avenue, Muang, Nakhon Ratchasima 30000

[2]Institute of Research and Development, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang, Nakhon Ratchasima 30000

[3]Suranaree University of Technology, School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, 111 University Avenue, Muang, Nakhon Ratchasima 30000

[4]The Center for Scientific and Technological Equipment, Suranaree University of Technology, 111 University Avenue, Muang, Nakhon Ratchasima 30000

**Corresponding author: neung@sut.ac.th*

Abstract

Cannabis is plant in the Cannabaceae family, and is generally divided into two categories: marijuana and hemp. Marijuana has a tetrahydrocannabinol (THC) content of more than 0.3% per plant dry weight, while hemp has a THC content of less than 0.3% per plant dry weight, which is a quantity within legal limits. Therefore, hemp is suitable for both medical and industrial applications in the health sector. However, distinguishing between marijuana and hemp, particularly during the plant's growth stages, is challenging due to their genetic and morphological similarities. Using Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) molecular marker techniques can quickly and accurately find the genetic diversity and tell the difference between hemp and marijuana plants. This research aims to analyze the differences between marijuana and hemp strains, specifically 12 strains, using a set of primers targeting the ISSR region. Utilizing polymerase chain reaction (PCR) techniques and analyzing the generated DNA patterns on Polyacrylamide gel, it was found that the DNA patterns generated from the 11 ISSR primers yielded a total of 230 bands, comprising 8.26% monomorphic bands (19 bands) and 91.74% polymorphic bands (211 bands). Genetic relationship analysis using the Unweighted Pair-group Method Arithmetic average (UPGMA) method revealed that ISSR markers could distinctly separate between Thai marijuana-hemp cultivars (Foithong, Hangkrarok, RPF1, and RPF2). Additionally, ISSR markers were able to differentiate between Thai marijuana and hemp strains. Hence, these ISSR markers serve as fundamental data for verifying marijuana and hemp plant groups in various hybrid strains and as foundational data for future plant breeding improvements.

Keywords: *Cannabis*, marijuana, hemp, ISSR marker.

Introductions

Cannabis plants, classified under the Cannabaceae family, hold significant medicinal and industrial value. These plants are generally categorized into two main types: medicinal cannabis, containing cannabidiol (CBD) levels below 0.3% and Δ9-tetrahydrocannabinol (THC) levels above 0.3%, and fiber hemp, with THC levels below 0.3% (Hesami *et al*., 2020). Medicinal cannabis is utilized for various medical purposes, including pain relief and sleep aids, while hemp serves a multitude of commercial applications, such as textiles, paper, pharmaceuticals, food, and animal feed (Rehman *et al*., 2021).

Current cannabis strains are available with high THC levels for medicinal use and high CBD levels for industrial hemp, extracted from the flower buds (Zhang *et al*., 2018). Differentiating between these strains can be challenging but is achievable through methods such as physiological characteristics, chemical compounds, and DNA molecular markers. Each method has its strengths and limitations: morphological isolation allows for easy visual differentiation; cannabinoid profiling is useful when the plant is not visible; and DNA molecular markers can identify the desired cannabis strain at the seedling stage.

Genetic variations at the DNA level are detectable using molecular markers like restriction fragment length polymorphism (RFLP), random amplified polymorphic DNA (RAPD), amplified fragment length polymorphism (AFLP), and inter-simple sequence repeat (ISSR) (Liu *et al*., 2008). ISSRs, regions in the genome surrounded by microsatellite sequences, can serve as a dominant multi-locus marker system for studying genetic variation (Ng & Tan, 2015).

Poolsawat *et al*. utilized the ISSR and ISSR-RGA techniques to detect powdery mildew resistance genes by analyzing a cross between a susceptible strain (CN72) and a resistant strain (V4718) of mung beans, identifying 5 ISSR and 3 ISSR-RGA markers associated with resistance, which are useful for breeding PM-resistant mung bean cultivars (Poolsawat *et al*., 2017). In another study, Rout and Aparajita used ISSR markers to study 23 Ficus accessions, producing unique fingerprint profiles for each accession, detecting 30 species-specific bands, and evaluating genetic relationships using the UPGMA dendrogram (Rout & Aparajita, 2009). Additionally, Lata *et al*. evaluated the genetic stability of Cannabis sativa using ISSR markers, confirming genetic stability between clones and parent plants (Lata *et al*., 2009).

This research aims to use DNA markers to identify THC and CBD dominance in cannabis strains early in the seedling stage, thus accelerating the selection process during breeding. Among the available DNA marker methods, this study focuses on ISSRs due to their suitability for non-plant models like cannabis, low cost, ease of use, and applicability without prior DNA sequence data (Barth *et al*., 2002). The goal is to differentiate between Thai and foreign cannabis strains, enhancing agricultural applications in Thailand.

Materials and Methods

Plant material

The DNA was obtained from the leaves of 12 different cannabis strains collected from "SUT Cannabis Farm" located in Suranaree University of Technology, Suranaree, Mueang, Nakhon Ratchasima, 30000 (Table 1). The cannabis DNA were extracted using the cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) method, and the DNA from each sample was diluted to 50 ng/µL for PCR amplification.

Table 1 The cannabis information

Name of cannabis groups			
Thai cultivars	**foreign cultivars**	**Thai cultivars**	**foreign cultivars**
Foithong	Blue Venom	RPF1	Baox
Hangkalok	Golden Tiger	RPF2	Cannafuel
	Orange Valley		Charlotte's Angle
	West Slope		Charlotte's Web

ISSR primers selection

A total of 38 ISSR primers referenced from research of mung bean because the absence of a cannabis-specific ISSR marker. The 11 ISSR primers with clear and reproducible bands were selected to amplify all cannabis strains (Table 2).

Table 2 ISSR primers selection

Primer cods	Sequences	Annealing temperature (°C)
ISSR 810	(GA)8T	55
ISSR 811	(GA)8C	55
ISSR 825	(AC)8T	53
ISSR 834	(GA)8YT	53
ISSR 841	(GA)8YC	48
ISSR 844	(CT)8RC	53
ISSR 880	(GGAGA)3	48
ISSR 888	BDB (CA)7	55
ISSR 891	HVH (TG)7	55
ISSR 895	(AG)2TTGGTAG (CT)2TGATC	48
ISSR 899	CATG(GT)2TGGT CATTGTTCCA	48

B = C, G, T ; N = A, G, C ; Y = pyrimidines (C, T) ; D = A, G, T ; R = purines (A, G) ; H = A, C, T ; V = A, C, G (Poolsawat *et al.*, 2017)

ISSR amplification and detection of DNA bands.

Approximately 50 ng of template DNA was added to a 10-µL PCR mix containing 1× DreamTaq PCR Master Mix, 0.2 mM dNTPs, 1 mM primers, and 1.25 units of DreamTaq DNA Polymerase. The amplification program were consist of an initial denaturation at 94°C for 4 minutes, followed by 35 cycles of denaturation at 94°C for 20 seconds, annealing at a temperature dependent on the primer for 50 seconds, and extension at 69°C for 1 minute. The entire reaction was carried out in the BioRAD S1000 Thermal cycler. The PCR product quality was checked in a 1.0% agarose gel, using 3 µL of the PCR reaction and the remaining reaction was then subjected to electrophoresis on a 3% polyacrylamide gel, consisting of 40% acrylamide/bis-acrylamide, 19:1 (5% crosslinker) solution) 3.6 mL, 10×TAE 2.4 mL, TEMED 16 µL, 10% APS (ammonium peroxydisulfate, Biosharp) 160 µL, and ddH_2O to a total volume of 24 mL. Electrophoresis was carried out in 1×TAE buffer at 220 U for 30 min. Gels were stained with 0.2% silver nitrate following a chromogenic reaction with 2% Na_2CO_3 (including 0.2% formaldehyde). This method, adapted from (Ji *et al*., 2007), was optimized for my work, and the DNA pattern was finally observed under the "Molecular Imager Gel Doc XR System".

DNA pattern scoring.

Eleven markers were used to analyze the relationship of cannabis strains. The allelic data were converted into a binary matrix using the scores 1 and 0 for the presence and absence of the allele, respectively. Diversity patterns were represented in the form of a dendrogram, which was generated by subjecting the genetic similarity matrix to Unweighted Pair-group Method Arithmetic average (UPGMA) cluster analysis using the software NTSYS-pc, Version 2.0. (Rohlf, 1988).

Results and Discussion

ISSR primers selection and amplification

Thirty-eight ISSR primers were screened to identify polymorphic DNA bands among 12 cannabis strains, 19 ISSR primers successfully generated DNA bands. However, only 11 ISSR primers produced clear, reproducible, and polymorphic DNA bands. Consequently, these 11 ISSR primers were selected for further cannabis strain screening. These primers exhibited wide variation between strains, with optimal annealing temperatures of 55°C, 53°C, and 48°C (Table 2.). In total, these 11 primers amplified 230 scoreable DNA bands, ranging from 18 bands to 22 bands per primer, with an average of 20.9 bands per primer, comprising 8.26% monomorphic bands (19 bands) and 91.74% polymorphic bands (211 bands).

Table 3 Information of 11 ISSR primers

Primers	Primer sequences	Total number of fragments	Number of Polymorphic	Percentage of Polymorphism
ISSR 810	GAGAGAGAGAGAGAGAT	150-3000	19	89.47
ISSR 811	GAGAGAGAGAGAGAGAC	150-3000	20	90.00
ISSR 825	ACACACACACACACACT	250-3000	18	88.89
ISSR 834	GAGAGAGAGAGAGAGAYT	250-3000	18	88.89
ISSR 841	(GA)8YC	150–3000	22	95.45
ISSR 844	(CT)8RC	250–3000	18	88.89
ISSR 880	(GGAGA)3	250–3000	21	90.48
ISSR 888	BDB (CA)7	150–3000	21	95.24
ISSR 891	HVH (TG)7	350–3000	20	90.00
ISSR 895	GAGATTGGTAGCTCTTGATC	300-3000	17	88.24
ISSR 899	CATG(GT)2TGGT CATTGTTCCA	300–3000	17	94.12
	Total		**211**	

The high polymorphism rate observed in this study was consistent with findings in other plant species where ISSR markers have been used to assess genetic diversity. Shahabzadeh *et al*. (2019) found significant genetic diversity in Tall festuca populations using ISSR markers, demonstrating their utility in distinguishing genetic variations within species (Shahabzadeh *et al*., 2020).

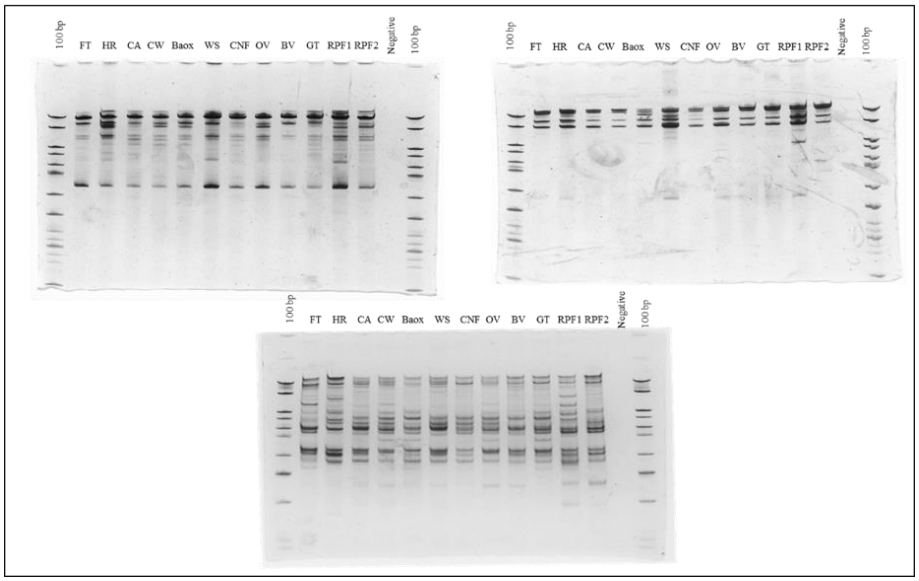


Figure 1 DNA pattern of 12 cannabis strains using ISSR markers observe in polyacrylamide gels

Genetic Diversity

The DNA pattern was observed in polyacrylamide gel and scored, then used UPGMA to generate relationship among 12 cannabis strains. The dendrogram showed coefficient of similarity length 0.62 to 0.81 and it revealed that the cannabis strains could be segregated into two main clusters: Cluster 1 comprised nine cannabis strains: FoiThong, Hangkarok, Charlotte's Angel, Cannafuel, West Slop, Charlotte's Web, Orange Valley, BaOx, and Golden Tiger, while Cluster 2 consisted of three cannabis strains: Blue Venom, RPF1 and RPF2.

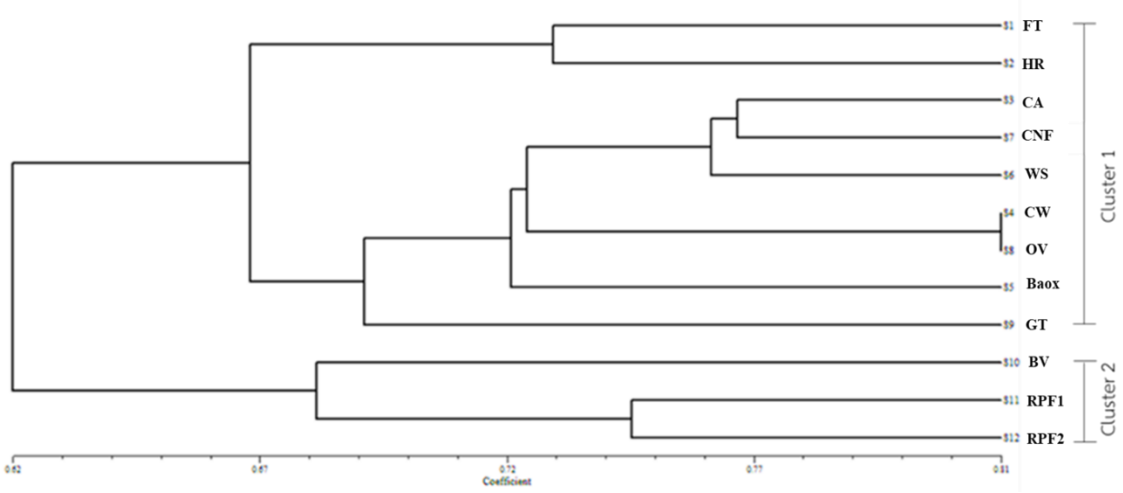


Figure 2 Dendrogram illustrating the genetic relationship analysis of 12 cannabis strains

Genetic relationship analysis using the UPGMA method revealed that ISSR markers could distinctly separate 12 cannabis strains. Additionally, ISSR markers were able to differentiate between Thai marijuana and hemp cultivars. Using the UPGMA method for genetic relationship analysis, this study successfully distinguished between Thai marijuana-hemp cultivars. This distinct separation aligns with the findings of Gao *et al*. (2014), who employed SSR markers to reveal significant genetic variation among cannabis samples, thus supporting the reliability of molecular markers in genetic differentiation (Gao *et al*., 2014)

This study further demonstrated that ISSR markers could differentiate between Thai marijuana and hemp strains. This capability was crucial for plant verification and breeding programs. The genetic distinctions observed in this study provide foundational data for verifying cannabis plant groups and improving breeding strategies. These findings were corroborated by previous studies on various plant species, including cannabis, where molecular markers have been successfully used to identify and differentiate between cultivars and strains (Nurhasanah *et al*., 2023)

Conclusions

The significant polymorphism rate revealed by ISSR markers in this study underscores their effectiveness in detecting genetic diversity among cannabis strains. This demonstrates the utility of ISSR markers in cannabis research, offering valuable data for verifying plant groups within hybrid strains and establishing a foundation for future advancements in plant breeding.

Acknowledgements

First of all, I would like to thank Suranaree University of Technology and the OROG Scholarship for the financial support that made this work possible.

I am deeply grateful to my advisor, Professor Dr. Neung Teaumroong, and co-advisors, Professor Kamolchanok Umnajkitikorn and Assoc. Prof. Dr. Panlada Tittabutr, for their valuable advice and support throughout my research.

Sincerely, thank SUT Cannabis Farm, especially Professor Dr. Nantakorn Boonkerd, for providing all the cannabis strains used in this research.

Thank you to Professor Dr. Piyada Alisha Tantasawat for supporting the primers for my work and Mr. Wisarut Chuakhunthod for assisting with filtering and analysis techniques.

I appreciate the support and assistance from Dr. Kamonlak Teamitisong, Dr. Pongdet Phiromyou, Dr. Pongphan Songwattana, Dr. Jenjira Wongdee, Dr. Teerana Kritathorn, and Asst. Prof. Pakpoom Boonchuen in using equipment and solving laboratory problems.

Finally, I am forever indebted to my family for their unwavering support and financial assistance, without which this work would not have been possible.

References

Barth, S., Melchinger, A. E. and Lübberstedt, T. 2002. Genetic diversity in Arabidopsis thaliana L. Heynh. Investigated by cleaved amplified polymorphic sequence (CAPS) and inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. *Molecular Ecology*, *11*(3): 495–505. https://doi.org/10.1046/j.0962-1083.2002.01466.x

Gao, C., Xin, P., Cheng, C., Tang, Q., Chen, P., Wang, C., Zang, G. and Zhao, L. 2014. Diversity Analysis in Cannabis sativa Based on Large-Scale Development of Expressed Sequence Tag-Derived Simple Sequence Repeat Markers. *PLoS ONE*, *9*(10), e110638. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110638

Hesami, M., Pepe, M., Alizadeh, M. and Rakei, A. 2020. *Recent advances in cannabis biotechnology | Request PDF*. https://www.researchgate.net/publication/344862959_Recent_advances_in_cannabis_biotechnology

Ji, Y., Qu, C. and Cao, B. 2007. An optimal method of DNA silver staining in polyacrylamide gels. *ELECTROPHORESIS*, *28*(8), 1173–1175. https://doi.org/10.1002/elps.200600557

Kojoma, M., Iida, O., Makino, Y., Sekita, S. and Satake, M. 2002. *DNA fingerprinting of Cannabis sativa using inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification—PubMed*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11842329/

Lata, H., Chandra, S., Techen, N., Khan, I. A. and ElSohly, M. A. 2009. Assessment of the Genetic Stability of Micropropagated Plants of Cannabis sativa by ISSR Markers. *Planta Medica*, *76*: 97–100. https://doi.org/10.1055/s-0029-1185945

Liu, L.-W., Zhao, L.-P., Gong, Y.-Q., Wang, M.-X., Chen, L.-M., Yang, J.-L., Wang, Y., Yu, F.-M. and Wang, L.-Z. 2008. DNA fingerprinting and genetic diversity analysis of late-bolting radish cultivars with RAPD, ISSR and SRAP markers. *Scientia Horticulturae*, *116*(3), 240–247. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.12.011

Ng, W. L. and Tan, S. G. 2015. *Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers: Are We Doing It Right?*

Nurhasanah, Hindersah, R., Suganda, T., Concibido, V., Sundari and Karuniawan, A. 2023. The First Report on the Application of ISSR Markers in Genetic Variance Detection among Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Accession in North Maluku Province, Indonesia. *Horticulturae*, *9*(9), Article 9. https://doi.org/10.3390/horticulturae9091059

Poolsawat, O., Kativat, C., Arsakit, K. and Tantasawat, P. 2017. *Identification of quantitative trait loci associated with powdery mildew resistance in mungbean using ISSR and ISSR-RGA markers | Request PDF*. https://www.researchgate.net/publication/321122583_Identification_of_quantitative_trait_loci_associated_with_powdery_mildew_resistance_in_mungbean_using_ISSR_and_ISSR-RGA_markers

Rehman, M., Fahad, S., Du, G., Cheng, X., Yang, Y., KaileiTang, K., Liu, L., Liu, F.-H. and Deng, G. 2021. *Evaluation of hemp (Cannabis sativa L.) as an industrial crop: A review —PubMed*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34476693/

Rohlf, F. 1988. NTSYS-pc—Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. *Applied Biostatistics Inc. New York*, *2.1*.

Rout, G. and Aparajita, S. 2009. Genetic relationships among 23 Ficus accessions using inter-simple sequence repeat markers. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, *12*, 91–96. https://doi.org/10.1007/s12892-009-0095-7

Shahabzadeh, Z., Mohammadi, M., Darvishzadeh, R. and Jaffari, M. 2020. *Genetic structure and diversity analysis of tall fescue populations by EST-SSR and ISSR markers—PubMed*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31707600/

Zhang, H.-L., Jin, J., Moore, M., Yi, T. and Li, D.-Z. 2018. Plastome characteristics of Cannabaceae. *Plant Diversity*, *40*. https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.04.003

Evaluation of Dust Quality from Cement Products for Agricultural Applications

Kantakapun, K.[1]

[1] Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

** Corresponding author: kjutharat@eng.psu.ac.th*

Abstract

The ready-mixed concrete manufacturing industry from 2021 to 2023 is expected to grow at a rate of 4.0-5.0% per year, with an annual volume of 16 million cubic meters. However, the production process generates a significant amount of cement dust, which primarily contains calcium (Ca) or a combination of Ca and magnesium (Mg). This research aims to understand the chemical and physical properties of the samples and analyze their applicability according to the standards for agricultural lime materials. The quality of the samples was tested for chemical and physical properties, including mineral composition using X-Ray Diffractometer (XRD) and X-ray fluorescence Spectrometer (XRF), pH level, moisture content, and Calcium Carbonate Equivalent (CCE). Physical properties were assessed by particle size distribution for agricultural lime. The samples were collected from stone mills. The study results showed that the CCE value was 95%, Calcium Oxide (CaO) content was 49.17%, pH was 9.0, particle size passing through 8 mesh and 80 mesh sieves was 100%, and moisture content was 0.4%. These properties indicated that the lime materials derived from the ready-mixed concrete production process meet the standards for agricultural applications, such as soil pH adjustment and providing essential nutrients for plant growth. Additionally, utilizing these materials can help reduce dust emissions from stone mills.

Keywords: lime, agriculture, ready-mixed concrete, dust

Introduction

The production of ready-mixed concrete is a cornerstone of modern construction, underpinning infrastructure development across the globe. This industry, value for its efficiency and product durability, produced approximately 16 million cubic meters annually over the past few years, witnessing a growth rate of 4.0–5.0% per annum from 2021 to 2023 (Grand View Research, 2023; Allied Market Research, 2023). Despite its significant contributions to construction, the industry is also a source of considerable environmental concern, primarily due to the emission of cement dust during manufacturing processes. This dust, predominantly composed of Ca or a combination of Ca and Mg, poses risks to environmental health and occupational safety (Adeyanju & Okeke, 2019). However, these by-products also present potential opportunities for beneficial reuse, particularly in agriculture.

Agricultural lime, a critical amendment in agriculture, is used to increase soil pH levels, improve soil structure, and augment nutrients availability in acid soil to plants. Traditionally sourced from natural limestone, the feasibility of substituting this material with by-products from industrial processes such as cement dust could not only provide a sustainable disposal pathway but also reduce the environmental

footprint of both industries (Akash Nevel, et al. 2024). This research aims to rigorously evaluate the chemical and physical properties of cement dust generated from the ready-mixed concrete industry, assessing its suitability as a substitute for traditional agricultural lime.

This paper presents an extensive analysis of the mineral composition, pH levels, moisture content, and CCE of the cement dust. Employing advanced analytical techniques such as XRD and XRF alongside standard physical property assessments, this study provides a comprehensive evaluation aligned with the standards set by the Land Development Department (LDD) (LDD, 2010). The implications of using this by-product in agricultural settings are discussed, with an emphasis on environmental sustainability and economic viability. Through this investigation, the study aims to bridge the gap between industrial by-product management and agricultural enhancement, contributing to the circular economy model in industrial practices.

Materials and Methods

1. Sample Collection

Cement dust samples were systematically collected from stone mills involved in the production of ready-mixed concrete.

2. Chemical Analysis

2.1 Calcium Carbonate Equivalence (CCE)

The CCE was determined to evaluate the purity of the liming material, which is critical in assessing its effectiveness in agriculture. A CCE of 100% indicates equivalence to pure calcium carbonate, which is ideal for soil amendment.

2.2 Mineral Composition Analysis

1) X-Ray Diffractometer (XRD): This technique was utilized to determine the atomic and molecular structure of the samples. The process involves irradiating the material with X-rays and measuring the scattering angles and intensities of the reflected beams. The data obtained helps in identifying the crystalline structure and detecting any structural deviations or defects.

2) X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF): To ascertain the elemental composition of the samples, XRF analysis was employed. This method uses the fluorescence produced by a material when bombarded with X-rays to identify and quantify the elements present. Each element emits a unique spectral fingerprint, making XRF a powerful tool for qualitative and quantitative assessments.

2.3 pH Level Determination

The pH of the cement dust was measured by adapting the method typically used for soil pH testing. Approximately 10 g of dust was mixed with 50ml of distilled water to create a 1:5 dilution (w/v). The mixture was agitated for 2-3 minutes and allowed to settle for 2 minutes before the pH of the supernatant was measured using a digital pH meter.

3. Physical Analysis

3.1 Particle Size Distribution

Physical properties, particularly particle size, were assessed using sieving methods. Samples were passed through 8 mesh and 80 mesh sieves to determine the distribution of particle sizes. This method helps in evaluating the suitability of the material for agricultural use by ensuring the particles are within the desired size range for effective soil modification.

3.2 Moisture Content Assessment

Moisture content was quantified by the mass of water relative to the solid mass of the sample, expressed as a percentage. The standard procedure involved drying a known weight of the sample at 110 ± 5°C and calculating the percentage of moisture content (□□) using the formula:

$$M_c(\%) = \left(\frac{W - d}{W}\right) \times 100 \quad (1)$$

where W is the initial wet weight

d is the dry weight after heating

Results

The analysis of cement dust samples collected from stone mills aimed to evaluate their suitability as a substitute for traditional agricultural lime. The result from the study shows in Table 1.

Table 1 Analysis of properties according to product standards for agricultural lime

Properties	Standards criteria	Results
Calcium Carbonate Equivalent (CCE, %)	> 85	95
Calcium Oxide (CaO, %)	> 40	49.17
pH Level	> 8.0	9.0
Particle Size Passing Through 8 Mesh (%)	> 85	100
Particle Size Passing Through 80 Mesh (%)	> 50	100

Note: The standards criteria by the LDD for agricultural lime (LDD, 2010).

Table 1 demonstrates that the cement dust exceeds standard values in all listed categories, making it an exceptional candidate for agricultural lime applications. The results from the study are as follows:

1. Calcium Carbonate Equivalence (CCE)

The CCE is a key parameter used to assess the quality and effectiveness of liming materials. A CCE of 95% indicates that the cement dust has nearly the same neutralizing power as pure calcium carbonate, which is considered the standard for agricultural lime due to its high efficacy in soil pH adjustment. This high percentage means that the dust is predominantly composed of materials that react similarly to calcium carbonate when interacting with acidic soils.

The significance of a 95% CCE is substantial in the context of agriculture. It suggests that the cement dust can effectively raise soil pH, thus helping to ameliorate acidic soils and make them more suitable for

crop cultivation. By increasing the pH, the availability of essential nutrients to plants is improved, and toxic elements in the soil can become less available, thereby promoting healthier crop growth.

2. Calcium Oxide (CaO)

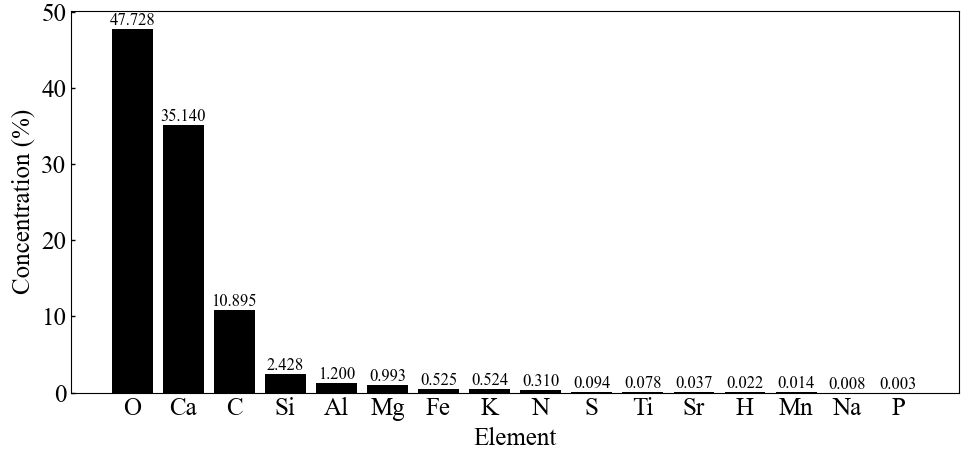


Figure 1 The elemental concentration by X-ray Fluorescence (XRF)

The Figure 1 clearly shows the concentrations of various elements in the sample:

1) Primary Elements

The graph prominently features Oxygen (O) at 47.728%, Calcium (Ca) at 35.14% and Carbon (C) at 10.895%, making them the most significant constituents of the sample. These elements are crucial for confirming the presence of $CaCO_3$, which is consistent with the high CCE of 95%.

2) Minor Elements

Silicon (Si), Aluminum (Al), Magnesium (Mg), Iron (Fe), and Potassium (K) appear in smaller percentages but are significant for the overall mineral matrix of the cement dust. These elements contribute to the physical and chemical properties of the dust.

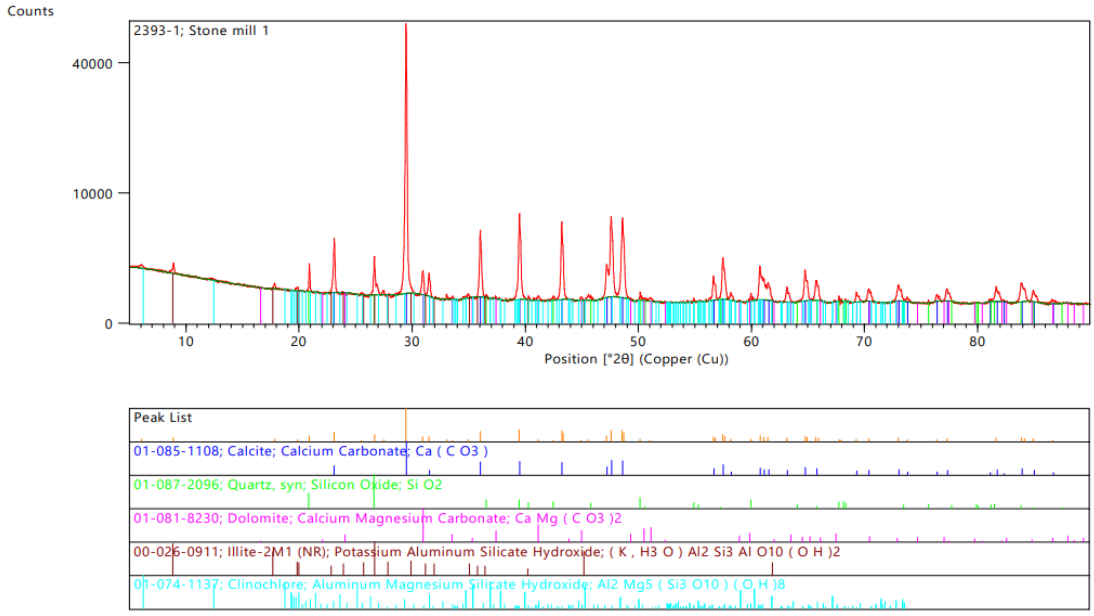


Figure 2 The X-Ray Diffraction (XRD) pattern from a sample of cement dust from stone mill

The Figure 2 shows the most significant peak occurs around the 2Theta value of approximately 29.4°, which is indicative of Calcite ($CaCO_3$). Calcite is the primary phase and is responsible for the cement dust's capacity to neutralize acid in soil, correlating to its high CCE.

The quantitative and qualitative analyses of the cement dust using XRD and XRF techniques revealed significant insights into its chemical and mineralogical composition, particularly concerning the CaO content. XRD analysis successfully identified the crystalline forms of CaO present in the sample, confirming the mineral's existence alongside other compounds such as calcium carbonate. These results are crucial as they indicate that the CaO is likely available in a reactive form suitable for soil amendment purposes.

Simultaneously, XRF analysis provided a precise quantification of the elemental calcium present in the dust, measured at 35.14%. Using the stoichiometric conversion of elemental calcium to CaO, based on their respective molar masses, the CaO content was calculated to be approximately 49.17% as follows:

$$CaO(\%) = \left(\frac{Molar\ mass\ of\ CaO}{Molar\ mass\ of\ Ca}\right) \times Ca\ (\%\ from\ XRF) \quad (2)$$

Where Molar mass of CaO = 56.077 g/mol

Molar mass of Ca = 40.078 g/mol

Ca (from XRF) = 35.14%

Figure 2 not only underscores the richness of the dust in terms of lime content but also corroborates its potential efficacy as a soil amendment agent. The high percentage of CaO is instrumental in enhancing the material's property to neutralize soil acidity, thereby improving soil health and agricultural productivity.

3. pH Level

The study results indicating a pH of 9.0 for the cement dust are notably above the standard threshold of greater than 8.0. This indicates a higher alkalinity than the minimum required for effective agricultural lime applications. In agricultural practices, lime is frequently utilized to increase soil pH to a more neutral level, which is crucial for optimal plant growth and nutrient uptake (Miller, 2019). The pH level of 9.0 not only meets but exceeds the standard, suggesting enhanced potential for soil amendment.

4. Particle Size Distribution

The results of our study demonstrate that the particle size distribution of cement dust is exceptionally fine, with 100% of the particles successfully passing through both 8 mesh and 80 mesh sieves. This level of fineness significantly surpasses the established industry standards, which mandate that only more than 85% of particles should pass through an 8 mesh sieve and more than 50% through an 80 mesh sieve. The comprehensive passage of cement dust particles through these sieves confirms its superior quality and uniformity compared to typical agricultural lime products. The fine particle size is crucial, as it ensures enhanced reactivity and more homogeneous soil amendment capabilities, promoting more consistent pH modification and nutrient distribution within treated soils.

5. Moisture Content (%)

Table 2 provided in the study details the moisture content measurements for cement dust samples. Three samples were weighed, with weights recorded as 5.023, 5.053 and 5.041 g, respectively. The respective

moisture contents were 0.39%, 0.43%, and 0.37%. These individual measurements were used to calculate an average moisture content of 0.40%, with a standard deviation (SD) of 0.03% and a percent relative standard deviation (RSD) of 7.70%. The %RSD indicates the degree of variance in relation to the average, providing insight into the consistency of the moisture content across different samples. Therefore, the moisture content of the cement dust was found to be 0.4% ± 0.03%, which is significantly lower than the standard. This indicates exceptional quality control in the production or processing of the cement dust, ensuring that it remains dry and free from excess moisture that could complicate its use in agricultural settings.

Table 2 The moisture content analyses for cement dust samples

Name	weight sample (g)	Moisture (%)	Average	SD	%RSD
Cement dust	5.023	0.39	0.40	0.03	7.70
	5.053	0.43			
	5.041	0.37			

Discussion

The utilization of industrial by-products in agriculture has been explored in several studies, highlighting both potential benefits and concerns. The CCE of 95% indicates a highly effective neutralizing power, surpassing the standard requirement of 85%. This high CCE means the soil amendment can more effectively counteract soil acidity, improving soil health and fertility. Research shows that materials with higher CCE values provide better pH adjustments, which is crucial for optimal plant growth (Olego et al., 2021). With a CaO content of 49.17%, this soil amendment exceeds the typical standard of 40%. Higher CaO levels enhance the soil's structure by increasing its calcium content, which can help in flocculating clay particles, thereby improving soil aeration and water infiltration. Studies confirm that elevated CaO levels in soil amendments contribute to better soil physical properties and nutrient availability. A pH of 9.0 significantly exceeds the standard threshold of 8.0, indicating the amendment's strong alkalinity, which is beneficial for raising soil pH and reducing soil acidity, the toxicity of Fe and Al to plant growth grown in acid soils. This change in pH can create a more favorable environment for nutrients uptake by plants. The effectiveness of liming materials in adjusting soil pH is well-documented, and higher pH levels can improve microbial activity and nutrient availability (Yu et al., 2023). The fact that 100% of the particles pass through both 8 and 80 mesh sieves ensures a fine particle size, which is crucial for the rapid and uniform distribution in the soil. Finer particles increase the surface area exposed to soil acidity, enhancing the speed and uniformity of the pH adjustment. Research emphasizes the importance of particle fineness for the effectiveness of lime in neutralizing soil acidity (Mamo, et al., 2009). A moisture content of 0.4 is well below the maximum standard of 5%, ensuring that the soil amendment is stable and easy to handle. Low moisture content prevents clumping and ensures consistent application. Stability and ease of handling are critical for practical agricultural use, ensuring that the material can be spread evenly across fields without issues. Therefore, cement dust from stone mill can be used for soil amendment in agricultural applications. For example, using cement dust from stone mills as a soil amendment offers substantial benefits for agricultural applications, particularly in

improving acid soils. Its high CCE, elevated CaO content, strong alkalinity, fine particle size, and low moisture content collectively contribute to enhancing soil health and fertility, leading to better crop growth and productivity (Guyer, 2017). This research underscores the potential of industrial by-products in sustainable agriculture, providing a cost-effective solution for soil improvement and environmental management.

Conclusions

The comprehensive evaluation of cement dust for potential agricultural applications revealed that it significantly exceeds the established quality standards for agricultural lime, according to criteria set by the Land Development Department. With a CCE of 95% and a CaO content of 49.17%, the dust demonstrates exceptional neutralizing power, comparable to pure calcium carbonate. This ensures its efficacy in increasing soil pH well above the standard minimum of 8.0, as evidenced by the measured pH of 9.0. Moreover, the particle size analysis showed that 100% of the dust passed through both 8 mesh and 80 mesh sieves, surpassing the standard requirements of >85% and >50% respectively, which guarantees a fine particle distribution for even soil amendment. The remarkably low moisture content of 0.4% also highlights the dust's suitability for storage and ease of application, preventing caking and ensuring stability. Collectively, these results not only validate the use of cement dust as a high-quality, effective alternative to traditional agricultural lime but also underscore its role in promoting sustainable agricultural practices through the repurposing of industrial by-products. This study advocates for the expanded use of cement dust in agriculture, aiming to enhance soil health, increase crop productivity, and contribute to environmental sustainability.

References

Adeyanju, E., Okeke, C.A. 2019. Exposure effect to cement dust pollution: a mini review. SN Appl. Sci. 1.

Akash Nevel, R., Dinesh Kumar, R., Surendar, M. 2024. Review on Partially Replacement of Cement with Industrial Waste in Manufacturing of Concrete and Bricks. In Sustainable Innovations in Construction Management. ICC IDEA 2023. Lecture Notes in Civil Engineering (eds. Gencel, O., Balasubramanian, M., Palanisamy, T.) Vol 388. Springer: Singapore.

Allied Market Research. 2024. Ready-Mix Concrete Market Size, Trends, Forecast 2030. Available from: https://www.alliedmarketresearch.com/ready-mix-concrete-market-A06028 [accessed on 5 June 2024].

Grand View Research. 2024. Ready-mix Concrete Market Size and Share Report, 2030. Available from: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ready-mix-concrete-market [accessed on 5 June 2024].

Guyer, J. P. 2017. An Introduction to Soil Stabilization with Portland Cement. NJ: Continuing Education and Development, Inc.

LDD. 2010. The standards criteria for agricultural lime. Available from: Available from: http:// ord101.ldd.go.th/webmordin/องค์ความรู้/การใช้วัสดุปูนเพื่อการเกษตร%20ในการปรับปรุงดิน.pdf [accessed on 5 June 2024].

Mamo, M., Wortmann, C. S., Shapiro, C. A. 2009. Lime Use for Soil Acidity Management. Available from: https://extensionpubs.unl.edu/publication/g1504/html/view [accessed on 5 June 2024].

Miller, L. 2019. Lime and liming – managing soil health. Available from: https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2019/02/lime-and-liming-managing-soil-health [accessed on 5 June 2024].

Olego, M.Á., Quiroga, M.J., Mendaña-Cuervo, C., Cara-Jiménez, J., López, R., Garzón-Jimeno, E. 2021. Long-Term Effects of Calcium-Based Liming Materials on Soil Fertility Sustainability and Rye Production as Soil Quality Indicators on a Typic Palexerult. Processes 9: 1181.

Yu, X., Keitel, C. & Dijkstra, F.A. 2023. Ameliorating soil acidity with calcium carbonate and calcium hydroxide: effects on carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics. J Soil Sci Plant Nutr 23: 5270–5278.

Production and Purification Recombinant Vago1 Protein for Antibody Generation

Aunkam, P.[1], Seabkongseng, T.[1], Limkul, S.[1], Suwantit, R.[1], Phiwthong, T.[1], and Boonchuen, P.[1*]

[1] School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand 30000

**Corresponding author: pakpoom.b@sut.ac.th*

Abstract

Vago1 belongs to the family of single domain von Willebrand factor type C (SVWC) proteins, which are crucial for the innate immunological defense systems of a variety of invertebrates. In the case of white shrimp Vago1, it has been reported that the system is infected with WSSV. Therefore, this research aims to produce and purify recombinant Vago1 protein for implementing in the context of biological functions. Firstly, the polymerase chain reaction (PCR) technique was employed to amplify Vago1 and the PCR product was ligated to expression plasmids using restriction enzyme digestion and DNA ligation techniques. The constructed plasmids were then transformed into expression bacteria to overexpress Vago1 protein. Protein purification was conducted by utilizing an affinity chromatography (Ni-NTA column). According to the outcomes of the experiment, the recombinant Vago1 protein can be successfully produced and purified, which could be used in further research topics to clarify our understanding of the role of Vago1 in the immune systems of invertebrates against pathogens.

Keywords: Vago1, Recombinant protein production, Protein purification

Introduction

Single domain von Willebrand factor type C (SVWC) proteins represent a diverse family of proteins characterized by a VWC domain. These proteins are predominantly found in invertebrates such as arthropods and mollusks, where they play crucial roles in various biological processes, including immune responses. Among these SVWC proteins, Vago1 has emerged as a significant player in the innate immune system of crustaceans, particularly in the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*). Initially identified in *Drosophila melanogaster*, Vago1 shares functional similarities with mammalian interferons, acting through conserved signaling pathways like the JAK/STAT pathway to combat viral infections (Chen et al., 2014); (Liu et al., 2014).

In *Penaeus vannamei*, Vago1 serves as a critical component of the shrimp's defense against viral pathogens, notably the white spot syndrome virus (WSSV). Studies have demonstrated that Vago1 expression is regulated by interferon regulatory factors (IRFs), which modulate its levels in response to viral challenges. This regulatory mechanism highlights Vago1's pivotal role in coordinating the shrimp's antiviral responses, like immune responses observed in vertebrates (Li & Xiang, 2013); (He et al., 2019)

The implications of Vago1 extend beyond fundamental immunology to practical applications in shrimp farming. Given the economic importance of *Penaeus vannamei* aquaculture and the persistent challenges posed by diseases like WSSV, understanding Vago1's immune functions opens avenues for

enhancing disease resistance in farmed shrimp. Strategies aimed at manipulating Vago1 expression through dietary supplements or genetic approaches hold promise for improving shrimp health and reducing mortality rates, thereby supporting sustainable aquaculture practices (Shi et al., 2021); (Ma et al., 2008)

This study aims to produce and purify recombinant Vago1 protein for antibody generation, focusing on its application in shrimp farming. The Vago1 gene was amplified using PCR, cloned into expression plasmids, and then transformed into bacterial hosts for protein expression. Purification was conducted using affinity chromatography with a Ni-NTA column, ensuring the isolation of high-quality Vago1 protein. This purified protein was then used to generate antibodies, which hold promise for enhancing shrimp immune responses against viral pathogens like white spot syndrome virus (WSSV). These findings contribute to developing biotechnological tools that could potentially improve disease management practices and sustainability in shrimp aquaculture.

Materials and Methods

Cloning and Amplification of LvVago1 for Expression

For the construction of expression vectors harboring LvVago1, specific primer sets were designed for PCR amplification. The forward primer (5'-CATCCATGGGCAGTTCTTGCTGATTGCTTGCTT-3') included an NcoI restriction site at its 5' terminus to facilitate directional cloning, while the reverse primer (5'-GATGGATCCTTAATGATGATGATGATGATGATGAGCAGTTCCTGGTGCTGCCTGTGG-3') incorporated a BamHI restriction site and a 6× His-tag at its 3' end for subsequent affinity purification of the recombinant protein. PCR amplification was conducted under optimal thermal cycling conditions: an initial denaturation step at 95°C, followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30 seconds, annealing at 60°C for 30 seconds, and extension at 72°C for 30 seconds, with a final extension at 72°C for 10 minutes. Purification of the PCR products was carried out using the FavorPrep Gel/PCR Purification Mini Kit (Favorgen) to ensure the removal of contaminants and obtain pure DNA fragments. The purified PCR products were then digested with NcoI and BamHI restriction enzymes, ligated into the pET-22b vector, and subsequently transformed into competent cells for further expression analysis.

Expression of pET-22b/LvVago1 proteins in *Escherichia coli* strains

The pET-22b/LvVago1 expression vectors were transformed into *Escherichia coli* strains BL21 (DE3), BL21(DE3)-CodonPlus, and Rosetta (DE3) for protein expression. Cultures were cultivated until reaching an optical density at 600 nm (OD600) of approximately 0.4–0.6. Subsequently, isopropyl β-D-1-thiogalactopyranoside (IPTG) was added to a final concentration of 1 mM to induce protein expression, which continued for 4 hours at 37°C with agitation at 250 rpm. Following induction, cellular lysates were subjected to centrifugation at 10,000 g for 15 minutes at 4°C. The resulting pellets were collected and stored at -80°C.

Purification and quantification of recombinant LvVago1 proteins

The Cells were harvested and resuspended in a binding buffer (6 M urea in 1xPBS pH 7.4 and 1% SDS in 1xPBS pH 7.4). Sonication was then performed, and inclusion bodies were collected and solubilized in a binding buffer supplemented with 6 M urea and 1% SDS. The mixture, containing 1% SDS in 1x PBS (pH 7.4),

was incubated on ice for 30 minutes before centrifugation to precipitate the SDS. The recombinant LvVago1 proteins were purified by the Ni-NTA agarose bead (GoldBio) column. Elution was performed using a buffer of 6 M urea and 1% SDS in 1x PBS (pH 7.4) with varying imidazole concentrations. Fractions containing the recombinant proteins were pooled and dialyzed. Protein concentration was determined using the Bradford assay(Bradford, 1976).

Confirmation of purified recombinant LvVago1 protein by western blot analysis

E. coli BL21-CodonPlus (DE3) strains harboring LvVago1 and recombinant LvVago1 protein were subjected to electrophoresis on a 12% SDS-PAGE gel. The resolved proteins were then transferred onto a nitrocellulose membrane using a semi-dry blotting technique (Amersham, Biosciences). The membrane was subsequently blocked with a 2% skim milk solution at room temperature for 1 hour. Following blocking, the membrane underwent five washes in 1x PBS containing 0.1% Tween 20. It was then incubated with mouse anti-His-Tag monoclonal antibody (ABclonal), diluted at a ratio of 1:5,000 in 2% skim milk with 0.05% Tween 20. After antibody incubation, the membrane underwent an additional five washes in 1x PBS with 0.1% Tween 20 and was subsequently incubated for 1 hour at room temperature with HRP-conjugated goat anti-mouse IgG (ABclonal), diluted at a ratio of 1:5,000 in 1x PBS containing 2% skim milk and 0.1% Tween 20. The membrane was then washed three times in 1x PBS with 0.1% Tween 20 for 5 minutes per wash. Chemiluminescent signals were detected using clarity Western ECL Substrate (Bio-Rad).

Results

Amplification and Cloning of LvVago1 Gene into pET22b Vector

The process of constructing the pET22b-LvVago1 plasmid begins with the PCR amplification of the LvVago1 gene, resulting in a specific PCR product (Figure 1A). This product is then ligated into the pET22b vector to create the recombinant pET22b-LvVago1 plasmid (Figure 1B). Following transformation into bacterial cells, the plasmid is extracted and purified. Verification of successful cloning is conducted by performing PCR colony screening on 10 selected colonies (Figure 1C). Additionally, the recombinant plasmid undergoes double digestion with NcoI and BamHI restriction enzymes, and the resulting digestion products are analyzed by electrophoresis on a 1% agarose gel to confirm the presence and accurate insertion of the LvVago1 gene (Figure 1D). It was found that successfully cloned the pET22b-LvVago1 plasmid, especially with a specific site size of 543 bp.

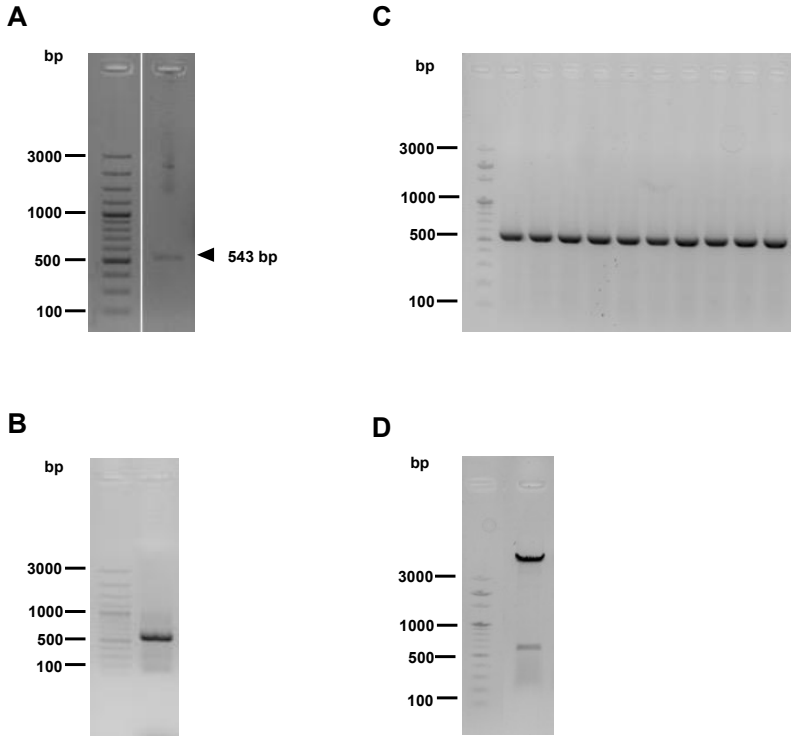


Figure 1 Amplification of LvVago1 gene and construction of pET22b-LvVago1 plasmid. (A) PCR product of LvVago1 gene, (B) pET22b- LvVago1 plasmid extraction result, (C): Select 10 colonies for PCR colony testing, (D): double digestion of recombinant pET22b-LvVago1 by NcoI and BamHI. Products were electrophoresed on 1% agarose gel.

***Escherichia coli* strains BL21 (DE3), BL21(DE3)-CodonPlus, and Rosetta (DE3) transformed with sequence-verified LvVago1 produced a 19 kDa protein after induction with IPTG**

Following successful cloning of the pET22b-LvVago1 plasmid, which confirmed a 543 bp sequence (Figure 1), *Escherichia coli* strains BL21(DE3)-CodonPlus, BL21(DE3), and Rosetta (DE3) were transformed for protein expression studies. Induction with IPTG revealed robust production of the 19 kDa LvVago1 protein in both inclusion bodies and the soluble fraction specifically in BL21(DE3)-CodonPlus (Figure 2B). Conversely, BL21(DE3) and Rosetta (DE3) exhibited no detectable LvVago1 expression (Figure 2A and C). Consequently, BL21(DE3)-CodonPlus was identified as the optimal strain for subsequent LvVago1 protein expression investigations. The next phase of this research will involve optimizing binding buffers to enhance the efficiency of LvVago1 protein purification.

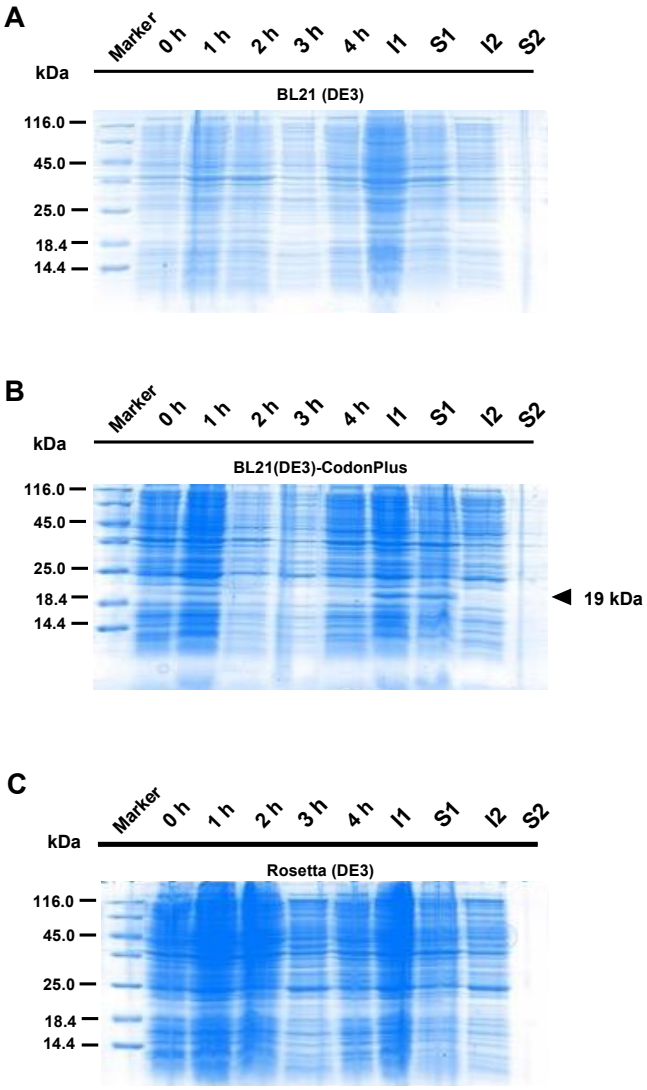


Figure 2 The SDS-PAGE analysis of recombinant LvVago1 expression. The expected molecular mass for recombinant LvVago1 is 19 kDa. (1-4h: after adding 1 mM IPTG, I1and I2: inclusion bodies, S1and S2: soluble fraction)

Purification and Immunoblotting of Recombinant LvVago1 Protein

To optimize binding buffers for enhanced LvVago1 protein purification, recombinant LvVago1 was expressed in an E. coli system, and the inclusion body proteins were purified using Ni-NTA agarose beads (GoldBio). The purified LvVago1, with an expected size of approximately 19 kDa (Figure 2B), was eluted using buffers containing either 6 M urea or 1% SDS in 1x PBS (pH 7.4) with various imidazole concentrations (20 mM, 50 mM, 100 mM, and 150 mM). It was observed that the elution buffer with 6 M urea and 150 mM imidazole in 1x PBS (pH 7.4) effectively eluted the LvVago1 protein, as indicated by the bands on the Western Blot (Figure 3B). In contrast, the buffer with 1% SDS in 1x PBS (pH 7.4) failed to elute LvVago1 protein at all tested imidazole concentrations, as shown by the absence of bands (Figure 3A).

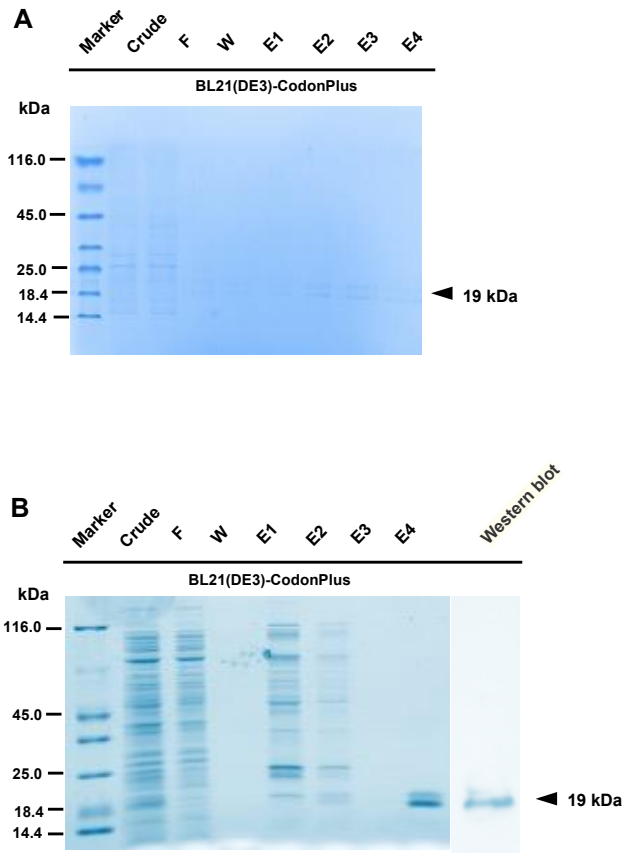


Figure 3 Protein purification with Ni-NTA agarose resin and Western blot analysis of expressed LvVago1 using mouse anti-His-Tag monoclonal antibody (ABclonal) with HRP-conjugated goat anti-mouse IgG (ABclonal). The predicted weight of recombinant LvVago1 is 19 kDa. (F: flow-through, W: wash, E1–E4: different imidazole concentrations including 20mM, 50mM, 100mM, and 150mM of elution.)

Discussions

The successful cloning of the LvVago1 gene into the pET22b vector was confirmed through restriction enzyme digestion and PCR colony screening, demonstrating the efficacy of the cloning protocol (Figure 1). The primers were designed with NcoI and BamHI restriction sites, which facilitated the directional cloning of LvVago1, ensuring the gene was inserted correctly into the vector. This precision in cloning is critical for maintaining the integrity of the gene sequence and ensuring successful downstream applications. The inclusion of a His-tag in the reverse primer was a strategic choice to aid in the purification process, highlighting the importance of thoughtful primer design in molecular cloning.

Expression analysis in various E. coli strains identified BL21(DE3)-CodonPlus as the most suitable host for the production of the 19 kDa LvVago1 protein (Figure 2). This strain, optimized for rare codon usage, likely enhanced the translation efficiency of LvVago1, which was not achieved in BL21(DE3) and Rosetta (DE3). The significant expression of LvVago1 in BL21(DE3)-CodonPlus emphasizes the importance of host strain selection

in recombinant protein expression. Host strains that are engineered to enhance the expression of proteins with rare codons can significantly improve yield and solubility, which are critical factors for successful protein production.

The purification of LvVago1 was optimized using Ni-NTA agarose beads, leveraging the His-tag for affinity purification(Figure 3). The study evaluated different binding buffers, with the buffer containing 6 M urea and 150 mM imidazole proving most effective for eluting the LvVago1 protein, as verified by Western blot analysis. Buffers containing 1% SDS failed to elute the protein, indicating that urea was essential for maintaining the solubility and stability of LvVago1 during purification. This finding underscores the importance of optimizing buffer compositions in purification protocols, particularly for proteins that form inclusion bodies. Effective buffer selection is crucial for maximizing the recovery and purity of recombinant proteins.

Conclusions

In summary, this study successfully cloned, expressed, and purified the LvVago1 protein, demonstrating that the BL21(DE3)-CodonPlus strain is the optimal host for its production. The use of strategic primer design, incorporating NcoI and BamHI restriction sites and a His-tag, facilitated accurate cloning and efficient purification via Ni-NTA agarose affinity chromatography. Optimization of binding buffers revealed that 6 M urea with 150 mM imidazole was most effective in eluting the recombinant protein, highlighting the critical role of buffer composition in purification protocols. These findings provide a robust methodological framework for future research on the functional characterization of LvVago1 and its role in invertebrate immune responses, potentially informing new approaches in biotechnology

Acknowledgements

This work was supported by (i) Suranaree University of Technology (SUT), (ii) Thailand Science Research and Innovation (TSRI), and (iii) National Science, Research, and Innovation Fund (NSRF) (grant number 195581)

References

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry, 72*(1-2), 248-254.

Chen, K., Li, E., Gan, L., Wang, X., Xu, C., Lin, H., Qin, J. G., & Chen, L. (2014). Growth and lipid metabolism of the pacific white shrimp Litopenaeus vannamei at different salinities. *Journal of Shellfish Research, 33*(3), 825-832.

He, Y., Wang, S., Zhang, J., Zhang, X., Sun, F., He, B., & Liu, X. (2019). Integrative and conjugative elements-positive Vibrio parahaemolyticus isolated from aquaculture shrimp in Jiangsu, China. *Frontiers in microbiology, 10*, 1574.

Li, F., & Xiang, J. (2013). Signaling pathways regulating innate immune responses in shrimp. *Fish & shellfish immunology, 34*(4), 973-980.

Liu, Y., Hou, F., He, S., Qian, Z., Wang, X., Mao, A., Sun, C., & Liu, X. (2014). Identification, characterization and functional analysis of a serine protease inhibitor (Lvserpin) from the Pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei. *Developmental & Comparative Immunology, 43*(1), 35-46.

Ma, T. H.-T., Benzie, J. A., He, J.-G., & Chan, S.-M. (2008). PmLT, a C-type lectin specific to hepatopancreas is involved in the innate defense of the shrimp Penaeus monodon. *Journal of invertebrate pathology, 99*(3), 332-341.

Shi, B., Xu, F., Zhou, Q., Regan, M. K., Betancor, M. B., Tocher, D. R., Sun, M., Meng, F., Jiao, L., & Jin, M. (2021). Dietary organic zinc promotes growth, immune response and antioxidant capacity by modulating zinc signaling in juvenile Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei). *Aquaculture Reports, 19*, 100638.

Production and Purification Recombinant sVP28 Protein for Antibody Generation

Seabkongseng, T.[1], Limkul, S.[1], Aunkam, P.[1], Suwantit, R.[1], Phiwthong, T.[1] and Boonchuen, P.[1*]

[1] School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand 30000

**Corresponding author: pakpoom.b@sut.ac.th*

Abstract

sVP28 is a part of the VP28 gene found in a circular RNA derived from White Spot Syndrome Virus (WSSV), which is one of pathogens that affects the aquaculture of shrimp globally. sVP28 is found to play an important role in the shrimp immune response. According to previous studies, VP28 protein is one of WSSV capsid proteins being utilized to produce antibodies able to detect the infection of WSSV in shrimp. However, no report has established the antibody against the sVP28 protein. Therefore, this study wanted to produce and purify recombinant sVP28 protein to generate antibodies that are specific to the sVP28 protein. The protein was overexpressed using bacteria, which was then purified using the protein purification from polyacrylamide gel instead and the highly purified protein was attainable via this technique. The purified protein can, hence, be used to generate antibodies, which are able to thoroughly examine the role of the sVP28 protein, as well as develop new methods to prevent and treat diseases caused by WSSV, which could reduce its impact on the shrimp farming industry.

Keywords: sVP28, Recombinant protein, affinity chromatography, protein purification

Introduction

White Spot Syndrome Virus (WSSV) is a significant pathogen in the global aquaculture industry, particularly affecting shrimp farming (Lightner, 2011). The economic impact of WSSV outbreaks can be devastating, with shrimp mortality rates reaching up to 100% within 3 to 5 days post-infection. WSSV is a large, enveloped double-stranded DNA virus associated with the genus *Whispovirus* within the virus family *Nimaviridae*. It has a wide host range among crustaceans (Pradeep et al., 2012; Sánchez-Paz, 2010).

One of the viral proteins, VP28, is a major structural protein that has been extensively studied for its role in the virus's infection mechanism and its potential as a target for diagnostic tools and vaccines (van Hulten et al., 2001). Previous studies have demonstrated that VP28 can induce protective immunity in shrimp. The recombinant VP28 expressed in insect cells conferred significant protection against WSSV in shrimp (Kumar et al., 2008). Furthermore, silencing of the VP28 gene using RNA interference (RNAi) has shown promise in reducing viral loads and improving survival rates in infected shrimp (Westenberg et al., 2005). Antibodies against the VP28 protein can effectively detect WSSV infections in shrimp, facilitating early diagnosis and management of the disease (Chaivisuthangkura et al., 2004; Hou et al., 2011). sVP28 is a part of the VP28 gene found in a circular RNA derived from the WSSV, plays an important role in the shrimp's immune response. Despite its potential significance, there has been no report to date of antibodies developed specifically against

the sVP28 protein. The availability of sVP28-specific antibodies will facilitate in-depth studies on the role of sVP28 in the shrimp immune response and its interaction with WSSV. Additionally, these antibodies could lead to the development of novel diagnostic methods and therapeutic interventions aimed at reducing the impact of WSSV on shrimp farming.

This research aimed to produce and purify the recombinant sVP28 protein to generate antibodies specifically targeting the sVP28 protein. To achieve this, the protein was overexpressed in bacterial systems. Following overexpression, the protein underwent a purification process using polyacrylamide gel electrophoresis. This method proved effective in isolating the sVP28 protein to a high degree of purity. The successfully purified sVP28 protein can be utilized to produce antibodies. These antibodies will play a crucial role in detailed studies of the sVP28 protein's function. Additionally, they can be instrumental in the development of novel strategies for the prevention and treatment of diseases caused by the White Spot Syndrome Virus (WSSV).

Materials and Methods

Expression of recombinant sVP28 protein

To produce the sVP28 protein, the expression vector pET21a+/sVP28 was transformed into *Escherichia coli* BL21 (DE3)-CodonPlus and *Escherichia coli* Rosetta (DE3) strain, which served as the host strain for protein synthesis. These transformed cells were then cultured in an LB medium until they reached an optical density (OD600) between 0.4 and 0.6, which is optimal for protein expression. 1 M isopropyl β-D-1-thiogalactopyranoside (IPTG) was added to a final concentration of 1 mM, the induction was carried out under controlled conditions, maintaining the cultures at 30°C and shaking at 250 rpm 4 h. After the induction period, the cells were collected by centrifugation to separate them from the culture medium. The harvested cells were then stored at -80°C to preserve the protein and maintain the cells' integrity for further downstream processing and analysis

Purification of recombinant sVP28 protein

To purify the recombinant protein, cells were harvested and resuspended in binding buffer (1XPBS pH 7.4). The cells were then disrupted using sonication, and the inclusion bodies were harvested and dissolved in binding buffer supplemented with 1XPBS pH 7.4. The recombinant sVP28 proteins were subsequently purified using a Ni-NTA agarose bead column (GoldBio). The protein was eluted using elution buffer containing different concentrations of imidazole (50 mM, 150 mM, and 250 mM). Protein purity was assessed using SDS-PAGE.

Recombinant protein production of sVP28

The purification process of the recombinant sVP28 protein involved initial observation using SDS-PAGE. After the electrophoresis, the protein bands of interest were carefully cut out from the gel using a razor blade. These excised gel pieces were then washed three times, each for 5 minutes of 1XPBS pH 7.4. The gel slices were then finely chopped into small pieces of 2–5 mm. Subsequently, 1X PBS pH 7.4, containing 0.1% SDS, was added to the gel fragments to achieve a buffer-to-gel volume ratio of about 2:1. The mixture was then sonicated for 3 minutes in an ice bath. The sonicated gel fragments were separated from the extraction

buffer, the sample was applied to a filter column and centrifuged at 500g for 10 minutes. The purity of the isolated protein was again assessed using SDS-PAGE.

Next, the recombinant sVP28 proteins were purified using a Ni-NTA agarose column (GoldBio). The proteins were subjected to washing and elution steps, first with 50 mM imidazole in PBS pH 7.4 and then with 250 mM imidazole in 1XPBS pH 7.4, respectively. The fractions containing the recombinant proteins were combined and subjected to dialysis against a solution of 1XPBS pH 7.4. The protein concentration was then determined using the BCA method.

Confirmation and detection of sVP28 protein

To confirm and detect the sVP28 protein, the recombinant sVP28 protein was first separated using SDS-PAGE and subsequently transferred to a membrane. The membrane was then blocked with 5% skim milk in 1X PBS containing 0.1% Tween 20 for 1 hour at room temperature to prevent non-specific binding. Following this, the membrane was incubated for 1 hour at room temperature with a VP28 antibody (diluted 1:10,000), prepared according to the method described by Tsai et al. (2006) (Tsai et al., 2006), The membrane was washed three times with 1X PBS with 0.1% Tween 20. Next, an HRP-conjugated goat anti-rabbit IgG (diluted 1:10,000) from Abbkine was used as the secondary antibody, followed by three additional washes with 1X PBS containing 0.1% Tween 20. The chemiluminescent signal was detected using the Amersham ECL Prime Western blotting detection reagent substrate from Cytiva.

Results

Expression and Extraction of recombinant sVP28 protein

To produce recombinant sVP28 protein, we utilized the E. coli expression system with strains including *E. coli* BL21(DE3)-CodonPlus and *E. coli* BL21 Rosetta (DE3). The protein was successfully overexpressed in *E. coli* BL21(DE3)-CodonPlus, demonstrating the expected size of approximately 19.5 kDa (Figure 1). However, consistent overexpression was not achieved in *E. coli* BL21 Rosetta (DE3). Following expression, the recombinant sVP28 proteins in *E. coli* BL21(DE3)-CodonPlus were subsequently purified using a Ni-NTA agarose bead column (GoldBio).

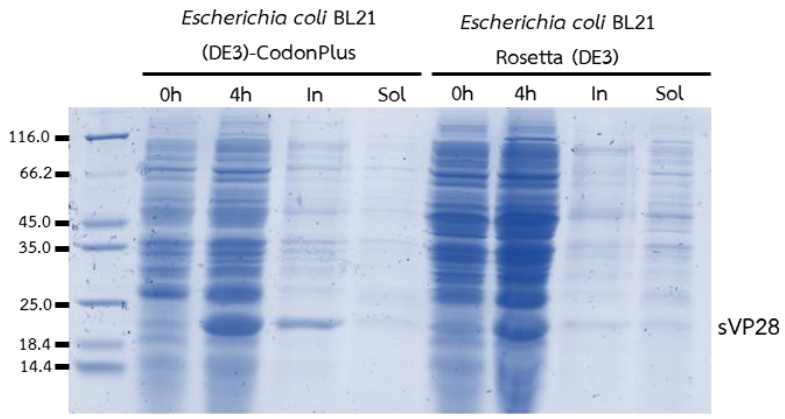


Figure 1 The expression of recombinant sVP28 protein. The expected size of approximately 19.5 kDa. (0h: befor adding 1 mM IPTG, 4h: after adding 1 mM IPTG, In: inclusion bodies, Sol: soluble)

Protein Purification from affinity chromatography

For the purification of recombinant sVP28 protein, *E. coli* BL21(DE3)-CodonPlus was employed for protein expression. Initially, the inclusion bodies were purified using a Ni-NTA agarose bead column (GoldBio). The protein was initially eluted using elution buffers containing different concentrations of imidazole (50 mM, 150 mM, and 250 mM) (Figure 2). However, proteins eluted from the column effectively only at 250 mM imidazole, suggesting the presence of some contaminants. Further purification was carried out using polyacrylamide gels via sonication extraction.

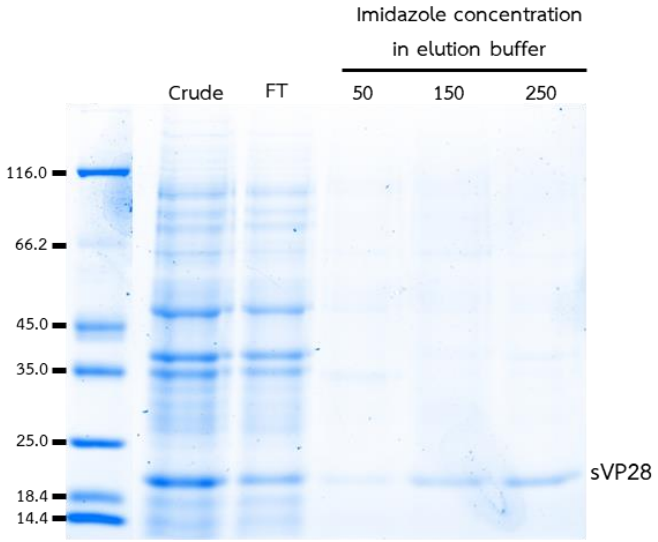


Figure 2 Recombinant sVP28 protein using Ni-NTA agarose bead column (GoldBio). The expected size of approximately 19.5 kDa. (F: flow-throug, 50-250: imidazole concentration in elution buffer)

Purification from Polyacrylamide Gels by Sonication Extraction and Confirmation of sVP28 protein

To confirmation and detection for enhanced recombinant sVP28 protein, protein was purified from polyacrylamide gels using sonication extraction, indicating some impurities persisted (Figure 3A). This

necessitated further purification using Ni-NTA agarose bead column (GoldBio) led to (Figure 3B), where only a characteristic molecular weight band of 19.5 kDa was observed on SDS-PAGE analysis. The Western Blot analysis of recombinant sVP28 protein shows two major immunoreactive bands with appare 19.5 kDa.

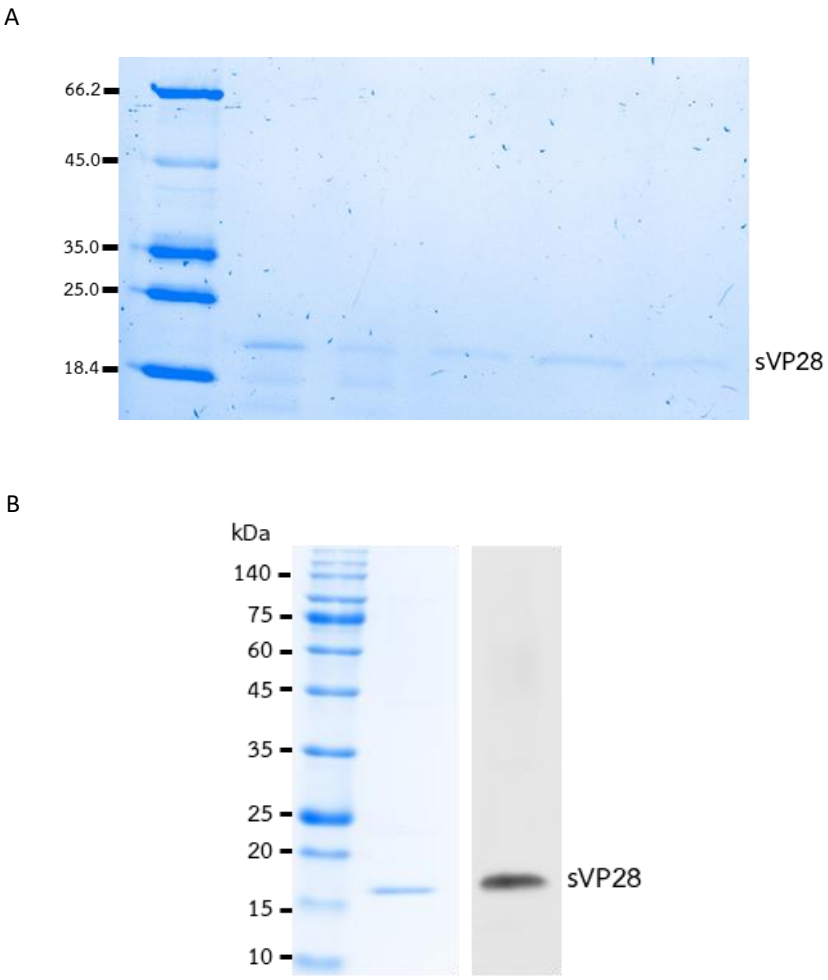


Figure 3 Protein purification from Polyacrylamide Gels by Sonication Extraction and Western blot analysis of recombinant sVP28 protein. (A) The purified sVP28 proteins extracted from polyacrylamide gels using sonication were analyzed by SDS-PAGE. (B) Western blot analysis confirmed the presence of a band corresponding to sVP28.

Discussion

To produce and purify recombinant sVP28 protein from White Spot Syndrome Virus (WSSV) to generate specific antibodies, a significant step towards understanding its role in shrimp immunity and developing diagnostic and therapeutic tools against WSSV. The successful expression and purification of sVP28 were achieved using both affinity chromatography and polyacrylamide gel extraction techniques, confirming its purity and specificity through SDS-PAGE and Western blot analysis.

The expression of sVP28 in *Escherichia coli* strains BL21 (DE3))-CodonPlus and Rosetta (DE3) yielded differing results, with optimal expression observed in *E. coli* BL21 (DE3))-CodonPlus (Figure 1). This variation underscores the importance of host strain selection in recombinant protein expression, aligning with previous studies that highlighted the influence of host genetic background on protein yield and quality (Shevchenko et al., 1996).

Affinity chromatography using Ni-NTA agarose beads initially provided purification, although at 250 mM imidazole concentration (Figure 2), indicating some impurities persisted. This necessitated further purification using polyacrylamide gel extraction via sonication, which improved purity as evidenced by the absence of non-specific bands on SDS-PAGE (Figure 3A-B). The use of sonication extraction from polyacrylamide gels has been reported as effective in isolating proteins from complex mixtures (Retamal et al., 1999; Shevchenko et al., 1996), supporting its application in this study. Western blot analysis confirmed the presence of sVP28 protein at approximately 19.5 kDa, consistent with the expected molecular weight, validating the purification methods used. The successful generation of antibodies specific to sVP28 opens avenues for exploring its immunological function in shrimp, potentially enhancing diagnostic accuracy and therapeutic efficacy against WSSV infections in aquaculture.

This research contributes to the broader understanding of WSSV pathogenesis and host immune response mechanisms, offering insights into how sVP28 interacts with shrimp immunity. Future studies could focus on elucidating the precise role of sVP28 in WSSV infection dynamics and evaluating its potential as a vaccine candidate or diagnostic marker.

Conclusions

In conclusion, this study successfully expressed and purified recombinant sVP8 protein from Escherichia coli using both affinity chromatography and polyacrylamide gel extraction techniques. The results indicate that polyacrylamide gel extraction techniques demonstrating its purity and specificity as evidenced by confirmed through SDS-PAGE and Western blot analysis. This achievement lays the groundwork for further research into the role of sVP28 in shrimp immune response and its potential applications in diagnostics and therapeutics for WSSV. By generating antibodies specific to sVP28, this study opens avenues for developing novel strategies to mitigate the impact of WSSV outbreaks on shrimp farming.

Acknowledgements

This research was supported by (i) Suranaree University of Technology (SUT), (ii) Thailand Science Research and Innovation (TSRI), and (iii) National Science, Research, and Innovation Fund (NSRF) (grant number 195581)

References

Chaivisuthangkura, P., Tangkhabuanbutra, J., Longyant, S., Sithigorngul, W., Rukpratanporn, S., Menasveta, P., & Sithigorngul, P. (2004). Monoclonal antibodies against a truncated viral envelope protein (VP28) can detect white spot syndrome virus (WSSV) infections in shrimp. *ScienceAsia, 30*, 359-363.

Hou, C.-l., Cao, Y., Xie, R.-h., Wang, Y.-z., & Du, H.-h. (2011). Characterization and diagnostic use of a monoclonal antibody for VP28 envelope protein of white spot syndrome virus. *Virologica Sinica, 26*, 260-266.

Kumar, R., Mukherjee, S., Ranjan, R., & Nayak, S. (2008). Enhanced innate immune parameters in Labeo rohita (Ham.) following oral administration of Bacillus subtilis. *Fish & Shellfish Immunology, 24*(2), 168-172.

Lightner, D. V. (2011, Jan). Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): a review. *J Invertebr Pathol, 106*(1), 110-130. https://doi.org/10.1016/j.jip.2010.09.012

Pradeep, B., Rai, P., Mohan, S. A., Shekhar, M. S., & Karunasagar, I. (2012). Biology, host range, pathogenesis and diagnosis of white spot syndrome virus. *Indian Journal of Virology, 23*, 161-174.

Retamal, C. A., Thiebaut, P., & Alves, E. W. (1999). Protein purification from polyacrylamide gels by sonication extraction. *Analytical Biochemistry, 268*(1), 15-20.

Sánchez-Paz, A. (2010). White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern. *Veterinary research, 41*(6).

Shevchenko, A., Wilm, M., Vorm, O., & Mann, M. (1996). Mass spectrometric sequencing of proteins from silver-stained polyacrylamide gels. *Analytical chemistry, 68*(5), 850-858.

Tsai, J.-M., Wang, H.-C., Leu, J.-H., Wang, A. H.-J., Zhuang, Y., Walker, P. J., Kou, G.-H., & Lo, C.-F. (2006). Identification of the nucleocapsid, tegument, and envelope proteins of the shrimp white spot syndrome virus virion. *Journal of virology, 80*(6), 3021-3029.

van Hulten, M. C., Witteveldt, J., Snippe, M., & Vlak, J. M. (2001). White spot syndrome virus envelope protein VP28 is involved in the systemic infection of shrimp. *Virology, 285*(2), 228-233.

Westenberg, M., Heinhuis, B., Zuidema, D., & Vlak, J. M. (2005). siRNA injection induces sequence-independent protection in Penaeus monodon against white spot syndrome virus. *Virus Research, 114*(1-2), 133-139.

การใช้เครื่องหมายโมเลกุลสนิป (SNP) ที่ได้มาจากเทคโนโลยี RAD-seq เพื่อวิเคราะห์กลุ่มยีนสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสในอ้อย

Utilizing SNP Molecular Markers (SNPs) Derived from RAD-seq Technology to Analyze the Sucrose Biosynthesis Gene Cluster in Sugarcane

วีรกรณ์ แสงไสย์[1*] เบญจวรรณ รัตวัตร์[1] ศุภรัตน์ ศรีทะวงษ์[2] นัฐภัทร์ คำหล้า[3] รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์[4] และ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล[1]

Saengsai W.[1*], Rattawat B. [1], Srithawong S. [2], Khumla N. [3], Chueakiitisak R. [4] and Sakuanrungsirikul S.[1]

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Muang, Khon Kaen 40000.

[2] สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2] Biotechnology Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok, 10900.

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190

[3] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan, 60190.

[4] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

**Corresponding author: weerakorn.saengsai@gmail.com*

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธ์อ้อยให้ได้ตามลักษณะที่ดีและพึงประสงค์ ยังไม่ประสบความสำเร็จเป็นรูปธรรมเท่าที่ควร การปรับปรุงพันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ใช้เทคนิคแบบดั้งเดิม (conventional breeding method) ที่มีการนำพ่อ-แม่พันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการมาผสมกัน การคัดเลือกใช้ลักษณะภายนอกที่ปรากฏ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน จึงจะได้พันธุ์อ้อยที่มีลักษณะตามที่ต้องการเพื่อนำไปแนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ประโยชน์ การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุล SNP ด้วยเทคโนโลยี RAD-seq สามารถตรวจเอกลักษณ์ของสายพันธุ์ ตรวจสอบสายพันธุ์ลูกผสม และจัดจำแนกพันธุ์สิ่งมีชีวิตที่มีฐานพันธุกรรมใกล้เคียงกันได้ จากการใช้เครื่องหมายโมเลกุล SNP ด้วยเทคโนโลยี RAD-seq วิเคราะห์อ้อย 16 สายพันธุ์ พบว่า ทุกสายพันธุ์มีจำนวน SNPs และ INDELs มากกว่า 1,900,000 และ 23,000 ตำแหน่ง ตามลำดับ ส่วนผลแผนภาพต้นไม้ แสดงสายวิวัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มยีนสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส ด้วยวิธี Maximum Likelihood method พบการจัดกลุ่มยีนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ สอดคล้องกับค่า commercially extractable sucrose (CCS) ของสายพันธุ์อ้อย ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่มีค่า C.C.S. อยู่ในช่วง 9-12 และ กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ มีค่า C.C.S. อยู่ในช่วง 13-นอกจากนี้พบว่า ข้อมูลลำดับเบสที่ได้จากเทคโนโลยี RAD-seq สามารถนำใช้เป็นลำดับเบสอ้างอิงในการศึกษาวิจัยบริเวณยีนอื่น ๆ ที่สนใจในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: อ้อย เทคนิค Restriction site Associated DNA Sequencing (RAD-Seq) สนิป (SNPs), INDELs

Abstract

Improving sugarcane varieties to meet desirable characteristics has not yet achieved as much concrete success as it should. For the most part, sugarcane breeding still relies on traditional techniques, where parent plants with desired characteristics are crossbred. This conventional breeding method focuses on selecting external traits, which is a time-consuming process. To develop sugarcane varieties with desirable agricultural traits that can be recommended to and adopted by farmers, more efficient methods are needed. One such method is the validation of SNP molecular markers with RAD-seq technology. These markers can be used to determine species identity, check hybrid strains, and classify organisms with similar genetic

backgrounds. Using SNP molecular markers and RAD-seq technology to analyze 16 sugarcane species, it was found that each species had more than 1,900,000 SNPs and 23,000 INDELs, respectively. Phylogenetic analysis related to the sucrose synthesis gene group, using the Maximum Likelihood method, revealed that the gene grouping is divided into two large clusters. These clusters correspond to the commercially extractable sucrose (CCS) values of the sugarcane species. Group 1 includes species with CCS values ranging from 9-12, while Group 2 includes species with CCS values ranging from 13-15. Additionally, the sequence data obtained from RAD-seq technology, besides identifying sucrose synthesis genes, can also be used as a reference sequence for future research on other gene regions of interest.

Keywords: Sugarcane, RAD-Seq, Restriction site Associated DNA Sequencing, Breeding program

บทนำ

สาเหตุของผลผลิตอ้อยที่ตกต่ำสืบเนื่องมาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ประกอบด้วยการบริการจัดการที่ไม่เป็นระบบ สภาพพื้นที่ปลูกอ้อยที่ไม่มีความเหมาะสม ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูกอ้อย ปัญหาการระบาดของโรค แมลงศัตรูพืช และที่สำคัญที่สุดคือ พันธุ์อ้อย หากนำพันธุ์อ้อยไปปลูกในสภาพพื้นที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อยต่ำ นอกจากนี้หากพันธุ์อ้อยมีความอ่อนแอหรือไม่ทนทานต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลงศัตรูพืชอ้อย ทำให้ผลผลิตอ้อยตกต่ำ (เรวัต และคณะ, 2551) ดังนั้น การมีพันธุ์อ้อยที่ดี สามารถตอบสนองต่อพื้นที่ปลูกอ้อยได้หลากหลายตอบสนองต่อปุ๋ย ทนต่อสภาวะแล้งและน้ำท่วม สามารถไว้ตอได้ดี และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องให้อ้อยสามารถให้ผลผลิตได้สูงสุด แต่อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงพันธ์อ้อยให้ได้ตามลักษณะที่ดีและพึงประสงค์ ยังไม่ประสบความสำเร็จเป็นรูปธรรมเท่าที่ควร เนื่องจาก โดยส่วนใหญ่การปรับปรุงพันธุ์อ้อยยังคงใช้เทคนิคแบบดั้งเดิม (conventional breeding method) ที่มีการนำพ่อพันแม่พันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการมาผสมกัน จากนั้นคัดเลือกต้นอ้อยรุ่นลูก (F1) โดยใช้ลักษณะภายนอกที่ปรากฏ(Phenotype) ต้องใช้ระยะเวลาในการคัดเลือกอย่างน้อย 8 – 10 ปี จึงจะได้พันธุ์อ้อยที่มีลักษณะที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์การทางเกษตรที่ดีสำหรับแนะนำเกษตรกร (เรวัต และคณะ, 2551; สำนักงานคณะกรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย, 2558) การคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะภายนอกที่ปรากฏ (phenotype) เป็นลักษณะที่ผันแปรได้ตามอิทธิพลสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกและระบุสายพันธุ์ให้ถูกต้องแม่นยำได้

สำหรับการพัฒนาด้านพันธุกรรมของอ้อยในประเทศไทย ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากขาดแคลนความรู้ด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมในแต่ละสายพันธุ์ ดังนั้นการนำเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) มาใช้ในการบ่งชี้ลักษณะประจำพันธุ์ โดยการศึกษาความแตกต่างหรือความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ของพืชทั้งลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait) หรือลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative trait) นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการแยกความแตกต่างของพืช ระหว่าง ชนิดหรือภายในชนิด (between species or within species) ประชากร (population) พันธุ์ (varieties) และสายพันธุ์ (breeding line) ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นการคัดเลือกจากลักษณะทางจีโน ไทป์ (genotype) ที่ต้องการจากพืชโดยตรง (Lo and Shaw, 2019) Restriction site-associated DNA sequencing (RAD-seq) มีหลักการเหมือนกันกับ Genotyping-by-Sequencing (GBS) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการค้นหาเครื่องหมายโมเลกุลสนิป (single nucleotide polymorphism, SNP) แบบทั่วทั้งจีโนม (genome-wide SNP discovery) ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี Next Generation Sequencing (NGS) (Baird et al., 2008; Lo and Shaw, 2019) ในการหาลำดับเบส เทคนิค RADseq สามารถค้นหาและจีโนไทป์สนิปได้ในขั้นตอนเดียว ซึ่งสามารถค้นหาสนิปได้มากถึง 50,000 - 100,000 ตำแหน่งจากจีโนม จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิตได้ทุกสปีชีส์ รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่ยัง ไม่มีข้อมูลทางจีโนมิกส์ การค้นหาเครื่องหมายโมเลกุลในรูปแบบของ SNP ด้วยเทคโนโลยี RAD-seq จึงช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการหาลับดับเบสทั้งจีโนม (Whole genome sequencing) นอกจากนี้เทคนิค RAD-seq ยังมีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาสนิปสำหรับ ใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุล (DNA marker) เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ (Marker-Assisted Selection หรือ MAS) การปรับปรุงพันธุ์ อีกทั้งยังสามารถใช้โมเลกุล เครื่องหมายเพื่อตรวจเอกลักษณ์ของสาย

พันธุ์ ตรวจสอบสายพันธุ์ลูกผสม การจัดจำแนกพันธุ์สิ่งมีชีวิต ที่มีฐานพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (Severn-Ellis et al., 2020; Cumer et al., 2021) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หาเครื่องหมายโมเลกุลสนิป (SNP) เพื่อตรวจเอกลักษณ์ของสายพันธุ์เพื่อใช้ในการจำนวนแนกพันธุ์ต่อไป ทำการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์หาลำดับเบส ในตัวอย่าง อ้อยจำนวน 16 สายพันธุ์ ได้แก่ UT17, LK92-11, KK07-250, KK09-0857, UT15, KK09-0939, K88-92, KK07-599, KK08-059, กวก.นครสวรรค์1, KK09-0941, KK3, กวก. ขอนแก่น4, KK07-037, KK09- 0844 และ Si Samrong1

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างพืช : อ้อย 16 ตัวอย่าง (Table 1) การตรวจสอบเครื่องหมายโมเลกุลสนิป (SNP) กลุ่มยีนสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส ด้วยเทคนิค Restriction site Associated DNA Sequencing (RAD-Seq) : สกัดดีเอ็นเอจากใบอ้อยด้วยวิธี CTAB (cetyltrimethyl ammonium bromide) ของ Tai and Tanksley (1999) แล้วจึงตรวจสอบคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอที่ได้ด้วยอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟริซิส เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเนอร์ NanoDrop 2000 (Thermo Fisher Scientific, Wilmington, Delaware USA) และเครื่อง Qubit® Fluorometer (Invitrogen) ทดสอบการย่อยดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะที่อุณหภูมิ 37°C เป็น เวลานาน 3 ชั่วโมง เพื่อคัดเลือกเอนไซม์ตัดจำเพาะที่เหมาะสมสำหรับจีโนมอ้อย จากนั้นทำการเชื่อมดี เอ็นเอที่ย่อยแล้วกับอะแดปเตอร์ที่จำเพาะกับเอนไซม์ (Peterson *et al.,* 2012) ลำดับเบสในอะแดป เตอร์ประกอบด้วยลำดับเบสที่จำเพาะกับสารเคมีที่ใช้ในการหาลำดับเบสด้วยเครื่อง MGISEQ-2000RS ของบริษัท MGI ทำการเชื่อมต่อของดีเอ็นเออ้อยกับอะแดปเตอร์ โดยเอนไซม์ Invitrogen T4 DNA Ligase (Life Technologies) ที่อุณหภูมิ 23 °C นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นทำลายเอนไซม์ด้วยความร้อนที่ อุณหภูมิ 65°C นาน 10 นาทีได้ชิ้นดีเอ็นเอที่ประกอบด้วยดีเอ็นเอของอ้อยและอะแดปเตอร์แล้ว จึงทำ ให้บริสุทธิ์จากอะแดปเตอร์ที่เหลือปะปนอยู่ในสารละลาย ตลอดจนเอนไซม์ทั้งสองชนิดก็จะถูกกำจัด ไป โดยใช้ Agencourt® AMPure® XP beads (Beckman Coulter, Brea, CA, USA) เพิ่มปริมาณดี เอ็นเออ้อยโดยปฏิกิริยาพีซีอาร์และคัดแยกดีเอ็นเอตามขนาดที่ต้องการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเออ้อยโดยใช้ ปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วยดีเอ็นเออ้อยที่เชื่อมกับอะแดปเตอร์, เอนไซม์ Phusion® polymerase, HF Buffer (New England Biolabs), ไพรเมอร์ที่ประกอบด้วย มีลำดับเบสจำเพาะต่อ FCA ของ MGISEQ-2000RS และ index ของ MGISEQ-2000RS การวิเคราะห์ลำดับเบสของอ้อยที่ได้จากเครื่อง MGISEQ-2000RS : เมื่อได้รับผลการวิเคราะห์ลำดับ เบสด้วยเครื่อง MGISEQ-2000RS เป็นไฟล์ข้อมูลแบบ fastq ประกอบด้วยไฟล์ ‘R1’ และ ‘R2’ แยก ตาม index ของอ้อยแต่ละจีโนไทป์ ตรวจสอบจำนวน reads ของอ้อยแต่ละจีโนไทป์ ใช้ open source softwares ต่างๆ เช่น fastqc, fastx trimmer (FASTX-Toolkit, http://hannonlab.cshl.edu/fastx_toolkit/), Bowtie2 (Langmead and Salzberg 2012), SAMtools (Li *et al.,* 2009), trim galore, cutadapt, minipaSNPg, paSNPg (Fu and Dong, 2015) ผ่านบรรทัดคำสั่ง วิเคราะห์คุณภาพข้อมูล raw reads ของ R1 และ R2 ของทุกจีโนไทป์ด้วย ให้มีคุณภาพเหมาะสมต่อการจัดการข้อมูลให้ทราบถึง single nucleotide polymorphism (SNPs) ของอ้อย อ้อย 16 ตัวอย่างถูกอ่านลำดับเบสบนเครื่อง MGISEQ-2000RS โดยเทคนิค Restriction site Associated DNA Sequencing (RAD-Seq) ผลการอ่านลำดับเบสจะถูกส่งไปยังเซิฟเวอร์ MegaBOLT เพื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลกับจีโนมอ้างอิงของอ้อย (https://sugarcanegenome.cirad.fr) และระบุความแตกต่างทางพันธุกรรม ด้วยซอฟต์แวร์ Genome Analysis Toolkit (GATK) ถูกนำมาใช้เพื่อรวมผลลัพธ์ของอ้อยทั้ง 16 ตัวอย่างที่เก็บอยู่ในรูปแบบ Genomic Variant Call Format (gVCF) โดยใช้คำสั่ง CombineGVCFs และ GenotypeGVCFs

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์เราสามรถทราบค่า จำนวนเบสที่สามารถอ่านได้ (ReadNum) จำนวนสนิป (SNPs) และ จำนวน INDELs ที่พบในแต่ละสายพันธุ์ แสดงผล Table 1 กลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับสงเคราะห์น้ำตาลซูโครส ระดับความหวานของอ้อยเป็นหนึ่งในลักษณะเป้าหมายที่สำคัญของโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นไปที่กลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล โดยการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล KEGG pathway (http://www.genome.jp/kegg/pathway.html) และจากผลการศึกษารูปแบบการ แสดงออกของยีนในเนื้อเยื่อลำต้นของอ้อยที่มีความหวาน 18 บริกซ์ และ 13 บริกซ์ ด้วยวิธีไมโครแอเรย์ ของ Papini-Terzi *et al.* (2009) แสดงผล Table 2 ตำแหน่ง SNPs

ของกลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แป้งและน้ำตาล ถูกนำมาสร้างแผนภาพต้นไม้ แสดงสายวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ด้วยวิธี Maximum Likelihood method (Figure 1) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก สอดคล้องกับค่า C.C.S. ของสายพันธุ์อ้อย กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่มีค่า C.C.S. อยู่ในช่วง 9-12 และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มที่ มีค่า C.C.S. อยู่ในช่วง 13-15 ยกเว้นสายพันธุ์ KK07-599 และ KK07-037 ที่มีค่า C.C.S. อยู่ในช่วง 12.3 และ 11.2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่ 1 มีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2

สรุปผล

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการรายงานลำดับเบสที่ครอบคลุมเกือบทั้งจีโนมครั้งแรกของสายพันธุ์อ้อยที่รวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จำนวน 16 สายพันธุ์ ทำให้นักวิจัยสามารถนำลำดับเบสมาให้สำหรับใช้เป็นลำดับเบสอ้างอิงในการศึกษาวิจัยบริเวณยีนอื่น ๆ ที่สนใจในอนาคตต่อไป เนื่องจากจำนวนตัวอย่างของแต่ละสายพันธุ์มีเพียง 1 ตัวอย่างต่อสายพันธุ์ ซึ่งอาจไม่เพียงพอในการเป็นตัวแทนของประชากร หรือสายพันธุ์ เนื่องจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสายพันธุ์อ้อยรวมทั้งการสร้างฐานข้อมูล หรือการนำลำดับเบสมาใช้เป็นลำดับเบสอ้างอิง มีความสำคัญอย่างมากที่ต้องต้องมีจำนวนตัวอย่างในแต่ละสายพันธุ์เพียงพอ ที่จะเป็นตัวแทนในแต่ละสายพันธุ์เพื่อนำไปวิเคราะห์ให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง และแม่นยำ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัยในห้องปฏิบัติการชีวโมเลกุลของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ที่ช่วยให้การปฏิบัติงานวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

เรวัต เลิศฤทัยโยธิน, อภิวิชญ ทรงกระสินธุ์, พัชรวัลย สวางศิลป์, ชลิดา เข็มมา, วันดี หนูน้อย, วิชา ฮวดหนองโพธิ์, อัมรา บุญเจือ, ปิยะธิดา อินทรสุข, จิราพรรณ สุขชิต, อดิศักดิ์ นัดกระโทก, พุทธพร วิวาจาริย, ธนูเดช ฤกษปราณี, ยศพร ตันสมรส, กฤษณ เขียวสะอาด และขนิษฐา สำราญใจ การปรับปรุงพันธุ์อ้อยด้วยวิธี conventional method. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. กรุงเทพฯ. 2551. หน้า1-211.

สำนักงานคณะกรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย. 2558. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์อ้อย. แหล่งที่มา:http://km.ocsb.go.th/uploads/หนังสือ%20การปรับปรุงพันธ์อ้อย.pdf [เข้าถึงเมื่อ 5 มิถุนายน 2565].

Baird, N.A., Etter, P.D, Atwood, T.S., Currey, M.C., Shiver, A.L., Lewis, Z.A., Selker, E.U., Cresko, W.A. and Johnson, E.A. 2008. Rapid SNP discovery and genetic mapping using sequenced RAD markers. PLoS ONE. 3(10): 1–7.

Lo, Y.T. and Shaw, P.C. 2019. Application of next-generation sequencing for the identification of herbal products. Biotechnology Advances. 10: 7450. doi:10.1016/j.biotechadv.2019.107450.

Severn-Ellis, A.A., Scheben, A., Neik, T.X., Saad, N.S.M., Pradhan, A. and Batley, J. 2020. Genotyping for Species Identification and Diversity Assessment Using Double Digest Restriction Site-Associated DNA Sequencing (ddRAD-Seq). Methods. Mol Biol. 2107: 159-187. doi:10.1007/978-1-0716-0235-5_8 Cumer, T., Pouchon, C., Boyer, F., Yannic, G., Rioux, D., Bonin, A. and Capblancq, T. 2021. Double-digest RAD-sequencing: do pre- and post-sequencing protocol parameters impact biological results. Mol Genet Genomics. 296(2): 457-471. doi: 10.1007/s00438-020-01756-9.

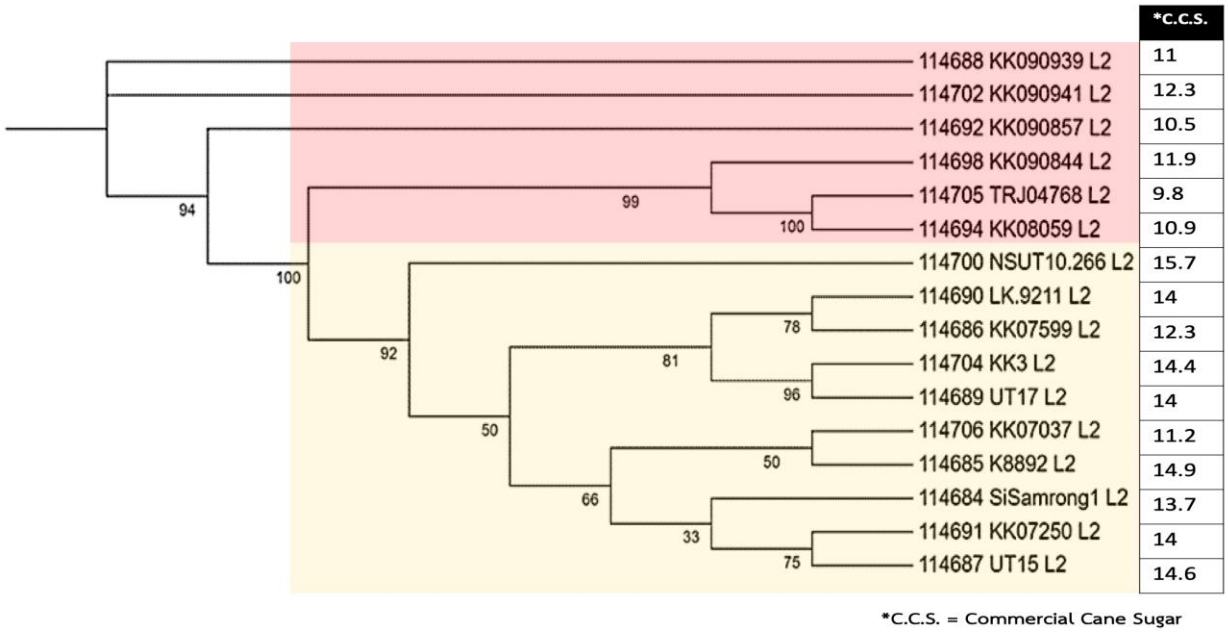


Figure 1 Phylogeny tree sequencing SNPs of sugarcane 16 varieties.

Table 1 Number ReadNum, SNPs and INDELs of sugarcane

Sample	ReadNum (bases)	SNPs	INDELs
UT17	50,200,050	2,163,821	259,881
LK92-11	64,199,132	2,390,324	288,835
KK07-250	35,940,182	1,906,670	225,712
KK09-0857	43,645,164	2,114,304	251,321
UT15	35,948,986	1,940,103	231,231
KK09-0939	49,919,122	2,300,068	281,294
K88-92	71,497,800	2,534,352	308,661
KK07-599	83,713,076	2,568,358	312,556
KK08-059	56,921,340	2,321,335	279,877
DOA-NS1	37,383,570	1,988,632	236,475
KK09-0941	41,832,808	2,099,884	247,962
DOA-KK3	61,532,888	2,351,068	278,781
DOA-KK4	51,282,918	2,313,781	282,214
KK07-037	63,065,864	2,256,548	266,033
KK09-0844	47,322,548	2,180,618	260,928
Si Samrong1	51,042,900	1,976,452	235,028

Table 2 List of the 34 genes from starch and sucrose metabolism pathway and the Sugarcane Intron Length (SIL).

Chromosomes	Position (start-end)		Genes
Sh03	4682232	4685187	Hexokinase
	48987626	48987898	
	34702506	34702853	
	34702855	34705040	
Sh06	24339191	24342711	
Sh01	2318654	2319250	Pectinesterase
	2321374	2321988	
Sh01	13233758	13239619	Phosphoglucomutase
Sh01	8630407	8636004	Alpha-1%2C4 glucanphosphorylase;type
Sh05	8857397	8862666	Sucrose-phosphate synthase;type
	8984005	8989096	
Sh01	60785236	60787255	Alpha%2Calpha-trehalose-phosphate synthase
Sh01	46238166	46238444	Trehalose 6-phosphate phosphatase
	46238482	46239893	
	46267301	46268329	
Sh04	1437500	1444011	UTP--glucose-1-phosphate uridylyltransferase
Sh04	20003628	20004292	1%2C4-alpha-glucan-branching
	20004748	20010175	
Sh02	50241082	50248398	4-alpha-glucanotransferase DPE2
Sh01	948865	949239	alpha-amylase/subtilisininhibitor;type=mRNA
Sh01	60785236	60787255	Alpha%2Calpha-trehalose-phosphate synthase
Sh02	21717522	21720380	Alpha-amylase
	43294124	43294878	
Sh02	50312168	50313843	Beta-amylase
Sh03	52740094	52740886	beta-D-glucosyltransferase
Sh04	28898400	28902485	Beta-D-xylosidase
Sh06	38180	38381	beta-fructofuranosidase
	8271558	8274605	
	8281155	8284931	
	10968156	10970020	
Sh01	10907135	10907790	Endoglucanase
Sh06	10965295	10965639	
	16074563	16077093	
Sh01	33017718	33021182	ATP-dependent 6-phosphofructokinase
Sh01	10976303	10980647	Glucose-1-phosphate adenylyltransferase
Sh01	44102650	44103804	Glucose-6-phosphate 1-dehydrogenase
	44103849	44105405	
Sh02	28755310	28758984	

ผลของปุ๋ยซิลิกอนต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาวะขาดน้ำ

Effect of Silicon Fertilizer on Growth and Physiological Characteristics of Dok Pa Yom Rice under Water Deficiency

ฐาปนี เพชรขวัญ[1] กมลวรรณ เอียดชูทอง[1] นุรดา ฮุสเซน[1] และ เสาวภา ด้วงปาน[1*]

Phetkhwan, T.[1], Aeadchutong, K.[1] Hussain, N.[1] and Duangpan, S.[1*]

สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

[1] Agricultural Innovation and Management, Faculty of Natural Resource, Prince of Songkla University, Kor Hong Subdistrict, Hat Yai District, Songkhla Province 90110

**Corresponding author: e-mail saowapa.d@psu.ac.th*

บทคัดย่อ

ปุ๋ยซิลิกอนเป็นธาตุเสริมประโยชน์ที่นำมาใช้อย่างแพร่หลายในข้าว เนื่องจากซิลิกอนช่วยทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงและปริมาณไนโตรเจนในใบมีมากขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มความต้านทานต่อสภาวะแล้งของพืชได้ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และลักษณะสรีรวิทยาของข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมในสภาวะขาดน้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี ได้แก่ ให้แคลเซียมซิลิเกตปริมาณ 0.0 3.5 และ 7.0 กรัม/กระถาง โดยให้ปุ๋ยทางดิน พร้อมกับตอนปลูก เมื่อข้าวมีอายุ 40 วันหลังปลูก งดน้ำเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลอง พบว่าการใช้แคลเซียมซิลิเกตมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับข้าวที่ไม่ใส่แคลเซียมซิลิเกต ผลการศึกษาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และความเขียวใบพบว่า แคลเซียมซิลิเกตไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำในใบ และความเขียวใบแตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษาในครั้งนี้ การใช้แคลเซียมซิลิเกตในอัตรา 3.5 และ 7.0 กรัม สามารถช่วยบรรเทาผลกระทบจากสภาวะขาดน้ำในข้าว

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ข้าวไร่พื้นเมือง ปุ๋ยซิลิกอน สภาวะขาดน้ำ

Abstract

Silicon fertilizer is a beneficial nutrient that is widely used in rice because silicon contributes to high level of photosynthesis and the content of nitrogen. Silicon also improves the drought resistance of plants. The aim of this study was to study the effect of silicon on growth and physiology characteristics of Dok Pa Yom rice under water deficiency. The experiment was undertaken in completely randomized design 3 replicates, dividing the experiment into 3 groups, including adding calcium silicate at doses of 0.0 3.5 and 7.0 g/pot by fertilizing the soil along with planting. When the rice was 40 days after planting, water was abstained for 7 days. The result showed that the use of calcium silicate statistically increased the fresh and dry weight compared to those without calcium silicate. Results of the study of relative water content and leaf greenness showed that statistical differences were not detected among rice plants treated with different levels of calcium silicate. According to the study, calcium silicate at 3.5 and 7.0 g alleviated the effects of water deficiency in rice.

Keywords: Growth, Local rice varieties, Silicon fertilizer, Water deficiency

บทนำ

เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้นิยมปลูกข้าวไร่เป็นพืชทางเลือกแซมยางพารา และปาล์มน้ำมันที่ปลูกใหม่ เพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ แต่ในปัจจุบันได้พัฒนามาเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในหลายครัวเรือน เนื่องจากความนิยมในการบริโภคข้าวพื้นเมืองมีเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นข้าวที่เหมาะสมกับการปลูกในพื้นที่ และมีลักษณะที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น มีคุณค่าทางโภชนาการสูง กลิ่น รส เนื้อสัมผัสมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เป็นต้น พันธุ์ข้าวไร่ที่นิยมปลูกในพื้นที่ ภาคใต้ได้แก่ กู้เมืองหลวง ดอกพะยอม ดอกข่า ข้าวเหนียวดำช่อไม้ไผ่ สังข์หยด เป็นต้น ข้าวพื้นเมืองจึงถือเป็น พืชที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มรายได้อีกช่องทางหนึ่งให้กับเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ นอกจากการปลูกพืชหลัก ปัญหาสำคัญของข้าวไร่คือ เป็นข้าวที่มีผลผลิตต่ำ วิธีการเพิ่มผลผลิตนั้นนอกเหนือจากการปรับปรุงพันธุ์แล้ว การจัดการน้ำและปุ๋ย การให้ธาตุอาหารเสริม การจัดการโรคและแมลง และวัชพืชที่ถูกวิธียังสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตในข้าวไร่ได้อีกด้วย

ซิลิกอนเป็นธาตุเสริมประโยชน์ที่มีรายงานการนำไปใช้ในพืชหลายชนิด แม้ซิลิกอนจะไม่ใช่ธาตุอาหารหลัก เพราะว่ามีเพียงพืชที่สามารถสะสมซิลิกอนได้เท่านั้น ที่สามารถนำซิลิกอนไปใช้ประโยชน์ ข้าวก็เป็นอีก หนึ่งพืชที่สามรถสะสมซิลิกอนได้ จากการทดลองในข้าวพบว่า ซิลิกอนช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสง ช่วยรักษาศักย์ของน้ำเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ ช่วยเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น (White, 2013) ซึ่งเมื่อข้าวที่การสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น ก็จะทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้นตามมา ตรงกับการทดลองของ Nolla และคณะ (2012) ที่รายงานว่าซิลิกอนสามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของลำต้น และเพิ่มผลผลิตของต้นข้าวภายในสภาวะแห้งแล้ง ซิลิกอนยังสามารถช่วยเพิ่มความยาว และปริมาณของราก (Ramírez-Olvera *et al*., 2021) เพิ่มความแข็งแรงของรากเพื่อหยั่งรากหาแหล่งน้ำจากดินที่แห้งแล้ง (Perez *et al*., 2014) ช่วยเพิ่มปริมาณของโพรลีน (Mauad *et al*., 2016) Singh และคณะ (2005) ยังกล่าวอีกว่าซิลิกอนช่วยเพิ่มความสูงของลำต้น น้ำหนักแห้ง ลดกิจกรรมของปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโต และมีความต้านทานต่อสภาวะเครียดต่างๆ มากขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มกิจกรรมการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระทั้งแบบเอนไซม์ และไม่ใช้เอนไซม์ (Etesami *et al*., 2020)

เพื่อที่จะเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตของข้าวไร่ ผู้วิจัยต้องการทดสอบผลของซิลิกอนต่อการปรับปรุงการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวไร่ เนื่องจากมีโอกาสที่พื้นที่ 1 ใน 3 ของโลกมีแนวโน้มจะเกิดสภาวะโลกร้อนเช่นในปัจจุบัน (Santi *et al*., 2018) จึงมีโอกาสสูงที่การปลูกข้าวไร่ที่จะอาศัยน้ำฝนเป็นหลักจะเจอปัญหาฝนทิ้งช่วง น้ำไม่เพียงพอ ทำให้เกิดสภาวะแห้งแล้ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง การดูดซึมสารอาหาร การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว (Elsokkary, 2018) Egert และ Tevini (2002) ยังกล่าวอีกว่า ความเครียดทั้งจากสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต ยังก่อให้เกิด reactive oxygen species (ROS) ที่มากเกินกว่ากลไกภายในต้นข้าวจะกำจัดออกได้เองตามธรรมชาติ การให้ซิลิกอนแก่ข้าวในสภาพปลูกดังกล่าวจะช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากปัญหาการขาดน้ำ หรือหากมีน้ำเพียงพอการเสริมธาตุซิลิกอนให้กับข้าวพันธุ์พื้นเมืองจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของข้าวได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระถาง กระถางละ 1 ต้น ประกอบด้วยการให้ซิลิกอนในรูปผงแคลเซียมซิลิเกต (Ca_2SiO_4) 3 อัตรา ได้แก่ ให้แคลเซียมซิลิเกตปริมาณ 0.0 3.5 และ 7.0 กรัม/กระถาง หลังปลูก 40 วัน จะทำการงดน้ำเป็นเวลา 7 วัน

2. การปลูก และการดูแลรักษา

2.1 การเตรียมดิน และต้นกล้าข้าว

เพาะกล้าข้าวพันธุ์ดอกพะยอม ลงในถาดหลุมเพาะกล้าที่มีขนาด 2.4 × 2.4 × 4.0 เซนติเมตร ที่บรรจุด้วยหน้าดินและขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร เมื่อต้นกล้าอายุ 10 วัน ย้ายปลูกลงกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว กระถางละ 1 ต้น

ที่บรรจุด้วยดินปลูก 5 กิโลกรัม

2.2 การวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืช

เก็บตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองมาผึ่งลมให้แห้ง ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดตาช่อง 2 มิลลิเมตร นำไปส่งวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แมกนิเซียม และแคลเซียมที่สกัดได้ ปริมาณซิลิกอนที่นำไปใช้ได้ เพื่อตรวจ สอบความเหมาะสมของดินและปริมาณธาตุอาหาร และวิเคราะห์ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนเริ่มการทดลอง

2.3 การใส่ปุ๋ย

ใส่แคลเซียมซิลิเกตในอัตรา 0 3.5 และ 7 กรัม พร้อมกับตอนปลูก และเมื่อต้นข้าวอายุ 6 วันหลังปลูก ทำการใส่ปุ๋ยครั้งแรกด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 35 กิโลกรัมต่อไร่ (0.56 กรัมต่อกระถาง) ร่วมกับสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ (0.16 กรัมต่อกระถาง) และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (0.32 กรัมต่อกระถาง) เมื่อ ต้นกล้าอายุ 30 วันหลังปลูกฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติ เพื่อกำจัดโรคและแมลงที่เข้าทำลายในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต

3. การเก็บบันทึกผลการทดลอง

3.1 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นข้าว

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตัดลำต้นสูงจากโคน ต้นประมาณ 1 ซม. นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบให้แห้งในตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง มีหน่วย เป็นกรัม

3.2 ระดับความเข้มของสีใบ (soil and plant analysis development value: SPAD)

การตรวจวัดระดับความเข้มของสีใบ (SPAD) เป็นการแสดงถึงปริมาณของคลอโรฟิลล์ ตรวจวัดด้วยเครื่อง SPAD-502 (Chutimanukul *et al*., 2016) วัดค่า SPAD จำนวน 2 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 40 วันหลังปลูก และหลังงดน้ำ 7 วัน ทำการวัด 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ปลายใบ กลางใบ และโคนใบ ในใบที่ 2 นับจากยอด

3.3 ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ (relative water content: RWC)

ทำการชั่งน้ำหนักสด (fresh weight; FW) ของชิ้นส่วนใบใบเดียวกับที่ใช้วัดค่าศักย์ของน้ำโดยนำชิ้นส่วนใบขนาดยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใส่ลง ในหลอดไมโครทิวป์ ปิดให้สนิทและทาการชั่งน้ำหนักสดอย่างรวดเร็ว แล้วจึงยายชิ้นส่วนใบไปใส่ในจานพลาสติก (plastic petri dish) ที่มีน้ำกลั่นปราศจาก ไอออนปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วนำไปวางให้ได้รับแสงจากแผงหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้ใบข้าวดูดน้ำอย่างเต็มที่จากนั้นใช้ปากคีบคีบชิ้นส่วนใบวางลงบนกระดาษทิชชูเพื่อซับน้ำที่ผิวใบออกแลวนำชิ้นส่วนใบใส่ลงหลอดไมโครทิวป์ เดิมเพื่อนำไปชั่งหาน้ำหนักเต่ง (turgid weight; TW) จากนั้นนำชิ้นส่วนใบไปอบให้แห้งในตู้อบเป่าลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วเก็บผล นำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง (dry weight; DW) คำนวณหาปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (RWC) จากสูตร %RWC

$$\text{Relative water content [\%]} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักอิ่มตัวด้วยน้ำ} - \text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการนำดินตัวอย่างดินที่ใช้ไปวิเคราะห์ แสดงค่าคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ (Table 1.) พบว่า ปริมาณซิลิกอนที่พืชนำไปใช้ได้มีค่าเท่ากับ 8.774 mg/kg^{-1} ทั้งนี้ถึงแม้ในธรรมชาติซิลิกอนเป็นธาตุที่มีปริมาณ เป็นอันดับสองรองจากออกซิเจนแต่ส่วนใหญ่

นั้นจะอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณธาตุซิลิกอนในรูปที่พืชนำไปใช้ได้เพียง 8.774 mg/kg^{-1} ซึ่งเป็นปริมาณที่ถือว่าต่ำ (Camargo *et al*., 2021)

Table 1. Chemical and physical properties of experimental soil

Properties	Values/ Description	Methods
Texture	Sandy clay loam	Hydrometer
pH	4.76	pH meter, soil/water = 1:5
Electrical conductivity (ds/m^{-1})	0.303	EC meter, soil/water = 1:5
Total N (g/kg^{-1})	0.10	Kjeldahl method
Available P (mg/kg^{-1})	1.806	Bray II, molybdenum blue method
Extractable K (mg/kg)	95.45	1 M-NH_4OAc (pH7) atomic absorption spectrophotomrtry
Extractable Mg (cmol/kg^{-1})	0.020	1 M-NH_4OAc (pH7) atomic absorption spectrophotomrtry
Extractable Ca (cmol/kg^{-1})	0.034	1 M-NH_4OAc (pH7) atomic absorption spectrophotomrtry
Available Si (mg/kg^{-1})	8.774	Yellow molybdenum blue method

การทดลองแสดงให้เห็นว่า การเติมแคลเซียมซิลิเกตไม่ได้ทำให้เกิดความแตกต่างแก่การเจริญเติบโตของข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอม แต่เมื่อมีการงดน้ำ 7 วัน แล้วเก็บข้อมูลอีกครั้ง จะเห็นว่าการใส่แคลเซียมซิลิเกตทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (P<0.05) โดยต้นข้าวที่ได้รับแคลเซียมซิลิเกตที่อัตรา 3.5 และ 7 กรัม/กระถาง มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง มากกว่าต้นข้าวที่ไม่ได้รับแคลเซียมซิลิเกต จากการศึกษาจะแสดงให้เห็นถึงแคลเซียมซิลิเกต สามารถช่วยให้ต้นข้าวเจริญเติบโตในสภาวะเครียดได้ดีกว่า (Table 2.) สอดคล้องกับการทดลองของ Singh และคณะ (2005) ที่พบว่าซิลิกอนช่วยเพิ่มความสูงของลำต้น น้ำหนักแห้ง ลดกิจกรรมของปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโต และมีความต้านทานต่อสภาวะเครียดต่างๆ มากขึ้น และการทดลองของ Cassol *et al*. (2021) ที่รายงานว่า การใช้ซิลิกอน ช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งของลำต้น และรากของข้าวพันธุ์ IRGA 424 RI และ Guri INTA CL ภายใต้สภาวะขาดน้ำได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

การศึกษาของ Maisura และคณะ (2014) พบว่าการขาดน้ำของข้าวจะส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช อัตราการคายน้ำ การเปิดปิดของปากใบ การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Kumar *et al*., 2014; Wang *et al*., 2019) ซึ่งมีผลต่อการสร้างมวลของพืชซึ่งสามารถวัดได้ด้วยการชั่งน้ำหนักแห้ง การให้ซิลิกอนให้กับพืชจะช่วยรักษาสมดุลของน้ำในพืช ด้วยการควบคุมการเปิดปิดของปากใบ เพิ่มการดูด และประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Hattori *et al*., 2008) นอกจากนี้ยังเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการเกิด อนุมูลอิสระภายในเซลล์พืช ซิลิกอนยังช่วยส่งเสริมให้พืชมีการดูดซึมธาตุอาหารที่จำเป็น เพื่อเพิ่มความสามารถในการเจริญเติบโต (ยงยุทธ, 2552)

Table 2. Effect of silicon on the fresh weight and dry weight of 40 days after planting Dok Pa Yom rice (Before stress) and after abstaining from water for 7 days (After stress)

	Before stress		After stress	
Ca_2SiO_4 (g/pot)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
0.0	10.2±1.8	5.55±0.23	7.4±1.2a	5.71±0.64a
3.5	11.0±2.7	5.93±1.33	8.4±0.8b	6.54±0.70b
7.0	10.4±1.7	5.42±1.15	8.6±1.0b	6.37±0.94b
F-test	ns	ns	*	*

ns; non-significant

* Significant at $P < 0.05$

Means in the same columns with different letters are significant ($P<0.05$) determined by LSD

จากการทดลองพบว่า การใส่แคลเซียมซิลิเกตไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ และความเขียวใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งก่อน และหลังการงดน้ำ โดยพบว่าก่อนงดน้ำข้าวมีปริมาณน้ำสัมพัทธ์อยู่ที่ 91.21% ในขณะที่ข้าวที่ได้รับแคลเซียมซิลิเกตที่อัตรา 3.5 และ 7 กรัม มีค่าอยู่ที่ 89.04% และ 93.4% ตามลำดับ เมื่อทำการงดน้ำเป็นเวลา 7 วัน ปริมาณน้ำลดลงเนื่องจากพืชสูญเสียน้ำ ค่าของปริมาณน้ำสัมพัทธ์หลังจากงดน้ำ 7 วัน ของต้นข้าวที่ได้รับแคลเซียมซิลิเกต 0 3.5 และ 7 อยู่ที่ 64.5% 63.5% และ 66.2% ตามลำดับ (Table 3.) ต่างกับการศึกษาของ Surapornpiboon *et al*. (2008) ที่ศึกษาผลของซิลิกอนต่อข้าว ในสภาวะแห้งแล้งในข้าวไร่ 4 พันธุ์ รายงานว่าเมื่อปลูกข้าวโดยเสริมซิลิกอนในสารละลายเพาะเลี้ยง จะส่งผลให้ปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้เสริมซิลิกอนในสารละลายเพาะเลี้ยง เช่นเดียวกับการทดลองของ Maghsoudi *et al*. (2021) ที่ได้รายงานว่าซิลิกอนสามารถช่วยเพิ่มปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในต้นข้าวสาลีที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากภัยแล้ง เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ใช้ซิลิกอน และช่วยเพิ่มความทนทานต่อการขาดน้ำของพืช ทำให้ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในระดับสูง (Lobato *et al*., 2009) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพันธุ์ข้าวที่ใช้ต่างชนิดกัน เพราะพันธุ์ข้าวมีผลต่อปริมาณน้ำสัมพัทธ์ (Surapornpiboon *et al*., 2008) และอาจจะเป็นเพราะระยะเวลาในการงดน้ำสั้นเกินไป

ในขณะเดียวกันค่าความเขียวใบทั้งก่อน และหลังงดน้ำที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 3.) ต่างกับกับการศึกษา ของ Lobato *et al*. (2009) ที่ได้รายงานว่า ในสภาวะขาดน้ำซิลิกอนมีบทบาทต่อการช่วยรักษาเม็ดสีที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่ในพริกได้ เนื่องจากซิลิกอนอาจจะมีผลช่วยปรับปรุงโครงสร้างของคลอโรพลาส ทำให้ช่วยลดความเสียหายให้กับองค์ประกอบที่สำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น คลอโรฟิลล์บี (Parida *et al*., 2007) ทั้งนี้สาเหตุอาจเพราะว่า ต้นข้าวที่อายุ 40 วัน ความเขียวของใบยังไม่ได้เติบโต และแตกต่างอย่างเต็มที่ ทำให้ยังไม่เห็นถึงความแตกต่าง

Table 3. Effect of silicon on the relative water content and leaf greenness of 40 days after planting Dok Pa Yom rice (Before stress) and after refraining from water for 7 days (After stress)

	Before stress		After stress	
Ca_2SiO_4 (g/pot)	Relative water content (%)	Greenness	Relative water content (%)	Greenness
0.0	91.21±10.82	55.5±4.2	64.5±6.2	57.5±6.3
3.5	89.04±12.07	53.3±5.3	63.5±7.8	55.3±4.4
7.0	93.4±11.71	54.2±4.1	66.2±8.6	56.2±5.2
F-test	ns	ns	ns	ns

ns; non-significant

* Significant at $P < 0.05$

Means in the same columns with different letters are significant ($P<0.05$) determined by LSD

สรุปผล

การใช้แคลเซียมซิลิเกตในอัตรา 3.5 และ 7 กรัม/กระถาง เมื่อผ่านการงดน้ำ 7 วัน ส่งผลการเจริญเติบโตของข้าวไร่พันธุ์ดอกพะยอมที่แสดงในรูปของ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ส่วนปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบ และความเขียวใบพบว่า แคลเซียมซิลิเกตไม่มีผลทำให้ปริมาณน้ำในใบ และความเขียวใบแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ผลการทดลองดังกล่าวอาจจะแตกต่างกันในข้าวสายพันธุ์อื่น และควรมีการศึกษาในข้าวระยะอื่น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการปลูกทดลอง และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากศูนย์วิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Cassol, J. C., Sponchiado, D., Dornelles, S. H. B., Tabaldi, L. A., Barreto, E. P. M., Pivetta, M. and Lopes, S. J. 2021. Silicon as an attenuator of drought stress in plants of Oryza sativa L. treated with diethiolate. Brazilian Journal of Biology 81(4): 1061-1072.

Elsokkary, I. H. 2018. Silicon as a beneficial element and as an essential plant nutrient (Review). Alexandria Science Exchange Journal 39: 534–550.

Etesami, H., Li, Z., Maathuis, F. J. M. and Cooke, J. 2022. The combined use of silicon and arbuscular mycorrhizas to mitigate salinity and drought stress in rice. Environmental and Experimental Botany 201. Doi: org/10.1016/j.envexpbot.2022.104955

Kumar, S., Dwivedi, S. K., Singh, S. S., Bhatt, B. P., Mehta, P., Elanchezhian, R., Singh, V. P. and Singh, O. N. 2014. Morphophysio logical traits associated with reproductive stage drought tolerance of rice (Oryza sativa L.) genotypes under rain-fed condition of eastern Indo-gangetic. Indian Journal of Plant Physiology 19(2): 87-93.

Lobato, A. K. S., Coimbra, G. K., Neto, M. A. M., Costa, R. C. L., Filho, B. G. S., Neto, C. F. O, Luz, L. M., Barreto, A. G. T., Pereira, B. W. F., Alves, G. A. R., Monteiro, B.S. and Marochio, C. A. 2009b. Protective action of silicon on water relations and photosynthetic pigments in pepper plants induced to water deficit. Journal of biological sciences research 4: 617–623.

Maghsoudi, K., Emam, Y. and Pessarakli, M. 2016. Effect of silicon on photosynthetic gas exchange, photosynthetic pigments, cell membrane stability and relative water content of different wheat cultivars under drought stress conditions. Journal of Plant Nutrition. DOI: 10.1080/01904167.2015.1109108

Mauad, M., Crusciol, C. A. C., Nascente, A. S., Grassi, H. and Lima, G. P. P. 2016. Effects of silicon and drought stress on biochemical characteristics of leaves of upland rice cultivars. Ciencia Agronomica 47: 532-539.

Nolla, A., de Faria, R. J, Korndoerfer, G. H. and de Silva, T. B. 2012, Effect of silicon on drought tolerance of upland rice. Journal of Food, Agriculture and Environment 10(1): 269-272.

Parida, A. K., Dagaonkar, V. S., Phalak, M. S. and Auramgabadkar, L. P. 2007. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to 112 responses of organisms to water stress shortterm drought stress followed by recovery. Plant Biotechnology Reports 1: 37–48.

Perez, C. E. A., Rodrigues, F. Á., Moreira, W. R. and Damatta, F. M. 2014. Leaf gas exchange and chlorophyll a fluorescence in wheat plants supplied with silicon and Infected with Pyricularia oryzae. Biochemistry and Cell Biology104: 143–149.

Ramírez-Olvera, S. M., Trejo-Téllez, L. I., Gómez-Merino, F. C., Ruíz-Posadas, L. D. M., Alcántar-González, E. G. and Saucedo-Veloz, c. 2021. Silicon stimulates plant growth and metabolism in rice plants under conventional and osmotic stress conditions. Plant 10(4): 777.

Singh, A. K., Singh, R. and Singh, K. 2005. Growth, yield and economics of rice (Oryza sativa) as influenced by level and time of silicon application. Indian Journal of Agronomy 50(3): 190-193.

Surapornpiboon, P., Julsrigival, S., Senthong, C. and Karladee, D. 2008. Effects of silicon on upland rice under drought condition. Chiang Mai University Journal of Natural Sciences 7(1): 163-171.

Wang, Y., Zhang, B., Jiang, D. and Chen, G. 2019. Silicon improves photosynthetic performance by optimizing thylakoid membrane protein components in rice under drought stress. Environmental and Experimental Botany 158: 117-124.

ศักยภาพการให้ผลผลิตของโคลนอ้อย NSUT13-313 ในดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน

Yield Potential of the Promising Sugarcane Clone NSUT13-313 in Loam, Clay-Loam, and Clay Soils under Rainfed Conditions

นัฐภัทร์ คำหล้า[1,2*] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1] ปิยะธิดา อินทร์สุข[3] สาคร รจนัย[4] รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์[5] มนัสชญา สายพนัส[6] รัชนีวรรณ ชูเชิด[7] ศรีนวล สุราษฎร์[8] พิกุลทอง สุอนงค์[9] ศิริพร รัตนศักดิ์ภักดี[10] เกษร บ่ายเมือง[11] สมเกียรติ เวชการ[12] ปิยะนุช คำแว่น[1] และรวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์[13]

Khumla, N.[1,2*], Lapbanjob, S.[1], Insuk, P.[3], Rodjanai, S.[4], Pratcharoenwanich, R.[5], Saipanus, M.[6], Chuchird, R.[7], Surat, S.[8], Su-Anong, P.[9], Rattanasakphakdee, S.[10], Baimuang, K.[11], Vechakarn, S.[12], Kamwaen, P.[1] and Chuekittisak, R.[13]

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

[1] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Suk Samran, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190

[2] ศูนย์กลางความรู้และเทคโนโลยีด้านอ้อยและน้ำตาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กทม. 10900

[2] Center of Knowledge and Technology for Cane and Sugar, Bangkok, 10900 Thailand

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ต.จระเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี 72160

[3] Suphan Buri Field Crops Research Centre, Chorakhe Sampan, U-Thong, Suphan Buri, 72160

[4] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อ.สว่างวีระวงศ์ จ. อุบลราชธานี 31490

[4] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Sawang Wirawong, Ubon Ratchathani 31490

[5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา

[5] Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center, Sikhio, Nakhon Ratchasima 30340

[6] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ต.โรงช้าง อ.เมือง จ.พิจิตร 66000

[6] Phichit Agricultural Research and Development Center, Rong Chang, Muang, Phichit 66000

[7] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ ต.นาฝาย อ. เมืองชัยภูมิ ชัยภูมิ 36000

[7] Chaiyaphum Agricultural Research and Development Center, Na Fai, Mueang Chaiyaphum, Chaiyaphum 36000

[8] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการโนนสูง อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา 30160

[8] Non Sung Agricultural Research and Development Center, Non Sung, Nakhon Ratchasima 30160

[9] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรบุรีรัมย์ อ.เมืองบุรีรัมย์ จ.บุรีรัมย์ 31000

[9] Buri Ram Agricultural Research and Development Center, Mueang Buri Ram, Buri Ram 31000

[10] บมจ.เกษตรไทย อินเตอร์เนชั่นแนล ชูการ์ คอร์ปอเรชั่น (รวมผล) ต.หัวดง อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์ 60230

[10] Kaset Thai International Sugar Corporation Public Company Limited (Ruampol), Hua Dong, Kao Liao, Nakhon Sawan 60230

[11] บมจ.เกษตรไทย อินเตอร์เนชั่นแนล ชูการ์ คอร์ปอเรชั่น ต.อุดมธัญญา อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

[11] Kaset Thai International Sugar Corporation Public Company Limited, Udom Tanya, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190

[12] บมจ.น้ำตาลและอ้อยตะวันออก ต.โคคลาน อ.ตาพระยา จ.สระแก้ว 27180

[12] Eastern Sugar & Cane Public Company Limited, Kho Khlan, Ta Phraya, Sa Kaeo 27180

[13] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

[13] Field and renewable energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900

**Corresponding author: knattapat@gmail.com*

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและความผันผวนของราคาน้ำตาลในตลาดโลก เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตอ้อยและการตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า ทำให้ปริมาณอ้อยของไทยไม่สม่ำเสมอและไม่เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ดังนั้น เพื่อให้อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทยมีเสถียรภาพการผลิตอย่างยั่งยืน แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การใช้พันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง เหมาะสมกับพื้นที่ โดยพันธุ์อ้อย นับว่าเป็นปัจจัยที่มีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ ในกระบวนการผลิต หากเกษตรกรเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ของตนเองจะสามารถเพิ่มผลผลิต และผลตอบแทนขึ้นได้ ดังนั้น การพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์อ้อยใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกอ้อยได้ดี จึงเป็นวัตถุประสงค์หลักของโครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในประเทศไทย ศูนย์วิจัยพืชไร่

นครสวรรค์ จึงได้พัฒนาพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูง เหมาะกับสภาพดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน ระหว่างปี 2556-2567 พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-313 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง โดยเป็นลูกผสมที่ได้จากพันธุ์แม่ Q85 และพันธุ์พ่อ กวก.อู่ทอง 8 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2556 แล้วนำมาคัดเลือกขั้นที่ 1 และ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ประเมินพันธุ์ในขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐาน และในไร่เกษตรกร ระหว่างปี 2560-2567 เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 รวม 23 สภาพแวดล้อม รวมทั้งศึกษาปฏิกิริยาต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงและโรคแส้ดำ อ้อยโคลน NSUT13-313 มีผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 18.0 ตัน/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (15.8 ตัน/ไร่) และ LK92-11 (14.3 ตัน/ไร่) ร้อยละ 14 และ 26 ตามลำดับ ผลผลิตน้ำตาล 2.51 ตันซีซีเอส/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (2.22 ตันซีซีเอส/ไร่) และ LK92-11 (1.97 ตันซีซีเอส/ไร่) ร้อยละ 13 และ 28 ตามลำดับ และมีค่าซีซีเอส 14.1 ไม่แตกต่างจากพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (14.2 ซีซีเอส) และ LK92-11 (13.8 ซีซีเอส) นอกจากนี้ยังมีความต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงภายใต้สภาพการปลูกเชื้อ ซึ่งจะได้รวบรวมข้อมูลเพื่อเสนอขอรับรองพันธุ์ มุ่งหวังว่าโคลนอ้อยดังกล่าวจะช่วยเพิ่มผลตอบแทนแก่ชาวไร่อ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือ สร้างมูลค่าเพิ่มต่ออุตสาหกรรมอ้อยไทยและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

คำสำคัญ: อ้อย ปรับปรุงพันธุ์ ผลผลิตสูง ซีซีเอส

Abstract

The changing weather conditions and fluctuations in sugar prices in the global market are among the key factors affecting sugarcane production and farmers' decisions in choosing crops that provide better returns. This leads to inconsistent and insufficient sugarcane quantities in Thailand to meet the demands of the sugarcane and sugar industry. Therefore, to ensure the production stability of Thailand's sugarcane and sugar industry, one approach to address this issue is to use high-yielding and high-sugar content varieties suitable for the specific area. Sugarcane varieties are considered a low-cost factor compared to other factors in the production process. Farmers who choose sugarcane varieties suitable for their areas can increase productivity and returns. Thus, developing and selecting new sugarcane varieties with high productivity and adaptability to environmental conditions in sugarcane-growing areas are the main objectives of the sugarcane breeding program in Thailand. Nakhon Sawan Field Crop Research Center has developed a promising sugarcane clone, NSUT13-313, which is a hybrid derived from Q85 and DOA U-Thong8 and suitable for loam, clay-loam, and clay, soils under rainfed conditions during 2013-2024. NSUT13-313 exhibited high yields, surpassing the notable varieties, DOA Khon Kaen 3 (DOA KK3) and LK92-11, across 23 environments in plant cane, the 1st and 2nd ratoon crops. NSUT13-313 yielded an average of 18.0 tons/rai, higher than DOA KK3 (15.8 tons/rai) and LK92-11 (14.3 tons/rai) by 14% and 267%, respectively. Its sugar yield of 2.51 tons CCS /rai was also higher than DOA KK3 (2.22 tons CCS /rai) and LK92-11 (1.97 tons CCS /rai) by 13% and 28%, respectively. Additionally, it had a CCS value of 14.2, which was not significantly different from DOA KK3 (14.2 CCS) and LK92-11 (13.8 CCS). Furthermore, it exhibited moderate resistance to red rot and wilt diseases under artificial inoculation. NSUT13-313 is being considered for release as a new sugarcane variety, expected to enhance cane growers' profitability, particularly in the central and northern regions. This improved sugarcane is a valuable contribution and meets the needs of Thailand's sugarcane industry and related sectors.

Keywords: Sugarcane, Breeding, High yield, CCS

บทนำ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย สร้างรายได้จากการส่งออกกว่า 1 แสนล้านบาทต่อปี คิดเป็นสัดส่วนราว 9% ของ GDP ภาคเกษตร (ศูนย์วิจัย Krungthai COMPASS, 2567) รวมทั้งยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เกิดการลงทุนและมีเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจของประเทศอีกหลายแสนล้านบาท สร้างงาน สร้างรายได้แก่ชาวไร่อ้อยกว่า 200,000 ราย รวมทั้งแรงงานในภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอีกกว่า 1 ล้านคน โดยไทยเป็นประเทศผู้ผลิตอ้อยอันดับ 4 รองจากบราซิล อินเดีย และจีน ผลผลิตน้ำตาลมากกว่า 2 ใน 3 ส่งออกจนทำให้ไทยกลายเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับสองของโลก รองจากบราซิล รัฐบาลเองได้มองเห็นศักยภาพที่จะนำไปสู่การพัฒนาโครงการเขตเศรษฐกิจชีวภาพ หรือ Bioeconomy ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายในการเคลื่อนประเทศไทยไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566ก; Aung, 2021)

ปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศมีความรุนแรง และเพิ่มความถี่มากขึ้น โดยภาคเกษตรมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวชัดเจนกว่าภาคส่วนอื่น เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้น้ำสูงถึง 70-80% ของการใช้น้ำทั้งหมดในแต่ละปี อีกทั้งพื้นที่เพาะปลูกอยู่นอกเขตชลประทานถึง 78% และผู้ที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย ทำให้มีข้อจำกัดในการปรับตัว และพื้นที่ปลูกอ้อยมากกว่า 90% อยู่ภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน (ศูนย์วิจัย Krungthai COMPASS, 2567)

ในปีการผลิต 2566/67 ในปีการผลิต 2566/67 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 9.56 ล้านไร่ ลดลงจากปีการผลิต 2565/66 ที่มีพื้นที่ปลูก 10.1 ล้านไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566ข) แหล่งปลูกสำคัญอยู่ใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลาง เหนือ และภาคตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 47 จังหวัด ในปี 2566/67 ปริมาณอ้อยเข้าหีบ 82.17 ล้านตัน ลดลงจากปี 2565/66 ซึ่งผลิตได้ 93.8 ล้านตัน ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 8.6 ตัน/ไร่ ค่าความหวานเฉลี่ย 12.35 ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาลต่อตันอ้อยอยู่ที่ 106.76 กิโลกรัม/ตัน (โรงงานน้ำตาลแห่งประเทศไทย, 2567) โดยปริมาณอ้อย ผลผลิตต่อไร่ และความหวานลดลง เมื่อเทียบกับปี 2565/2566 เนื่องจากฝนทิ้งช่วงในช่วงต้นปี 2566 ส่งผลให้อ้อยบางส่วนเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ โดยเฉพาะพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือ ที่ปริมาณผลผลิตอ้อยลดลงค่อนข้างมาก จากภาวะฝนแล้งที่รุนแรงกว่าภูมิภาคอื่นๆ แต่ในช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม 2566 กลับมีฝนตกลงมา ส่งผลให้อ้อยบางพื้นที่ฟื้นตัว และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ฝนตกอย่างต่อเนื่องหนักในช่วงก่อนฤดูการเก็บเกี่ยว ทำให้แปลงอ้อยมีน้ำขัง อ้อยล้มเป็นจำนวนมาก ผลผลิตบางส่วนได้รับผลกระทบเสียหาย (Sowcharoensuk, 2023; Dechwan, 2024) นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2567) ระบุว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา การผลิตอ้อยของประเทศไทยมีความผันผวน โดยการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณอ้อยเข้าหีบขึ้นอยู่กับการขยายหรือหดตัวของพื้นที่ปลูกอ้อยและปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอ้อย

การเพิ่มปริมาณอ้อยโดยการเพิ่มพื้นที่ปลูกแบบเดิมทำได้ยาก เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกต้องประสบกับพืชแข่งขันอีก หลายชนิด (ประสิทธิ์ และคณะ, 2566) เช่น มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น นอดจากนี้ การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศรูปแบบการกระจายตัวและปริมาณฝนที่แตกต่างไปจากอดีต จึงจำเป็นต้องใช้วิทยาการ เทคโนโลยี และวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้สูงขึ้น และสามารถนำมาใช้ได้จริงอย่างต่อเนื่องทั้งระบบ ตั้งแต่กระบวนการเตรียมพื้นที่ปลูก การปลูก การเลือกใช้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสม การดูแลรักษา จนถึงขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตทั้งหมดพบว่า พันธุ์อ้อยเป็นปัจจัยพื้นฐานหลัก ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อการขยายตัว และสร้างผลตอบแทนให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทั่วโลก (Lakshmanan *et al.*, 2022) นอกจากนี้ พันธุ์อ้อยยังเป็นปัจจัยที่เกษตรกรใช้ต้นทุนในการผลิตน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยในการผลิตอื่นๆ ทั้งยังสามารถช่วยยกระดับผลผลิต ผลตอบแทน และลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลงได้ การปรับปรุงพันธุ์จึงเป็นวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุกรรมของพืชให้มีศักยภาพตรงตามความต้องการ เช่น มีผลผลิตต่อพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น ต้านทานต่อโรคและแมลง เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม และพื้นที่ด้วย เนื่องจากพันธุ์อ้อยแต่ละพันธุ์มีข้อจำกัด และตอบสนองต่อชนิดดินที่ปลูกแตกต่างกัน (ประสิทธิ์ และคณะ, 2566) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยมปลูกมากกว่าร้อยละ 96 ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั่วประเทศคือพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566) ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อปัญหาของโรคและแมลงศัตรูอ้อย ส่งผลกระทบต่อปริมาณอ้อยเข้าหีบ และการผลิตน้ำตาลของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2566ค; ประสิทธิ์ และคณะ, 2566)

ดังนั้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ปลูกอ้อยชนิดดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว ที่ ครอบคลุมพื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ในเขตภาคเหนือ และภาคกลาง และพื้นที่บางส่วนในภาคตะวันออกฉียงเหนือ ซึ่งแม้จะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงกว่าดินทราย แต่มักเป็นดินด่าง มีระบบรากสั้น เนื่องจากขาดธาตุอาหารรอง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563) ทำให้อ้อยเจริญเติบโตได้ไม่ดี มีระบบรากสั้น หากกระทบกับสภาพแล้ง หรือฝนทิ้งช่วงจะแตกกอได้น้อย แคระแกรน ผลผลิตต่ำ การไว้ตอไม่ดี การปรับปรุงพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมสำหรับเขตสภาพแวดล้อมเฉพาะ ให้มีผลผลิตและคุณภาพความหวานสูง สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ทนทานต่อโรคและศัตรูพืช และมีลักษณะทางการเกษตรที่เหมาะสมกับการใช้เครื่องจักรกล รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอ้อยที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นและเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับผลิตภาพ ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้ให้แก่ชาวไร่อ้อย เพื่อให้เป็นทางเลือกของเกษตรกรในการเลือกใช้พันธุ์ ลดความเสี่ยงในการใช้พันธุ์เชิงเดี่ยว รวมถึงยกระดับความสามารถในการแข่งขันและสร้างความยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาล และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องของไทยในตลาดโลก

อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การผสมพันธุ์

ปลูกอ้อยพันธุ์พ่อแม่ที่คัดเลือกไว้เป็นแถว ระยะหว่างแถว และระหว่างหลุมเท่ากับ 1.5 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ หลุม ๆ ละ 2 ท่อน ๆ ละ 3 ตา โดยปลูกระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคมของปี 2555 เพื่อให้อ้อยพ่อแม่พันธุ์พร้อมออกดอกในปี 2556 คัดเลือกและตอนต้นอ้อยแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์ ให้เกิดราก เลี้ยงต้นพันธุ์แม่พร้อมตุ้มตอน จนออกดอกบานประมาณ 50% ตัดต้นพ่อแม่พันธุ์ ขนย้ายไปยังพื้นที่กระโจม ในโรงเรือนที่ใช้ในการผสมพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี โดยต้นแม่พันธุ์ กำจัดละอองเกสรตัวผู้ด้วยวิธีอบไอน้ำ โดยนำช่อดอกของต้นแม่เข้ากระโจมอบที่ต่อเข้ากับหม้อต้มน้ำ ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ระหว่าง 46-50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำต้นพ่อแม่พันธุ์ที่จับคู่ผสมไว้ให้อยู่ในกระโจมเดียวกัน โดยผสมพันธุ์แบบ Biparental cross โดยให้ดอกต้นพ่ออยู่สูงกว่าต้นแม่ อัตราส่วนของดอกต้นพ่อ:ต้นแม่ เท่ากับ 3:1 ระหว่างการผสมพันธุ์ เลี้ยงต้นพ่อแม่พันธุ์ในน้ำยาเลี้ยงต้นอ้อย (Hawaiian solution) หลังจากผสมพันธุ์เสร็จสิ้นและติดเมล็ดอย่างสมบูรณ์ ตัดช่อดอก และนำเมล็ดที่ได้จากการผสมไปเพาะเมล็ด และย้ายกล้าลงถาดเพาะชำ

2. การคัดเลือกพันธุ์

2.1 การคัดเลือกขั้นที่ 1

นำกล้าอ้อย จำนวน 10,782 กล้า ปลูกเป็นแถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร หลุมละ 1 ต้น คัดเลือกแบบรายต้น (Individual selection) ดำเนินการระหว่างปี 2557-2558 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยพิจารณาจากผลผลิตต่อกอ ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ขนาดลำ) และค่าบริกซ์ การออกดอก ไม่แสดงอาการของโรคใบขาวและแส้ดำ ไม่มีไส้กลวง หรือหากมี ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตเฉพาะโคลนอ้อยที่คัดเลือกไว้ เมื่ออ้อยอายุ 11-12 เดือน

2.2 การคัดเลือกขั้นที่ 2

ปลูกโคลนอ้อยที่ได้จากการคัดเลือกขั้นที่ 1 จำนวน 373 โคลน ดำเนินการในปี 2558-2560 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 ใช้พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 LK92-11 และ กวก.อู่ทอง 12 เป็นพันธุ์มาตรฐาน วางแผนการทดลองแบบ Augmented Design ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 1 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร คัดเลือกจากน้ำหนักผลผลิตต่อแถว และลักษณะอื่นๆ เช่นเดียวกับการคัดเลือกขั้นที่ 1 เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เมื่ออ้อยอายุ 11-12 เดือน

3. การประเมินพันธุ์

ดำเนินการเปรียบเทียบพันธุ์ทั้งในสภาพแปลงทดลอง และในไร่เกษตรกร ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ในพื้นที่ปลูกอ้อยที่เป็นชนิดดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร ชัยนาท สุพรรณบุรี นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ อุบลราชธานี และสระแก้ว ดังนี้

3.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น

ดำเนินการในปี 2560-2562 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยโคลน/พันธุ์อ้อยจำนวน 21 โคลน/พันธุ์ โดยใช้พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร ปลูกแบบวางท่อนๆ ละ 2 ตา จำนวนหลุมละ 2 ท่อน ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปลูก และเมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน สำหรับในอ้อยตอ 1 หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันที และเมื่ออ้อยอายุประมาณ 2.5 เดือนหลังงอก เก็บเกี่ยวผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เมื่ออ้อยอายุ 11-12 เดือน

3.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน

ดำเนินการในปี 2563-2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา และแปลงเกษตรกร ต.แพรกศรีราชา อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยโคลน/พันธุ์ จำนวน 10 โคลน/พันธุ์ โดยใช้พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ การปลูกวิธีการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเบื้องต้น

ดำเนินการในปี 2565-2567 ที่ไร่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ โรงงานน้ำตาลรวมผลและเกษตรไทย จังหวัดนครสวรรค์ และโรงงานน้ำตาลอ้อยและน้ำตาลตะวันออก จังหวัดสระแก้ว วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยอ้อยจำนวน 6 โคลน/พันธุ์ ใช้พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปลูกโคลน/พันธุ์ละ 6 แถวๆ ยาว 8 เมตร ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 0.50 เมตร การปลูก วิธีการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเบื้องต้น

4. การศึกษาปฏิกิริยาต่อโรค

ประเมินปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในสภาพการปลูกเชื้อ โดยโรคเหี่ยวเน่าแดง ดำเนินการ ในปี 2560-2561 ปลูกเชื้อสาเหตุของโรคคือ *Colletotrichum falcatum* และ *Fusarium moniliforme* เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือน ด้วยวิธี wound plug method หลังปลูกเชื้อ 2 เดือน ประเมินปฏิกิริยาจากการลุกลามของเชื้อในลำอ้อย จำแนกระดับความรุนแรง ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Kalaimani (2000) ส่วนโรคแส้ดำ ประเมินปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำซึ่งเกิดจากเชื้อ *Ustilago scitaminea* ในสภาพแปลงทดลอง ปี 2561-2562 โดยปลูกเชื้อโดยวิธีแช่ท่อนพันธุ์ในสปอร์แขวนลอย ความเข้มข้น $5x10^6$ สปอร์/มิลลิลิตร นาน 30 นาที บ่มไว้ 1 คืน จากนั้นนำไปปลูก ตรวจสอบกอที่เป็นโรค และตรวจนับจำนวนแส้ต่อกอทุก 2 สัปดาห์ ประเมินการเกิดโรคแส้ดำในอ้อยปลูก และตอ 1 จำแนกปฏิกิริยาต่อโรคแส้ดำ ตามวิธีการของ วันทนีย์ และคณะ (2534)

5. บันทึกลักษณะทางการเกษตร ดำเนินการในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น มาตรฐานและในไร่เกษตรกร ตามคู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2562) และลักษณะ ทางพฤกษศาสตร์ ดำเนินการใขขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน ตามระเบียบตรวจสอบพันธุ์พืชใหม่ของอ้อย (สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช, 2566)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ในแต่ละสถานที่ วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Combine analysis) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) การให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Statistix 8

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผล

การพัฒนาโคลนอ้อย NSUT13-313 ประกอบไปด้วยกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ การผสมพันธุ์ การคัดเลือก และการประเมินพันธุ์ในด้านผลผลิต ความหวาน (Commercial Cane Sugar, CCS) และผลผลิตน้ำตาล ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 23 สภาพแวดล้อม ในอ้อยปลูก ตอ1 และตอ2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรายสภาพแวดล้อม และความแปรปรวนรวม พบว่าพันธุ์มีการตอบสนองที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมและพันธุ์อ้อยในลักษณะผลผลิตอ้อย ความหวาน และผลผลิตน้ำตาล (Table 1-3)

1. การผสมพันธุ์

ปี 2556 ผสมพันธุ์อ้อยที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี จำนวน 44 คู่ผสม ได้เมล็ดและเพาะเป็นต้นกล้าได้จำนวน 10,782 กล้า โดยอ้อยโคลน NSUT13-313 ได้จากคู่ผสมระหว่าง Q85 x กวก.อู่ทอง 8 จำนวน 176 กล้า

2. การคัดเลือก

2.1 การคัดเลือกขั้นที่ 1

คัดเลือกแบบรายต้น (Individual selection) โดยพิจารณาจากผลผลิตต่อกอ ความสูง จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และค่าบริกซ์ ไม่แสดงอาการของโรคใบขาว และโรคแส้ดำ ไม่มีไส้กลวง หรือมีต้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร คัดเลือกได้ 373 โคลน ผลผลิตอยู่ระหว่าง 6.0-25.5 กิโลกรัมต่อกอ ความสูง 207-347 เซนติเมตร จำนวน 4-17 ลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 1.98-3.78 เซนติเมตร ค่าความหวาน 14.67-24.0 องศาบริกซ์ โดยเป็นลูกผสมที่ได้จาก Q85 x กวก. อู่ทอง 8 จำนวน 10 โคลน (นัฐภัทร์ และคณะ, 2557)

2.2 การคัดเลือกขั้นที่ 2

คัดเลือกแบบรายต้น ใช้เกณฑ์การพิจารณาเช่นเดียวกับการคัดเลือกขั้นที่ 1 ในอ้อยปลูก คัดเลือกได้ 45 โคลน ความสูงเฉลี่ย 299 เซนติเมตร ค่าความหวาน 18.69 องศาบริกซ์ ขนาดลำ 2.83 เซนติเมตร จำนวนลำเก็บเกี่ยว 86 ลำต่อ 12 ตารางเมตร น้ำหนักลำ 1.76 กิโลกรัมต่อลำ และน้ำหนักผลผลิต 147 กิโลกรัมต่อ 12 Tตารางเมตร ส่วนในตอ 1 มีความสูง 199-311 เซนติเมตร จำนวน 18-31 ปล้องต่อลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 1.93-3.05 เซนติเมตร ค่าความหวาน 18.4-22.5 องศาบริกซ์ น้ำหนัก 0.95-1.82 กิโลกรัมต่อลำ และผลผลิตอ้อย 53.4-156 กิโลกรัมต่อ 12 ตารางเมตร เมื่อพิจารณารวมในอ้อยปลูก และตอ 1 คัดเลือกได้จำนวน 19 โคลน โดยเป็นลูกผสมที่ได้จาก Q85 x กวก.อู่ทอง 8 จำนวน 2 โคลน (นัฐภัทร์ และคณะ, 2558)

3. การประเมินพันธุ์

3.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น

ปี 2560-2561 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในอ้อยปลูก และตอ 1 รวม 2 สภาพแวดล้อม พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 22.6 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (20.2 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (20.6 ตันต่อไร่) ร้อยละ 12 และ 10 ตามลำดับ (Table 1) มีค่าความหวาน 14.3 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (14.2 ซีซีเอส) แต่น้อยกว่าพันธุ์ LK92-11 (15.1 ซีซีเอส) ร้อยละ 5 และมีผลผลิตน้ำตาล 3.07 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (2.80 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 10 แต่ไม่แตกต่างจากพันธุ์ LK92-11 (3.06 ตันซีซีเอสต่อไร่) (นัฐภัทร์ และคณะ, 2561)

3.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน

ปี 2562-2564 ดำเนินการ 5 สถานที่ ในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 รวม 13 สภาพแวดล้อม แต่ในตอ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ไม่นำผลผลิตมาประเมิน เนื่องจากประสบกับน้ำท่วม ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ส่วนที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมามีความแปรปรวนสูง จึงได้ประเมินอ้อยตอ 2 จาก 3 สภาพแวดล้อม คือ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี และแปลงเกษตรกร จ.ชัยนาท พบว่าอ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 18.3 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (15.9 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (14.2 ตันต่อไร่) ร้อยละ 15 และ 29 ตามลำดับ มีความหวาน 14.4 ซีซีเอส) เท่ากับพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 แต่สูงกว่าพันธุ์ LK92-11 (13.9 ซีซีเอส) ร้อยละ 4 และมีผลผลิตน้ำตาล 2.63 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (2.30 ตันซีซีเอสต่อไร่) และ LK92-11 (1.97 ตันซีซีเอส ต่อไร่) ร้อยละ 14 และ 33 ตามลำดับ (Table 2) โดยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์อ้อยโคลน NSUT13-313 (Figure 1) ทรงกอตั้งตรง กาบใบกับลำต้นหลวมปานกลาง สีของยอดอ้อย สีเขียว ลักษณะปล้องทรงกระบอก ลักษณะปล้องตัดขวางกลม การเรียงตัวของปล้องค่อนข้างตรง มีไขที่ปล้องปานกลาง สีปล้องเมื่อต้องแสงสีม่วงเหลือบเขียว และเมื่อไม่ต้องแสงเป็นเหลืองเหลือบเขียว มีร่องเหนือตาสั้น ไม่มีรอยแตกของปล้อง สีของวงเจริญเมื่อต้องแสงสีเขียว วงเจริญเรียบเท่ากับปล้อง การเรียงตัวของจุดกำเนิดรากไม่เป็นระเบียบ ความกว้างของวงรากปานกลาง มีวงไข ตาลักษณะนูนรูปกลม ตำแหน่งยอดตาเท่ากับวงเจริญ ไม่มีขนที่ตา ทรงใบส่วนยอดชันตรง ปลายใบโค้งลงขนที่ขอบใบมีน้อย ลิ้นใบตรงกลางโป่งออก ปลายเรียวแหลมทั้ง 2 ข้าง หูใบขอบด้านนอกสามเหลี่ยมขอบตรงมุมฉาก หูใบขอบด้านในใบหอกสั้น คอใบสามเหลี่ยมชายธง สีของคอใบสีเขียวอมน้ำตาล ไม่มีขนที่กาบใบ (นัฐภัทร์ และคณะ, 2564)

3.3 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร

ปี 2565 ดำเนินการ 5 สถานที่ และปี 2566 ดำเนินการเพิ่มอีก 3 สถานที่ แต่ที่ไร่เกษตรกรจังหวัดนครราชสีมา และบุรีรัมย์มีความแปรปรวนสูงจึงไม่นำผลผลิตมาประเมินร่วม โดยในอ้อยปลูก ประเมินผลผลิตจาก 6 สภาพแวดล้อม คือไร่เกษตรกรจังหวัดนครสวรรค์ กำแพงเพชร และชัยภูมิ โรงงานน้ำตาลรวมผล และเกษตรไทย จังหวัดนครสวรรค์ และโรงงานน้ำตาลอ้อยและน้ำตาลตะวันออก จังหวัดสระแก้ว ส่วนอ้อยตอ 1 ประเมินผลผลิตจาก 2 สภาพแวดล้อม คือไร่เกษตรกร จังหวัดนครสวรรค์ และกำแพงเพชร (Table 3) รวม 8 สภาพแวดล้อม พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 17.4 ตันต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก. ขอนแก่น 3 (15.75 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (13.1 ตันต่อไร่) ร้อยละ 10 และ 32 ตามลำดับ และมีค่าความหวาน 13.1 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 ที่ให้ความหวาน 13.2 ซีซีเอส ผลผลิตน้ำตาล 2.20 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (1.99 ตันซีซีเอสต่อไร่) และพันธุ์ LK92-11 (1.66 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 10 และ 32 ตามลำดับ (นัฐภัทร์ และคณะ, 2565 และ 2566)

จากการประเมินผลผลิตขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบและในไร่เกษตรกร ค่าเฉลี่ยในอ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2 รวมทั้งสิ้น จำนวน 23 แปลง ในลักษณะของผลผลิต ซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล พบว่าโคลน NSUT13-313 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 18.0 ตัน/ไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (15.8 ตันต่อไร่) และ LK92-11 (14.3 ตันต่อไร่) ร้อยละ 13 และ 26 ตามลำดับ และมีค่าความหวานเฉลี่ย 14.1 ซีซีเอส ไม่แตกต่างจากพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (14.2 ซีซีเอส) และ LK92-11 (13.8 ซีซีเอส) ส่งผลให้โคลน NSUT13-313 มีผลผลิตน้ำตาล 2.51 ตันซีซีเอสต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 (2.22 ตันซีซีเอสต่อไร่) และ LK92-11 (1.97 ตันซีซีเอสต่อไร่) ร้อยละ 13 และ 28 ตามลำดับ (Table 4) สอดคล้องกับ อาทิตย์ (2557) และจุฑามาศ และคณะ (2560) ที่รายงานว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลผลิตน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางการเกษตรของอ้อยโคลน NSUT13-313 ที่มีขนาดลำ ความยาวลำ ความยาวปล้อง และความสูง มากกว่าพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 และ LK92-11 สอดคล้องกับ Milligan *et al.,* (1990) ที่พบว่าจำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ และขนาดลำ มีอิทธิพลต่อผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลสูง

4. การศึกษาปฏิกิริยาต่อโรค

ปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง ในสภาพปลูกเชื้อ (Table 5) พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรค 2.54 จัดอยู่ในกลุ่มต้านทานปานกลาง (MR) ส่วนพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 LK92-11 และ กวก.อู่ทอง 84-10 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบต้านทาน มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรค 1.67 1.59 และ 1.66 ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มต้านทาน (R) ขณะที่โคลน NSS08-52-4-2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบอ่อนแอ มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงถึง 7.39 มีปฏิกิริยาการเกิดโรคจัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอมาก (HS) (ศิวิไล และคณะ, 2561) ส่วนปฏิกิริยาของอ้อยต่อโรคแส้ดำ ในสภาพแปลงทดลอง (Table 6) พบว่า อ้อยโคลน NSUT13-313 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเฉลี่ย 40.4 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3.0 อยู่ในเกรด 8 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอ เช่นเดียวกับพันธุ์ กวก.อู่ทอง 1 และมาร์กอส (Marcos) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 40.4 และ 56.2 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3 จัดอยู่ในเกรด 8 และ 9 ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ LK92-11 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเฉลี่ย 15.68 เปอร์เซ็นต์ ระดับความรุนแรง 3 เกรด 6 จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอปานกลาง (ศิวิไล และคณะ, 2562)

5. ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยโคลน NSUT13-313 มีความยาวลำ 274 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2.70-2.90 เซนติเมตร จำนวน 5-6 ลำต่อกอ จำนวน 26.7 ปล้องต่อลำ ความยาวของปล้อง 10.3 เซนติเมตร (Table 7)

สรุปผล

NSUT13-313 เป็นโคลนอ้อยดีเด่นที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตอ้อย และน้ำตาลสูง ประกอบกับมีลักษณะทรงกอค่อนข้างตั้งตรง กาบใบหลวมปานกลาง เหมาะกับการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน และเครื่องจักร ต้านทานปานกลางต่อโรคเหี่ยวเน่าแดง และจะได้นำเสนอเข้าสู่กระบวนการรับรองพันธุ์ เพื่อให้เกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่ดินร่วน ร่วนเหนียว และดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือ ได้ใช้เป็นทางเลือกด้านพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ปลูกทดแทนพันธุ์เดิม ช่วยลดความเสี่ยงจากการใช้พันธุ์เชิงเดี่ยว เพิ่มผลตอบแทนแก่ชาวไร่อ้อย รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มต่ออุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาล และผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่เกี่ยวข้อง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ 2556-2567 ขอขอบคุณ เกษตรกรจังหวัดชัยนาท กำแพงเพชร นครราชสีมา บุรีรัมย์ ชัยภูมิ และนครสวรรค์ โรงงานน้ำตาลในเครือ บมจ.เกษตรไทย อินเตอร์เนชั่นแนล ซูการ์ คอร์ปอเรชั่น อ.เก้าเลี้ยว และ อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ โรงงานน้ำตาลและอ้อยตะวันออก อ.ตาพระยา จ.สระแก้ว

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2563. ข้อมูลการจัดการดิน. เข้าถึงได้จาก: https://www.ldd.go.th/Web_Soil/shallow.htm [เข้าถึงเมื่อ 5 เมษายน 2566].

จุฑามาศ เครื่องพาที พัชริน ส่งศรี และ นันทวุฒิ จงรั้งกลาง. 2560. การประเมินผลผลิตและ ลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์อ้อยดีเด่นภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ว. เกษตรพระวรุณ, 14(1), 30-40

นัฐภัทร์ คำหล้า มนัสชญา สายพนัส รัชนีวรรณ ชูเชิด ศรีนวล สุราษฎร์ พิกุลทอง สุอนงค์ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ การเกษ โพธิ์ทอง และพิชัย สารพงษ์. 2565. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน *ใน* : รายงานผลการวิจัยประจำปี 2565. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

นัฐภัทร์ คำหล้า มนัสชญา สายพนัส รัชนีวรรณ ชูเชิด ศรีนวล สุราษฎร์ พิกุลทอง สุอนงค์ รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ ศิริพร รัตนศักดิ์ ภักดีเกษร บ่ายเมือง สมเกียรติ เวชการ ปิยะนุช คำแว่น การเกษ โพธิ์ทอง และพิชัย สารพงษ์. 2566. การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2566. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข มานิตย์ สุขนิมิต และ สมนึก คงเทียน. 2557. การคัดเลือกครั้งที่ 1: โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2557. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข มานิตย์ สุขนิมิต สมนึก คงเทียน และ การเกษ โพธิ์ทอง. 2558. การคัดเลือกครั้งที่ 2: โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน *ใน* : รายงานผลการวิจัยประจำปี 2558 ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข การเกษ โพธิ์ทอง ประทุมมา วงษ์วิลา และมานิตย์ สุขนิมิต. 2561. การเปรียบเทียบเบื้องต้น โคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน: อ้อยปลูก ตอ1 ใน : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

นัฐภัทร์ คำหล้า สาคร รจนัย รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์ ปิยธิดา อินทร์สุข รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และ การเกษ โพธิ์ทอง. 2564. การเปรียบเทียบมาตรฐานโคลนอ้อยชุดปี 2556 เขตน้ำฝน: อ้อยปลูก ตอ1 และตอ 2 *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2564. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

ประสิทธิ์ ใจศิล พัชริน ส่งศรี ณกรณ์ จงรั้งกลาง และคณะ. 2566. การประเมินสายพันธุ์อ้อยดีเด่นที่เหมาะสมกับแหล่งปลูกอ้อยทั่วประเทศ เฟส 4. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โรงงานน้ำตาลแห่งประเทศไทย. 2566. เข้าถึงได้จาก: https://www.facebook.com/Biorefinery4.0E. เผยแพร่ 5 เมษายน 2566. [เข้าถึงเมื่อ 5 เมษายน 2566].

โรงงานน้ำตาลแห่งประเทศไทย. 2567. เข้าถึงได้จาก: https://www.facebook.com/Biorefinery4.0E. เผยแพร่ 29 มีนาคม 2567. [เข้าถึงเมื่อ 31 มีนาคม 2567].

วันทนีย์ อู่วานิชย์ สุนีย์ ศรีสิงห์ และอนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2534. การศึกษาโรคแส้ดำของอ้อย. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. หน้า 505-513.

ศิวิไล ลาภบรรจบ นัฐภัทร์ คำหล้า สมคิด พันธ์ดี ภาวิณี เกียรติยากุล และ ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว. 2561. ศึกษาปฏิกิริยาของอ้อยโคลนดีเด่นต่อโรคเหี่ยวเน่าแดงในเขตน้ำฝน. *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

ศิวิไล ลาภบรรจบ นัฐภัทร์ คำหล้า สมคิด พันธ์ดี ภาวิณี เกียรติยากุล และ ลัดดาวัลย์ ขันแกล้ว. 2562. ศึกษาปฏิกิริยาของอ้อยโคลนดีเด่นต่อโรคแส้ดำในเขตน้ำฝน. *ใน* : รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2562. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัย Krungthai COMPASS. 2567. Step up อุตสาหกรรมน้ำตาลไทยสู่อุตสาหกรรมสีเขียว. เข้าถึงได้จาก: https://krungthai.com/Download/economyresources/EconomyResourcesDownload_493Step_up.pdf [เข้าถึงเมื่อ 23 พฤษภาคม 2567].

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2562. คู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/fcri/wp-content/uploads/2020/pdf/manual.pdf.[เข้าถึงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2565].

สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช. 2566. ระเบียบตรวจสอบพันธุ์พืชใหม่ อ้อย. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/pvp/wp-content/uploads/2023/04/1sugarcane.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2566].

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2566ก. โครงการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bioeconomy : Non Food). รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report). เข้าถึงได้จาก: https://w2.ocsb.go.th/wp-content/uploads/2023/04/14244-4316.pdf [เข้าถึงเมื่อ 30 มีนาคม 2567].

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2566ข. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยและผลผลิตอ้อย ปี 2565-66. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยและผลผลิตอ้อย. เข้าถึงได้จาก: https://www.ocsb.go.th/2023/reports-articles/area-yield/21623/. [เข้าถึงเมื่อ 30 มีนาคม 2567].

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2566ค. การจัดการไร่อ้อย อย่างยั่งยืน. เข้าถึงได้จาก: https://www.ocsb.go.th/wp-content/uploads/2023/03/144-4003.pdf [เข้าถึงเมื่อ 30 พฤษภาคม 2567].

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2567. สรุปสถานการณ์ตลาดน้ำตาลโลกประจำสัปดาห์ ระหว่างวันที่ 25–29 มีนาคม 2567. สถานการณ์อ้อยและน้ำตาลทรายในประเทศ. เข้าถึงได้จาก: https://www.ocsb.go.th/2024/domestic_situation/25725/. [เข้าถึงเมื่อ 30 มีนาคม 2567].

อาทิตย์ แสงสายันห์ เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน และอภิวิชญ์ ทรงกระสินธุ์. 2557. การตรวจสอบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกพันธุ์กำแพงแสนโดยใช้ค่า GE scores. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3(2): 39-51.

Aung, M. T. 2021. Bioeconomy in Thailand: at a glance. SEI Discussion Brief, Jan. 2021. Stockholm Environment Institute, Stockholm. Available from: https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/04/sei-db-bioeconomy-thailand-aung-apr-2021-updated.pdf [Accessed on Mar 30, 2024].

Dechwan, K. 2024. Good 23/24 Thai Cane Crop Could Lead To Strong 24/25 Output. Available from: https://app.czapp.com/auth/analyst-insights/6261. Mar 29, 2024. [Accessed on Mar 30, 2024].

Kalaimani, T. 2000. Pathogenic variability of red rot caused by *Colletotrichum falcatum* Went. In Tamil Nadu, *Indian sugar*. Pp.841-846.

Lakshmanan, P., Jackson, P., Hemaprabha, G. et al. Sugar Tech Special Issue: History of Sugarcane Breeding, Germplasm Development and Related Molecular Research. *Sugar Tech* 24, 1–3 (2022). https://doi.org/10.1007/s12355-021-01080-5

Milligan, S.B., Gravois, K.A., BischoffK, P. and Martin, F.A. 1990. Crop effects on genetic relationships among sugarcane traits. *Crop Science* 30: 927-931.

Sowcharoensuk, C. 2023. Industry Outlook 2023-2025: Sugar Industry. Krungsri Research. Available from: https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/io/sugar-2023-2025. April 18, 2023. [Accessed on May 30, 2024]

Table 1 Cane yield, CCS, and sugar yield of NSUT1013-313 compared to DOA KK3 and LK92-11 in preliminary trial for plant cane ratoon crops at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during 2017-2018

Clone/Variety	Plant cane	1st Ratoon	Average	% Relative to	
				DOA KK3	LK92-11
Cane Yield (tons/rai)					
NSUT13-313	30.1 a	15.0	22.6	112	110
DOA KK3	26.6 b	13.7	20.2	100	-
LK92-11	24.9 b	16.2	20.6	-	100
F-test	*	ns			
C.V. (%)	6.63	15.04			
CCS					
NSUT13-313	12.2 b	16.4	14.3	101	95
DOA KK3	13.2 ab	15.2	14.2	100	-
LK92-11	13.9 a	16.3	15.1	-	100
F-test	*	ns			
C.V. (%)	7.28	4.88			
Sugar Yield (tons/rai)					
NSUT13-313	3.68	2.46 ab	3.07	110	100
DOA KK3	3.50	2.09 b	2.80	100	-
LK92-11	3.47	2.65 a	3.06	-	100
F-test	ns	*			
C.V. (%)	8.16	15.8			

Mean in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P≤05

ns = non-significant * = Significant at P≤05

Table 2 Cane yield, CCS, and sugar yield of NSUT1013-313 compared to DOA Khon Kaen 3 and LK92-11 in standard trial for plant cane, 1st and 2nd ratoon crops in 5 environments during 2018-2021

Clone/ Variety	Plant cane					1st Ratoon					2nd Ratoon			Mean	% Relative to	
	NSFCRC	SPFCRC	CNFARM	NMARDC	UBFCRC	NSFCRC	SPFCRC	CNFARM	NMARDC	UBFCRC	NSFCRC	SPFCRC	CNFARM		DOA KK3	LK92-11
Cane Yield (tons/rai)																
NSUT13-313	12.1	22.0 a	23.7 a	22.0 a	19.1 a	18.4	19.2 a	16.8 a	17.6	16.9	14.0	23.4 a	14.8	18.3	115	129
DOA KK3	10.5	16.2 a	19.1 bc	21.9 a	17.1 ab	16.0	13.7 b	14.9 b	16.9	16.7	14.6	18.5 b	12.1	15.9	100	-
LK92-11	12.6	11.6 b	16.6 c	12.6 b	14.2 b	15.8	13.8 b	14.3 b	15.1	15.7	14.5	14.6 c	13.3	14.2	-	100
F-test	ns	*	*	*	*	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns			
C.V. (%)	17.5	25.3	8.64	16.7	12.5	12.7	17.6	7.47	15.1	13.5	12.6	10.4	11.8			
CCS																
NSUT13-313	12.5	14.1	11.2 bc	14.9 a	15.8 ab	15.1	15.1 a	14.8 a	16.5 b	15.6 a	13.3	14.1	14.6	14.4	100	104
DOA KK3	12.6	12.9	13.5 a	15.1 a	14.7 c	14.0	14.4 a	14.7 a	17.6 a	14.4 b	13.8	14.8	14.8	14.4	100	-
LK92-11	13.3	12.2	12.9 ab	14.0 b	15.1 bc	15.1	13.3 b	13.5 b	16.1 b	14.8 b	13.5	13.3	13.8	13.9	-	100
F-test	ns	ns	*	*	*	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns			
C.V. (%)	9.64	11.2	9.71	4.36	4.44	6.33	6.00	4.53	3.84	3.75	6.16	6.90	5.79			
Sugar Yield (tons/rai)																
NSUT13-313	1.52	3.11 a	2.63	3.27 a	3.01 a	2.77	2.88 a	2.49 a	2.91	2.65	1.87	3.30 a	2.16	2.63	114	133
DOA KK3	1.34	2.10 ab	2.57	3.30 a	2.52 ab	2.25	1.98 b	2.20 ab	2.97	2.41	2.02	2.74 b	1.79	2.30	100	-
LK92-11	1.69	1.43 bc	2.13	1.76 b	2.16 bc	2.37	1.84 b	1.93 b	2.43	2.33	1.95	1.94 c	1.83	1.97	-	100
F-test	ns	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns			
C.V. (%)	19.8	34.0	15.3	17.8	13.8	14.1	17.0	8.85	15.9	13.4	14.5	12.4	13.3			

Mean in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P≤05

ns = non-significant * = Significant at P≤05

NSFCRC = Nakhon Dawan Field Crops Research Center SPFCRC = Suphanburi Field Crops Research Center UBFCRC = Ubonratchathani Field Crops Research Center

CNFARM = Chainat's Farm NMARDC= Nakhon Ratchasima Agricultural Research and Development Center

Table 3 Cane yield, CCS, and sugar yield of NSUT1013-313 compared to DOA Khon Kaen 3 and LK92-11 in farm trial for plant cane and 1st ratoon crops in 8 environments during 2022-2024

Clone/Variety	Plant cane						1st Ratoon		Mean	% Relative to	
	NSWFLD	KPTFLD	CPMFLD	ESCMIL	RPLMIL	KTISMIL	NSWFLD	KPTFLD		DOA KK3	LK92-11
Cane Yield (tons/rai)											
NSUT13-313	26.9 a	12.3 a	14.1 a	26.5 ab	11.1	17.2 ab	15.9 a	15.1 a	17.38	111	133
DOA KK3	25.2 ab	11.7 a	11.7 a	23.4 bc	11.1	19.5 a	11.6 b	11.4 b	15.71	100	-
LK92-11	22.4 b	7.21 b	5.50 b	19.2 c	9.7	15.4 b	13.7 ab	11.5 b	13.08	-	100
F-test	*	*	*	*	ns	*	*	*			
C.V. (%)	9.87	23.1	23.8	14.0	16.0	12.7	17.77	16.9			
CCS											
NSUT13-313	13.6	16.1	16.5 a	10.0	12.8	9.1	12.4	14.3	13.10	100	99
DOA KK3	14.0	16.1	18.1 a	9.3	10.5	10.2	12.4	14.7	13.16	100	-
LK92-11	14.2	15.8	15.4 b	9.7	12.5	10.2	13.5	14.5	13.22	-	100
F-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns			
C.V. (%)	7.80	2.90	7.17	14.5	6.3	11.1	12.6	8.33			
Sugar Yield (tons/rai)											
NSUT13-313	3.61	1.96 a	2.37 a	2.61 ab	1.42	1.54 b	1.95	2.14	2.20	111	132
DOA KK3	3.50	1.88 a	2.12 a	2.11 bc	1.18	1.99 a	1.45	1.67	1.99	100	-
LK92-11	3.17	1.14 b	0.84 b	1.85 c	1.21	1.56 b	1.87	1.67	1.66	-	100
F-test	ns	*	*	*	ns	*	ns	ns			
C.V. (%)	8.34	22.3	26.4	16.85	18.15	16.07	26.7	18.0			

Mean in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT at P≤05

ns = non-significant * = Significant at P≤05

NSWFLD = Nakhon Sawan Farmer's Field KPTFLD = Kampaengphet Farmer's Field CPMFLD = Chaiyaphum Farmer's Field ESCMIL = Eastern Cane and Sugar Mill

RPLMIL = Ruampol Sugar Mill KTISMIL = Kaset Thai Sugar Mill

Table 4 Mean cane yield, CCS, and sugar yield of NSUT13-313 compared to DOA KK3 and LK92-11 across 23 environments in plant cane, 1st and 2nd ratoon crops during 2017-2023

Clone/Variety	Plant cane	1st Ratoon	2nd Ratoon	Mean	% Relative to	
					DOA KK3	LK92-11
Cane Yield (tons/rai)						
NSUT13-313	19.8	16.9	17.4	18.0	114	126
DOA KK3	17.8	14.4	15.1	15.8	100	-
LK92-11	14.3	14.5	14.1	14.3	-	100
CCS						
NSUT13-313	13.2	15.0	14.0	14.1	100	102
DOA KK3	13.3	14.7	14.5	14.2	100	-
LK92-11	13.3	14.6	13.5	13.8	-	100
Sugar Yield (tons/rai)						
NSUT13-313	2.56	2.53	2.44	2.51	113	128
DOA KK3	2.34	2.13	2.19	2.22	100	-
LK92-11	1.87	2.14	1.91	1.97	-	100

Table 5 Number of invaded internode and reaction of NSUT13-313 to red rot and wilt diseases under artificial inoculation during 2017-2018

Clone/Variety	Number of invaded internodes		Mean	Reaction
	2017	2018		
NSUT13-313	2.30	2.78	2.54	Moderately Resistant (MR)
LK92-11	1.50	1.67	1.59	Resistant (R)
DOA KK3	1.90	1.44	1.67	Resistant (R)
DOA U-Thong84-10	1.99	1.33	1.66	Resistant (R)
NSS08-52-4-2	8.59	6.19	7.39	Highly Susceptible (HS)

Table 6 Percentage of disease incidence and the reaction of NSUT13-313 to smut disease under artificial inoculation during 2018-2019

Clone/Variety	% disease incidence		Mean	Severity	Grade	Reaction
	Plant cane	1st Ratoon				
NSUT13-313	38.6	42.2	40.4	3	8	Susceptible (S)
LK92-11	15.8	15.6	15.7	3	6	Moderately Susceptible (MS)
DOA U-Thong1	14.1	55.2	34.6	3	8	Susceptible (S)
Marcos	51.9	60.4	56.2	3	9	Susceptible (S)

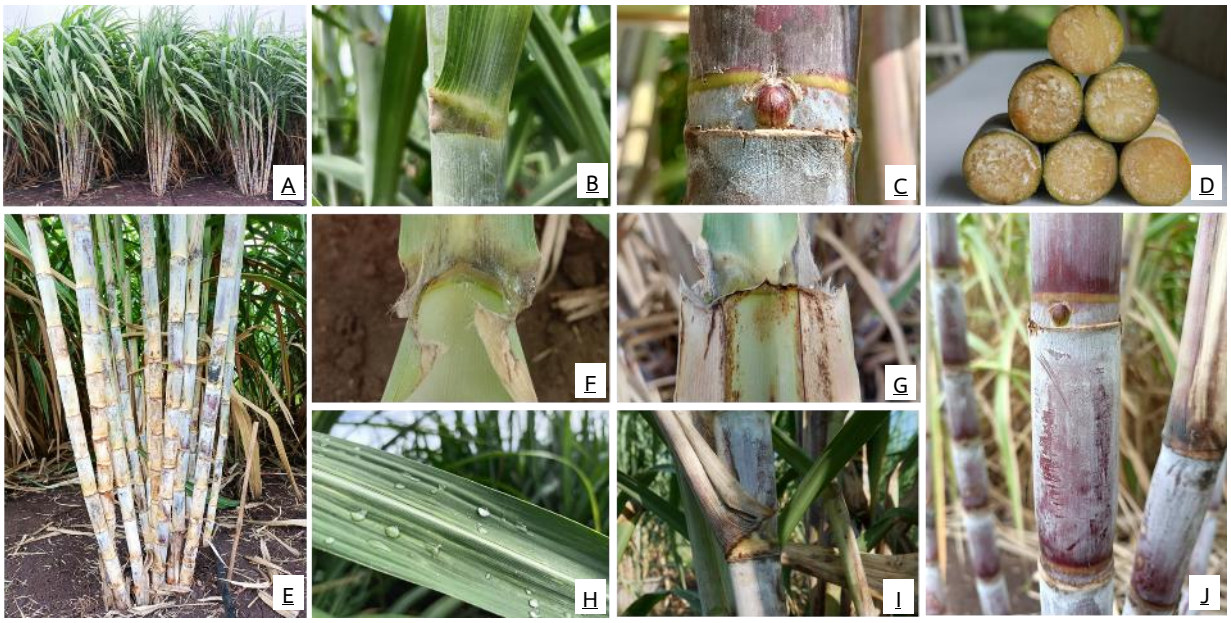


Figure 1 Botanical characteristics of sugarcane clone NSUT13-313 (A-J)

A: Stool growth habit B: Dewlap shape C: Bud shape and tip position
D: Internode cross-section E: Internode alignment F: Inner and outer auricle shape
G: Ligule shape H: Hair on the margin I: Leaf sheath adherence J: Internode shape

Table 7 Mean of some agronomic traits of NSUT1013-313 compared to DOA KK3 and LK92-11 on preliminary, standard, and farm trials in plant cane, 1st and 2nd ratoon crops across 23 environments during 2014-2023

Traits	Clone/Variety		
	NSUT13-313	DOA KK3	LK92-11
Stalk diameter (cm)	2.90	2.79	2.71
Number of Internode/stalk	26.7	27.4	26.6
Internode length (cm)	10.3	9.85	8.27
Stalk length (cm)	274	270	220
Plant height (cm)	333	312	295

การรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูก

Collection and Selection of *Kaempferia parviflora* Clones in the Planting Area

วณิชญา ฉิมนาค[1*] เมรินทร์ บุญอินทร์[2] ชลธิชา แสนทำพล[2] มัณฑนา สีโน[3] มณีรัตน์ รุจิณรงค์[3] และ ไกรศร ตาวงศ์[3]

Chimnak, V.[1*], Boonin, M.[2], Saentumpon, C.[2], Seeno, M.[3] Rujinarong, M.[3] and Tawong, K.[3]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 กรมวิชาการเกษตร ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก 65130

[1] Office of Agricultural Research and Development Region 2, Department of Agriculture, Wang-thong sub-district, Wang-thong district, Phitsanulok, 65130

[2] ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 62720

[2] Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Sado Phong sub-district, Khaokho district, Phetchabun, 67270

[3] กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] Planing and Technical Division, Department of Agriculture, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

**Corresponding author: vanidchaya@gmail.com*

บทคัดย่อ

การรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูก ดำเนินการปี 2565-2566 มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายต้นกระชายดำที่มีปริมาณสารสำคัญสูง จากแหล่งปลูกทางการค้าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ เลย และพะเยา ดำเนินการคัดเลือกสายต้นกระชายดำทั้งกลุ่มใบแดงและใบเขียว จำนวน 10 แหล่งปลูก ใช้เกณฑ์ความสมบูรณ์ของต้นกระชายดำในแปลง สีใบและหัวตรงตามสายพันธุ์ มีการจัดการแปลงกระชายดำที่ดี และไม่พบการระบาดของโรคเหี่ยว โดยมีเกษตรกรเจ้าของแปลงมีส่วนร่วมคัดเลือกสายต้นกระชายดำลักษณะดีเด่น และนำมาปลูกคัดเลือก ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 สายต้น บันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระชายดำ และข้อมูลการเจริญเติบโต สามารถจำแนกกระชายดำที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวน 3 กลุ่ม ตามขนาดเหง้า คือ 1) เหง้าขนาดใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า 200 กรัม) 2) เหง้าขนาดกลาง (น้ำหนัก 100 - 200 กรัม) และ 3) เหง้าขนาดเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า 100 กรัม) และดำเนินการปลูกเปรียบเทียบสายต้นที่คัดเลือกได้จากปี 2565 ในสภาพแปลงปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก จำนวน 10 สายต้น พบสายต้นกระชายดำดีเด่นจำนวน 5 สายต้น ได้แก่ 1) สายต้น PY-1 จ.พะเยา 2) สายต้น LH-5 ห้วยมุ่น อ.ด่านซ้าย จ.เลย 3) สายต้น PB-4 เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ 4) สายต้น PH-1 ห้วยน้ำไซ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก และ 5) สายต้น LS-1 แสงภา อ.นาแห้ว จ.เลย ที่เจริญเติบโตดีเด่นและมีจำนวนผลผลิตเหง้ารวมมากที่สุด

คำสำคัญ: กระชายดำ สายต้น แหล่งปลูก การคัดเลือกพันธุ์ การรวบรวมพันธุ์

Abstract

Collection and selection of *Kaempferia parviflora* clones in the planting area were carried out in 2022-2023. The objective is to select *Kaempferia parviflora* clones with high amounts of important substances. From commercial planting areas in Phitsanulok, Phetchabun, Loei, and Phayao provinces, the selection of *Kaempferia parviflora* clones, both red and green leaf groups, totalled 10 planting areas, using criteria for the maturity of *Kaempferia parviflora* clones in the plot. The colour of the leaves and heads corresponds to the species has good management and no outbreak of Wilt disease was found. The farmers who owned the plots participated in selecting *Kaempferia parviflora* plants with outstanding characteristics.

And were planted and selected at the trial plot of the Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Khao Kho District, Phetchabun Province, totalling 50 clones. Record the botanical characteristics of *Kaempferia parviflora* and growth information harvested. *Kaempferia parviflora* clones can be classified into 3 groups according to the size of the rhizomes: 1) large (weight more than 200 g), 2) medium-sized (weight 100 - 200 g) and 3) small (weight less than 100 grams) and proceeded to plant and compare the selected lines from 2022 in planting conditions suitable for the planting area, totaling 10 clones. Found 5 outstanding *Kaempferia parviflora* clones, including the PY-1 clone, the LH-5 clone, PB-4 clone, PH-1 clone and LH-1 clone had outstanding growth and had the highest total yield production.

Keywords: *Kaempferia parviflora*, clones, planting area, collection and selection

บทนำ

กระชายดำ (Black galingale) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Kaempferia parviflora* หรือโสมไทย มีเขตกระจายพันธุ์ทั่วไปในแถบเอเชียเขตร้อน ประเทศไทยปลูกกระชายดำมากในจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ พิษณุโลก ตาก กาญจนบุรี และจังหวัดอื่น ๆ ทางภาคเหนือ มีสรรพคุณเป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด บำรุงหัวใจ แก้ปวดข้อ แก้โรคกระเพาะและแก้ปวดท้อง และเป็น 1 ใน 4 สมุนไพรแชมป์เปี้ยนโปรดักส์ในแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพร ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564 เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูง สารสำคัญที่พบในเหง้ากระชายดำ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย และสารในกลุ่ม polyphenol (flavonoids) ทำให้กระชายดำและผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ เช่น เหง้าสดกระชายดำ สารสกัด ผงชง และแคปซูลผงแห้ง ได้รับความสนใจและเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น จีน และเกาหลีใต้ โดยมูลค่าของกระชายดำเมื่อผ่านกระบวนการทำเป็นสารสกัดที่มีสารออกฤทธิ์ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัย สารสกัดกระชายดำมีมูลค่าเพิ่มสูงมากกว่า 100,000 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นมูลค่าที่เพิ่มสูงขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยเท่าตัวของเกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมไทย (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2564)

กระชายดำสามารถจำแนกสายพันธุ์เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สายพันธุ์ใบแดง (มีเนื้อในเหง้าสีม่วงเข้ม) และสายพันธุ์ใบเขียว (มีเนื้อในเหง้าสีม่วงจาง) การจำหน่ายผลิตภัณฑ์กระชายดำใช้สีเนื้อเหง้ากระชายดำเป็นเกณฑ์กำหนดราคาโดย แบ่งความเข้มสีของเนื้อในระดับ 1 - 6 การรับซื้อกระชายดำที่ขั้นต่ำกิโลกรัมละ 60 บาท แต่ปัญหาที่สำคัญที่พบ คือ เหง้ากระชายดำจะสีเนื้อเหง้าเหมือนหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกเพียงร้อยละ 44.20 ส่วนใหญ่มีสีเข้มเฉพาะเหง้ากลางเท่านั้น ส่วนบริเวณขอบนอกยังเป็นสีเหลืองร้อยละ 21.30 (กำพลและคณะ, 2551) จากปัญหาดังกล่าวเป็นผลจากความแปรปรวนของสายพันธุ์กระชายดำ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์กระชายดำที่มีปริมาณสารสำคัญสูง และเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกในเชิงการค้า รวมทั้งเป็นการเก็บรักษาสายพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์กระชายดำต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายต้นกระชายดำ
2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก เป็นต้น
3. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล ได้แก่ สมุดบันทึก เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ สายวัด เครื่องชั่ง เป็นต้น

วิธีการ

ดำเนินการรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูกต่าง ๆ จากแหล่งปลูกทางการค้าหรือจากแปลงเกษตรกร หน่วยงานราชการหรือเอกชนที่รวบรวมพันธุ์ ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ตาก พิษณุโลก และเลย จำนวน 10 แหล่งปลูก รวมทั้งหมด 50 สายต้น โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากความสมบูรณ์ของต้นกระชายดำในแปลงของเกษตรกร สีใบและหัวตรงตามสายพันธุ์ มีการจัดการแปลงกระชายดำที่ดี ป้องกันการแพร่ระบาดของโรคเหี่ยว ต้นและใบกระชายดำไม่มีรอยทำลายของศัตรูพืช ใบไม่พบอาการเหี่ยวและเน่าโดยเกษตรกรเจ้าของแปลงมีส่วนร่วมในการคัดเลือกกระชายดำ (Figure 1) ดำเนินการปลูกคัดเลือกระหว่าง

เดือนมีนาคม 2565 - มกราคม 2566 ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 50 สายต้น บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต โดยกำหนดตามแหล่งปลูก ดังนี้

1) PB - เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์
2) LH - ห้วยมุ่น อ.ด่านซ้าย จ.เลย
3) LP – โป่งกูด อ.นาแห้ว จ.เลย
4) LN - นาแห้ว จ.เลย
5) LS - แสงภา อ.นาแห้ว จ.เลย
6) PP - ภูขัด อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
7) PR - ร่มเกล้า อ.ชาติตระการ จ.พิษณุโลก
8) PH - ห้วยน้ำไซ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
9) PK - ขุนน้ำคับ อ.ชาติตระการ จ.พิษณุโลก
10) PY - จ.พะเยา

ปี 2566 ดำเนินการปลูกเปรียบเทียบสายต้นกระชายดำที่คัดเลือกได้จากปี 2565 ใช้เกณฑ์น้ำหนักและความสมบูรณ์ของเหง้า รวมถึงสีเนื้อในเป็นหลัก (Figure 2) วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 10 กรรมวิธี (สายต้น)ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยปลูกเป็นแถว สายต้นละ 2 แถว จำนวน 5 ต้นต่อแถว ดังนี้

1) สายต้น PB-4 3. สายต้น LP-3 5. สายต้น PK-4 7) สายต้น PY-1 9) สายต้น LH-5
2) สายต้น LP-2 4. สายต้น LP-4 6) สายต้น PK-5 8) สายต้น PH-1 10) สายต้น LS-1



Figure 1 Collection and selection of *Kaempferia parviflora* in the planting area (2022)



Figure 2 Selected plots of *Kaempferia parviflora* in the planting area (2023) at Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Khao Kho District, Phetchabun Province

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูกในปี 2565 ดำเนินการคัดเลือกสายต้นกระชายดำทั้งกลุ่มใบแดงและใบเขียวที่มีความทนทานต่อโรคเหี่ยวระดับหนึ่งในแหล่งปลูกปลูกทางการค้าหรือจากแปลงเกษตรกรจำนวน 10 แหล่งปลูก จากจังหวัดเพชรบูรณ์ เลย พิษณุโลก และพะเยา จำนวน 50 สายต้น มีการเจริญเติบโตและสีเนื้อในเหง้าแตกต่างกัน สามารถจำแนกกลุ่มตามขนาดเหง้ากระชายดำ จำนวน 3 กลุ่ม คือ 1) เหง้าขนาดใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า 200 กรัม) จำนวน 4 สายต้น 2) เหง้าขนาดกลาง (น้ำหนัก 100 - 200 กรัม) จำนวน 23 สายต้น และ 3) เหง้าขนาดเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า 100 กรัม) จำนวน 23 สายต้น (Table 1-2)

ปี 2566 ปลูกเปรียบเทียบสายต้นที่คัดเลือกได้ในสภาพแปลงปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก จำนวน 10 สายต้น ใช้แผ่นเทียบสีธรรมชาติตามระบบมัลเซลล์เทียบสีใบกระชายดำ ใบมีสีโทนเขียวเข้มขอบใบมีสีแดง Y-G146A Y-G146B Y-G146C และ Y-G147A เมื่อเทียบสีเนื้อในเหง้ากระชายดำ มีสีโทนม่วงเข้ม V-G83-A และ V-G83-C ซึ่งอยู่ในเกณฑ์รับซื้อกระชายดำของบริษัท

โดยสายต้นกระชายดำจำนวน 10 สายต้น พบความสูงทรงพุ่มเฉลี่ย 34.48 – 41.23 เซนติเมตร จำนวนต้นต่อกอเฉลี่ย 13.69 – 27.00 ต้น จำนวนใบต่อกอเฉลี่ย 31.00 – 58.56 ใบต่อกอ และน้ำหนักเหง้ารวมเฉลี่ย 91.17 – 3,260.55 กรัม ซึ่งสามารถคัดเลือกสายต้นกระชายดำที่เจริญเติบโตดีเด่นและมีจำนวนผลผลิตเหง้ารวมมากที่สุด จำนวน 5 สายต้น ได้แก่ 1) สายต้น PY-1 จ.พะเยา 2) สายต้น LH-5 ห้วยมุ่น อ.ด่านซ้าย จ.เลย 3) สายต้น PB-4 เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ 4) สายต้น PH-1 ห้วยน้ำไซ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก และ 5) สายต้น LS-1 แสงภา อ.นาแห้ว จ.เลย (Table 3)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในเหง้ากระชายดำ จำนวน 10 สายต้น พบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ 0.63 – 0.79มิลลิกรัม/100 มิลลิกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญญา (2564) ศึกษาพฤกษเคมีในกระชายดำ 10 แหล่งพันธุ์ที่รวบรวมจากพื้นที่สูงภูทับเบิก พบว่ากระชายดดำจากแหล่งปลูกบ้านเข็กน้อยสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่สูงและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ซึ่งกระชายดำจากแหล่งปลูกบ้านเข็กน้อยเป็นแหล่งพันธุ์ที่โดดเด่นสำหรับกลุ่มน้ำมันหอมระเหย

สรุปผล

การรวบรวมและคัดเลือกสายต้นกระชายดำในแหล่งปลูก จากแหล่งปลูกทางการค้าในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ เลย และพะเยา จำนวน 50 สายต้น นำมาปลูกคัดเลือก ณ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูณณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถจำแนกกระชายดำที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวน 3 กลุ่ม ตามขนาดเหง้า คือ 1) เหง้าขนาดใหญ่ (น้ำหนักมากกว่า 200 กรัม) 2) เหง้าขนาดกลาง (น้ำหนัก 100 - 200 กรัม) และ 3) เหง้าขนาดเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า 100 กรัม) และเมื่อปลูกเปรียบเทียบสายต้นที่คัดเลือกได้จากปี 2565 จำนวน 10 สายต้น พบสายต้นกระชายดำดีเด่นจำนวน 5 สายต้น ได้แก่ 1) สายต้น PY-1 จ.พะเยา 2) สายต้น LH-5 ห้วยมุ่น อ.ด่านซ้าย จ.เลย 3) สายต้น PB-4 เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ 4) สายต้น PH-1 ห้วยน้ำไซ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก และ 5) สายต้น LS-1 แสงภา อ.นาแห้ว จ.เลย ที่เจริญเติบโตดีเด่นและมีจำนวนผลผลิตเหง้ารวมมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ และนักวิชาการ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ และนักวิชาการ สถาบันวิจัยพืชสวน ที่ให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษาแก้ไขปัญหาด้านวิชาการให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณนักวิชาการกลุ่มวิจัยและวิเคราะห์ทางสถิติ งานวิจัยเกษตร สำหรับคำแนะนำด้านสถิติ รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ร่วมจัดทำแปลงทดลอง มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. รมว.อว. ชูสมุนไพรไทยไม่แพ้ที่ใดในโลก ตอบโจทย์โมเดลเศรษฐกิจ BCG เพิ่มรายได้เกษตรกรและอุตสาหกรรมไทยเป็นร้อยเท่า. เข้าถึงได้จาก: https://www.mhesi.go.th/index.php/pr-executive-news/3352-1903641.html [เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2564].

กำพล เมืองโคมพัส, จิตอาภา ชมเชย และประยูร สมฤทธิ์. 2551. การทดสอบพันธุ์และสารสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตการให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำ (อิทธิพลของละติจูดของพื้นที่ปลูกที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตการให้ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตเหง้ากระชายดำ). เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/research/printthread.php?tid=1349 [เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2564].

อภิญญา วงศ์เปี้ย. 2564. การศึกษาพฤกษเคมีในกระชายดำ 10 แหล่งพันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากพื้นที่สูงภูทับเบิก. ในรายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม โครงการพัฒนาระบบการผลิตพืชอย่างยั่งยืนบนพื้นที่สูงเขาหัวโล้นภูทับเบิก (ทับเบิกโมเดล). กรมวิชาการเกษตร. 378 หน้า

Table 1 Productivity of selected *Kaempferia parviflora* in 2022

Groups	Clone	Weight of *Kaempferia parviflora* (grams)
1	LP-3	247.03
(> 200 grams)	PB-4	228.10
	LP-4	212.29
	PK-5	208.59
2	PK-4	193.86
(100-200 grams)	LP-1	180.07
	LP-2	178.27
	LP-5	154.41
	PB-3	154.27
	PY-1	151.79
	LS-5	145.05
	PH-1	142.01
	PP-5	134.83
	LH-5	131.51
	LS-1	127.01
	PY-4	123.46
	LH-3	118.45
	PB-5	115.85
	LS-3	112.03
	PP-1	111.18
	LH-2	109.82
	LN-4	109.58

Table 1 Cont.

Groups	Clone	Weight of *Kaempferia parviflora* (grams)
2	PP-4	108.82
(100-200 grams)	LS-4	109.41
	PP-2	106.91
	LN-5	106.07
	PH-4	105.34
3	LN-1	96.02
(< 100 grams)	PY-3	95.97
	LH-4	89.69
	PH-3	82.68
	PP-3	79.64
	PB-2	78.37
	PY-2	76.93
	LS-2	75.84
	LH-1	72.01
	PR-5	68.43
	PR-3	67.60
	PB-1	67.05
	PR-2	66.74
	PK-2	66.43
	LN-3	65.28
	PY-5	65.25
	PK-3	60.80
	LN-2	59.19
	PH-5	55.69
	PR-4	52.03
	PK-1	48.96
	PR-1	45.82
	PH-2	24.85

Table 2 *Kaempferia parviflora* clones in 2022

Kaempferia parviflora clones (> 200 grams)			
			
PB-4	LP-3	LP-4	PK-5
Kaempferia parviflora clones (100 - 200 grams)			
			
PB-3	PB-5	LH-2	LH-3
			
LH-5	LP-1	LP-2	LP-5
			
LN-4	LN-5	LS-1	LS-3
			
LS-4	LS-5	PP-1	PP-2

Table 2 Cont.

Kaempferia parviflora clones (100 - 200 grams)			
			
PP-4	PP-5	LH-1	LH-4
			
PK-4	PY-1	PY-4	
Kaempferia parviflora clones (< 100 grams)			
			
PB-1	PB-2	LH-1	LH-4
			
LN-1	LN-2	LN-3	LS-2

Table 2 Cont.

Kaempferia parviflora clones (< 100 grams)			
			
PP-3	PR-1	PR-2	PR-3
			
PR-4	PR-5	PH-2	PH-3
			
PH-5	PK-1	PK-2	PK-3
			
PY-2	PY-3	PY-5	

Table 2 Information on the growth of the *Kaempferia parviflora* clones in 2023

Clones	Plant height (centimeter)	Mean number tillers/plant	Mean number leaf/plant	Leaf color	Total weight (grams)	Flesh color	Total flavonoids content (mg/100 mg)
1. PB-4	39.17	19.06	43.56	Y-G146A/ Y-G146B	2,230.56	V-G83-A / V-G83-C	0.77
2. LP-2	34.48	13.33	32.67	Y-G146A/ Y-G146B/ Y-G147A	581.77	V-G83-A	0.67
3. LP-3	37.56	18.67	36.22	Y-G146A/ Y-G146B/ Y-G147A	812.58	V-G83-A / V-G83-C	0.63
4. LP-4	41.00	27.00	52.00	Y-G146B	91.17	V-G83-C	0.72
5. PK-4	39.85	20.09	42.64	Y-G146A/ Y-G146B	923.97	V-G83-A / V-G83-C	0.75
6. PK-5	40.13	22.88	47.13	Y-G146A/ Y-G146B/ Y-G147A	846.11	V-G83-A	0.86
7. PY-1	41.23	25.67	58.56	Y-G146A/ Y-G146B/ Y-G147A	3,271.62	V-G83-A	0.71
8. PH-1	36.50	16.50	37.33	Y-G146A/ Y-G146B/ Y-G146C	1,282.62	V-G83-A / V-G83-C	0.69
9. LH-5	40.00	24.72	54.83	Y-G146A/ Y-G146B	3,260.55	V-G83-A	0.66
10. LS-1	38.18	13.69	31.00	Y-G146A/ Y-G146B	1,080.54	V-G83-A / V-G83-C	0.79

การเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา 12 สายพันธุ์ ชุดที่ 8 (ระยะที่ 2)

The Eighth Variety Comparison of 12 Clones Robusta Coffee (Phase 2)

ดารากร เผ่าชู [1] * ทิพยา ไกรทอง [1] ปานหทัย นพชินวงศ์ [1] และ อรทัย ธนัญชัย [1]

Darakorn Paochoo [1] *, Tippaya Kraitong [1] , Parnhathai Nopchinwong [1] and Orathai Tananchai [1]

[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ต.วิสัยใต้ อ.สวี จ.ชุมพร 86130

[1] Chumphon Horticultural Research Centre Wisai Tai Sawi, Chumphon, 86130,

* Corresponding author: pisces26@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

สถานการณ์การผลิตกาแฟโรบัสตาในประเทศไทยมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ค่อนข้างต่ำเฉลี่ย 100 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดแคลนกาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง และเมล็ดมีขนาดใหญ่ได้มาตรฐาน ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรจึงได้มีการพัฒนาพันธุ์กาแฟโรบัสตาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีและให้ผลผลิตสูงไว้ใช้เป็นพันธุ์เผยแพร่แก่เกษตรกร โดยดำเนินการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ ใช้พันธุ์เป็นกรรมวิธี มี 12 กรรมวิธี คือ สายพันธุ์ FRT107, FRT137, PP01, PP05, SC05, SKE01, SKE06, SC12, PA03, TST07, TST08 และชุมพร 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ระยะปลูก 3X3 เมตร ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2566 จากการเก็บผลผลิตกาแฟโรบัสตาต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 ปี สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่น ได้จำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ TST08, TST07 และSC 12 ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 307.97, 306.27 และ 284.54 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 224.23 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์คาเฟอีนของสายพันธุ์ต่างๆ อยู่ระหว่าง 1.45 - 2.27 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ SC05 ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า สายพันธุ์ PP01 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 25.67 กรัม สำหรับสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (Percentage Out-turn) พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 22.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ PP05 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร เท่ากับ 22.23 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเมล็ดกาแฟ (Bean size) พบว่า สายพันธุ์ PP01, PP05, SC05, SKE01, SC12, TST07 และ TST08 ขนาดเมล็ดส่วนใหญ่เป็นเกรดพรีเมี่ยมอยู่ในช่วงเบอร์ 16-20 สำหรับการเจริญเติบโต พบว่า สายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ TST07, PA03, TST08 และPP05 ซึ่งการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี และแข็งแรง สามารถส่งผลให้ต้นกาแฟโรบัสตาให้ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดดี สามารถเป็นพันธุ์แนะนำสำหรับเกษตรกร

คำสำคัญ: กาแฟโรบัสตา การเปรียบเทียบพันธุ์ ผลผลิตสูง

Abstract

Robusta coffee production in Thailand has a relatively low average yield of 100 kg per rai. Most farmers are still in short supply of high-yielding Robusta coffee trees and a large bean’s size and its quality. Chumphon Horticultural Research Center continued to develop Robusta coffee clones are required to obtain the best clones with high yield stability which can the released to farmers in the future. The experimental design using a randomized complete block design (RCB) with 3 replications of 12 clones; FRT107, FRT137, PP01, PP05, SC05, SKE01, SKE06, SC12, PA03, TST07 and TST08 in compared with Chumphon 2 at spacings of 3

x 3 m was carried out at Chumphon Horticultural Research Center during October 2016 - September 2023. The results showed that TST08, TST07 and SC12 had the highest productivity in the first four cropping. The average bean yields were 307.97, 306.27 and 284.54 kg/rai/year respectively more than the Chumphon 2 bean yield which was 224.23 kg/rai/year. The percentage caffeine of clones ranged from 1.45 - 2.27 %. SC05 clone was the lowest percentage of caffeine. Weight of 100-bean showed that PP01 clones was the highest 100-bean weight 25.67 gram. TST08 clones had the most out-turn rate, at 22.98 % followed by PP05 clones was 22.23 %. Premium-sized beans showed PP01, PP05, SC05, SKE01, SC12, TST07 and TST08 which were in the range of numbers 16-20. TST07, PA03, TST08 and PP05 clones were the best growing, which was a good and strong stem relative to the high yield of Robusta coffee trees. Good seed quality Can be a recommended variety for farmers.

Keywords: Robusta coffee, Variety comparison, high-yield

บทนำ

สถานการณ์การผลิตกาแฟโรบัสตาในประเทศไทยมีสภาวะถดถอย พื้นที่การปลูกภายในประเทศลดลงอย่างต่อเนื่อง จากสถิติการปลูกกาแฟโรบัสตาในปี 2567 มีพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสตา 77,280 ไร่ ปี ลดลงจากปี 2566 ร้อยละ 22.35 เนื่องจากแหล่งผลิตในจังหวัดชุมพรและระนอง มีการโค่นต้นกาแฟที่อายุมาก ที่ปลูกแซมในสวนทุเรียน เพื่อเพิ่มช่องว่างให้ง่ายต่อการดูแลสวนทุเรียน เพราะทุเรียนราคาดี โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร ปลูกกาแฟโรบัสตาลดลงเหลือเพียง จำนวน 54,973 ไร่ จากการที่พื้นที่ปลูกกาแฟลดลงส่งผลให้ผลผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่ง ปี 2566 เหลือเพียง 8,584 ตัน ประกอบกับผลผลิตกาแฟต่อไร่ต่ำมากในปี 2566 ประมาณ 86 กิโลกรัมต่อไร่ ผลกระทบจากปริมาณผลผลิตที่ลดลงนี้ ทำให้ต้องมีการนำเข้ากาแฟโรบัสตามากขึ้นทุกปี โดยเริ่มนำเข้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 จำนวน 14,541 ตัน เป็นมูลค่า 1,094 ล้านบาท และในปี พ.ศ.2566 มีการนำเข้าในรูปเมล็ดกาแฟดิบ 62,171.01 ตัน เป็นมูลค่า 6,528.65 ล้านบาท เมล็ดกาแฟคั่ว 2,305.99 ตัน เป็นมูลค่า 959.67 ล้านบาท กาแฟสำเร็จรูป 24,738.82 ตัน เป็นมูลค่า 3,354.91 ล้านบาท และกาแฟสำเร็จรูปผสม 2,174.08 ตัน เป็นมูลค่า 1,049.75 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ผลจากการจัดทำร่างแผนพัฒนากาแฟแห่งชาติปี 2563-2573 พบว่า กาแฟไทยมีสายพันธุ์น้อย ไม่ตอบสนองความต้องการของตลาด พันธุ์กาแฟเริ่มไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ผลผลิตกาแฟ โรบัสตาไม่เพียงพอกับความต้องการของในประเทศต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งปัญหาการออกดอกกาแฟไม่พร้อมกัน ทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตด้านแรงงานในการเก็บเกี่ยว นอกจากนั้นยังพบปัญหา ผลผลิตต่อไร่ต่ำ เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเมล็ดนำไปเพาะเพื่อขยายจำนวนต้นให้ได้มากและรวดเร็ว แต่เนื่องจากกาแฟโรบัสตาเป็นพืชผสมข้ามดอกไม่สามารถผสมตัวเองได้ การเพาะเมล็ดจึงเป็นวิธีที่ทำให้กาแฟมีความแปรปรวนสูง ยากต่อการควบคุมความสม่ำเสมอ เกษตรกรขาดกาแฟพันธุ์ดีที่เหมาะสมในพื้นที่ ดังนั้น ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จึงได้จัดทำโครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนางานวิจัย ด้านปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตา ให้ตอบสนองกับความต้องการและสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวของเกษตรกรได้ รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับตลาดต่างๆ ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรมีการรวบรวมพันธุ์ของกาแฟโรบัสตา เพื่อให้นักวิจัยสามารถใช้เป็นฐานพันธุกรรมสำหรับในการปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาพันธุ์กาแฟเพื่อให้ได้ผลผลิต ที่สูงขึ้น และมีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เพื่อสามารถสร้างรายได้ที่เพิ่มขึ้นให้แก่เกษตร อาจเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันกลับมาปลูกกาแฟกันมากขึ้น ลดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดกาแฟภายในประเทศและนำเข้าเมล็ดกาแฟจากต่างประเทศเป็นการพัฒนากาแฟอย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ ให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพได้มาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ต้นพันธุ์กาแฟโรบัสตา จำนวน 11 พันธุ์และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร (พันธุ์ชุมพร 2) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ,18-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ และสารปรับปรุงดิน อุปกรณ์ระบบการให้น้ำในแปลงปลูก อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัดต่าง ๆ เช่น สายวัด เวอเนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งน้ำหนักฯลฯ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง สารป้องกันกำจัดโรคและแมลง และสารกำจัดวัชพืช เป็นต้น

วิธีการ

การทดลองการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา 12 สายพันธุ์ ชุดที่ 8 ดำเนินการตั้งแต่ ปี 2555 - 2567 แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ปี 2555-2558 ศึกษา ประเมินและคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ไทยพื้นเมืองจากแปลงเกษตรกร และพันธุ์ต่างประเทศ จากความร่วมมือกับบริษัทควอลิตี้คอฟฟี่ โปรดักท์สจำกัด โดยจะมีการประเมินผลผลิตเบื้องต้นติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี การผลิต ตามมาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตา โดยการเสียบยอดกาแฟโรบัสตาสายพันธุ์ดีที่ได้จากการคัดเลือกบนต้นตอกาแฟโรบัสตาพันธุ์ชุมพร 2

ขั้นตอนที่ 2 ปี 2559-2564 ปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์ต่างๆ ในแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ วางแผนการทดลอง โดยใช้สถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ค่า Duncan's multiple range test (DMRT) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block ; RCB) 3 ซ้ำ ซ้ำละ 9 ต้น ให้พันธุ์เป็นกรรมวิธี มี 12 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สายพันธุ์ FRT107	กรรมวิธีที่ 2 สายพันธุ์ FRT137
กรรมวิธีที่ 3 สายพันธุ์ PP01	กรรมวิธีที่ 4 สายพันธุ์ PP05
กรรมวิธีที่ 5 สายพันธุ์ SC05	กรรมวิธีที่ 6 สายพันธุ์ SKE01
กรรมวิธีที่ 7 สายพันธุ์ SKE06	กรรมวิธีที่ 8 สายพันธุ์ SC12
กรรมวิธีที่ 9 สายพันธุ์ PA03	กรรมวิธีที่ 10 สายพันธุ์ TST07
กรรมวิธีที่ 11 สายพันธุ์ TST08	กรรมวิธีที่ 12 พันธุ์ชุมพร 2 (พันธุ์เปรียบเทียบ)

สำหรับการดูแลรักษาแปลงปลูกเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา มีการให้น้ำในช่วงแล้ง ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ส่วนใหญ่จะกำจัดวัชพืชโดยวิธีตัดหญ้าด้วยเครื่องสะพายไหล่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินโดยแบ่งใส่ 4 ครั้งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ปีละ 1 ครั้ง ใส่ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ปีละ 2 ครั้ง การปรับปรุงดินโดยการใส่สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) ปีละ 1 ครั้ง มีการตัดแต่งกิ่งทรงต้นให้แต่ละต้นมี 3-4 กิ่งหลัก และปลิดกิ่งแขนงออกทุก ๆ 2-4 เดือน ตัดแต่งกิ่งที่เสียหายออกหลังการเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้น ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ทุกๆ 6 เดือน และบันทึกข้อมูลผลผลิต

ขั้นตอนที่ 3 ปี 2565-2567 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ขนาดรอบโคน ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ความยาวกิ่ง จำนวนข้อที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งความยาวข้อ และจำนวนผลต่อข้อ บันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ ปริมาณผลสด และผลผลิตเมล็ดกาแฟ (Bean yield) รวมทั้งการบันทึกข้อมูลคุณภาพผลผลิตต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีตามเกณฑ์ในการเปรียบเทียบพันธุ์ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน (Percentage caffeine) น้ำหนัก 100 เมล็ด (100 - bean weight) สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร (Percentage Out-turn) และขนาดเมล็ดกาแฟ (Bean size) อีกทั้งยังมีการบันทึกข้อมูลด้านอื่นๆ เพื่อสนับสนุนข้อมูลด้านผลผลิต เช่น ระยะเวลาการออกดอก จำนวนครั้งของการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเข้าทำลายของโรค - แมลง และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลผลิตเมล็ดกาแฟ (Bean yield) จากการเก็บผลผลิตเมล็ดกาแฟโรบัสตาของแต่ละสายพันธุ์ ในปีผลิต 2562/63 - 2566/67 เป็นเวลา 5 ปี ซึ่งจะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกปี พบว่า ในปีที่ 5 สายพันธุ์ TST08 ให้ผลผลิต

เมล็ดกาแฟเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 343.90 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ TST07 ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 321.43 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ SC12 ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 289.17 กิโลกรัมต่อไร่ จากการทดลองสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นได้จำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ TST08 สายพันธุ์ TST07 และสายพันธุ์ SC12 ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ย 5 ปี สูงที่สุด เท่ากับ 307.97 306.27 และ 284.54 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 224.23 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) จากข้อมูลในปีที่ 1 ของการให้ผลผลิต พบว่าโดยส่วนใหญ่กาแฟแต่ละสายพันธุ์จะให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากในปีที่ 1 (2562/63) มีฝนตกในช่วงที่ดอกกาแฟบานในเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงการออกดอกชุดใหญ่ของกาแฟ ส่งผลต่อการผสมเกสรและการติดผลน้อยลง (สถานีอุตุนิยมวิทยาสวี, 2564) อีกทั้งยังพบการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟผลผลิตเสียหายประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด เนื่องจากแปลงกาแฟใกล้เคียงไม่ได้มีการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีผลแห้งติดค้าต้น ส่งผลให้เกิดการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟ จากการทดลองนี้สามารถเก็บผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลา 5 ปี เนื่องจากกาแฟจะให้ผลผลิตเต็มที่เมื่อต้นมีอายุ 4 ปี และจากจุดนี้ควรเก็บข้อมูลผลผลิตไม่น้อยกว่า 4 ปีต่อเนื่องกันไป (Carvalho, et al., 1969; Cilas, et al., 2003) เพื่อให้แต่สายพันธุ์แสดงศักยภาพการให้ผลผลิตได้อย่างเต็มที่และต่อเนื่อง สำหรับการปรับปรุงพันธุ์และส่งเสริมสายพันธุ์กาแฟโรบัสตานั้น ควรมีผลผลิตสูงกว่า 250 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนลักษณะทางลำต้นที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต เช่น จำนวนกิ่งที่ติดผล จำนวนผลต่อกิ่ง การให้ผลผลิตเร็วและสม่ำเสมอ

Table 1 Average bean yield of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	Average bean yield (kilogram per rai)					
	Year 1 (2019/20)	Year 2 (2020/21)	Year 3 (2021/22)	Year 4 (2022/23)	Year 5 (2023/24)	Average
FRT107	58.63 b	142.54 cd	138.61 d	169.86 bc	146.15 d	131.16 c
FRT137	73.49 b	110.05 d	114.34 d	161.95 c	132.69 d	118.50 c
PP01	91.42 ab	236.30 a-d	220.19 bcd	242.42 bc	280.59 abc	214.18 b
PP05	89.97 ab	274.41 abc	260.61 abc	267.72 bc	189.75 cd	216.49 b
SC05	81.05 ab	196.83 bcd	183.89 cd	193.03 bc	139.84 d	158.93 bc
SKE01	97.54 ab	193.02 bcd	187.92 bcd	211.72 bc	217.84 bcd	181.61 bc
SKE06	63.99 b	164.91 bcd	147.67 d	263.39 bc	191.47 cd	166.29 bc
SC12	150.78 a	305.37 ab	294.62 ab	382.75 a	289.17 abc	284.54 a
PA03	83.81 ab	147.51 cd	144.15 d	177.94 bc	161.77 d	143.04 c
TST07	132.68 ab	359.58 a	339.18 a	378.47 a	321.43 ab	306.27 a
TST08	118.50 ab	356.43 a	346.00 a	375.03 a	343.90 a	307.97 a
Chumphon 2 (Control)	94.93 ab	275.50 abc	257.74 abc	271.33 b	221.63	224.23 b
CV (%)	26.04	32.60	26.20	21.70	26.00	17.20
F-test	**	**	**	**	**	**

2. <u>เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน</u> (Percentage caffeine) เมื่อนำตัวอย่างกาแฟสารของแต่ละสายพันธุ์ สายพันธุ์ละ 1 ตัวอย่าง ตรวจทดสอบเพื่อหาเปอร์เซ็นต์คาเฟอีน โดยวิธี In – house method TM-CH-030 based on AOAC (2019) 980.14 ปีละ 1 ครั้ง ในระยะเวลา 2 ปี พบว่า สายพันธุ์ต่างๆ มีค่าเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.45 - 2.27 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ สายพันธุ์ SC05 มีค่าเปอร์เซ็นต์คาเฟอีน 1.45 ขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์

คาเฟอีนเท่ากับ 2.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งบางสายพันธุ์มีค่าเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนน้อยกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วค่าเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนของกาแฟโรบัสตาอยู่ระหว่าง 1.6 – 2.4 (Wintgens, 2004)

Table 2 The percentage caffeine of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	Percentage caffeine 1st (percentage)	Percentage caffeine 2nd (percentage)	Average
FRT107	1.77	1.65	1.71
FRT137	1.77	1.69	1.73
PP01	2.22	1.96	2.09
PP05	1.75	1.63	1.69
SC05	1.49	1.40	1.45
SKE01	2.01	1.73	1.87
SKE06	1.91	1.75	1.83
SC12	2.17	2.05	2.11
PA03	1.76	1.63	1.70
TST07	2.02	1.82	1.92
TST08	1.60	1.59	1.60
Chumphon 2 (Control)	2.39	2.14	2.27

3. น้ำหนัก 100 เมล็ดแห้ง (100 - bean weight) จากการบันทึกข้อมูล 5 ปี พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดแห้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกปี ทุกสายพันธุ์มีน้ำหนักเมล็ดได้มาตรฐานสากลของกาแฟโรบัสตาซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 12-15 กรัม (Wintgens, 2004) โดยน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 5 ปี พบว่า สายพันธุ์ PP01 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 25.67 กรัม รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ SC05 เท่ากับ

Table 3 100 - bean weight of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	100 - bean weight (gram)					
	Year 1 (2019/20)	Year 2 (2020/21)	Year 3 (2021/22)	Year 4 (2022/23)	Year 5 (2023/24)	Average
FRT107	14.36 c	13.21 f	14.38 g	15.92 d	14.35 d	14.44 g
FRT137	14.19 c	13.85 f	14.99 g	18.48 cd	14.01 d	15.10 g
PP01	21.23 a	23.39 a	27.11 a	31.17 a	25.45 a	25.67 a
PP05	18.10 b	17.76 cde	19.23 ef	19.50 bcd	18.58 bc	18.63 de
SC05	20.06 a	22.28 a	25.09 ab	28.47 a	21.71 b	23.52 b
SKE01	15.27 c	17.11 cde	17.81 ef	20.36 bc	18.56 bc	17.82 e
SKE06	15.63 c	16.70 de	18.73 ef	22.27 bc	17.89 c	18.24 e
SC12	21.64 a	18.54 bc	24.00 bc	23.42 b	20.16 bc	21.55 e
PA03	15.43 c	19.71 b	22.03 cd	21.36 bc	20.11 bc	19.73 d
TST07	17.69 b	18.06 bcd	20.33 de	21.37 bc	17.07 cd	18.90 de
TST08	17.71 b	17.46 cde	19.22 ef	20.64 bc	19.31 bc	18.87 de
Chumphon 2 (Control)	14.82 c	16.10 e	16.82 fg	20.69 bc	14.19 d	16.52 f
CV (%)	5.50	5.50	7.10	9.30	10.20	3.80
F-test	**	**	**	**	**	**

4. <u>สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร</u> (Percentage Out-turn) จากการบันทึกข้อมูล 5 ปี พบว่า สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารของกาแฟโรบัสตาโดยส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์ (Wintgens, 2004) ในปีที่ 5 สัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารเฉลี่ย 5 ปี แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารสูงที่สุด เท่ากับ 22.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ สายพันธุ์ PP05 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร เท่ากับ 22.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ SKE06 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร ต่ำที่สุด เท่ากับ 20.01 เปอร์เซ็นต์ หากมีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารต่ำ หมายถึงเป็นสายพันธุ์ที่มีเปลือกของผลหนากว่าสายพันธุ์อื่น มีต้นทุนการเก็บเกี่ยวต่อเมล็ดแห้ง 1 กิโลกรัมสูงกว่าสายพันธุ์อื่น (ตารางที่ 4)

Table 4 Out-turn rate of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	Out-turn rate (percentage Out-turn)					
	Year 1 (2019/20)	Year 2 (2020/21)	Year 3 (2021/22)	Year 4 (2022/23)	Year 5 (2023/24)	Average
FRT107	19.90	23.48	22.43 abc	21.80 b	21.63 ab	21.85 abc
FRT137	20.88	20.25	20.92 bc	22.72 b	22.59 ab	21.47 bcd
PP01	20.46	22.73	22.47 ab	23.17 b	21.97 ab	22.16 ab
PP05	20.34	20.46	23.50 bc	23.03 b	23.80 a	22.23 ab
SC05	21.05	20.48	20.13 bc	20.30 b	23.80 a	21.21 b-e
SKE01	19.68	20.19	20.00 c	20.17 b	20.04 b	20.01 f
SKE06	18.95	21.22	20.10 bc	20.19 b	20.09 b	20.11 ef
SC12	20.13	20.18	20.63 bc	21.33 b	20.03 b	20.46 def
PA03	20.05	20.03	20.13 bc	20.50 b	20.07 b	20.16 ef
TST07	19.99	21.32	20.07 bc	20.70 b	20.10 b	20.04 ef
TST08	20.64	23.54	23.53 a	26.83 a	20.37 b	22.98 a
Chumphon 2 (Control)	20.92	20.04	22.00 abc	21.83 b	20.00 b	20.96 e-f
CV (%)	8.60	9.60	5.80	7.00	7.10	2.90
F-test	ns	ns	**	**	*	**

5. <u>ขนาดเมล็ดกาแฟ</u> (Bean size) การหาขนาดเมล็ดกาแฟ โดยนำเมล็ดไปวางบนตะแกรงชั้นบนสุด ปิดฝาแล้วเขย่า 2-3 ครั้ง เมล็ดจะผ่านจะแกรงทั้งชุดซึ่งตะแกรงแต่ละชั้นที่มีขนาดไล่เรียงกันตั้งแต่ใหญ่สุด (ชั้นบนสุด) จนถึงเล็กสุด (ชั้นล่างสุด) โดยขนาดตะแกรง มีรายละเอียด ดังนี้ ตะแกรงเบอร์ 20 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 8.00 มม. ตะแกรงเบอร์ 19 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 7.50 มม. ตะแกรงเบอร์ 18 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 7.10 มม. ตะแกรงเบอร์ 17 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 6.70 มม. ตะแกรงเบอร์ 16 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 6.30 มม. ตะแกรงเบอร์ 15 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 6.00 มม. ตะแกรงเบอร์ 14 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 5.60 มม. ตะแกรงเบอร์ 13 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 5.00 มม. และตะแกรงเบอร์ 12 มีเส้นผ่านศูนย์กลางรู ประมาณ 4.75 มม. จากการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ต่าง ๆ ขนาดเมล็ดมีการกระจาย โดยกลุ่มที่เมล็ดมีขนาดใหญ่ ประกอบด้วย สายพันธุ์ PP01, PP05, SC05, SKE01, SC12, TST07 และ TST08 ขนาดเมล็ดส่วนใหญ่เป็นเกรดพรีเมี่ยม (เมล็ดกาแฟที่มีขนาดตั้งแต่เบอร์ 16 ขึ้นไป) อยู่ในช่วงเบอร์ 16-20 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงประมาณ 6.30- 8.00 มม.) เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากพื้นเมือง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าขนาดเมล็ดพันธุ์ไทยพื้นเมืองอยู่ในช่วงเบอร์ 18-20 (สุรีรัตน์ และคณะ, 2555) ส่วนสายพันธุ์ FRT107 และสายพันธุ FRT137 เป็นสายพันธุ์นำเข้ามาจาก

ต่างประเทศ ขนาดเมล็ดส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเบอร์ 14-15 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงประมาณ 5.60 - 6.00 มม.) มีขนาดเมล็ดเล็กกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย และมีขนาดเมล็ดเล็กกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเบอร์ 15-16 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางรูตะแกรงประมาณ 6.00 - 6.30 มม.) (ตารางที่ 5)

Table 5 Bean size of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	Percentage										
	lower than number 12	number 12	number 13	number 14	number 15	number 16	number 17	number 18	number 19	number 20	Premium grade
FRT107	2.1	3.2	24.1	33.6	12.4	11.0	7.6	4.4	1.6	0.0	24.6
FRT137	0.0	3.5	25.3	36.5	17.3	10.1	3.9	2.0	1.1	0.3	17.4
PP01	0.0	0.1	2.1	7.5	4.4	14.2	17.2	16.2	20.3	18.0	85.9
PP05	0.0	0.8	7.0	21.8	5.6	27.3	19.6	10.3	5.4	2.2	64.8
SC05	0.2	0.6	4.4	10.3	4.9	14.6	21.3	19.5	17.2	7.0	79.6
SKE01	0.0	0.3	5.5	15.3	3.5	18.1	23.8	17.1	12.0	4.4	75.4
SKE06	0.0	4.0	3.2	18.2	20.1	18.1	16.3	11.0	6.6	2.5	54.5
SC12	0.0	0.1	2.0	8.1	2.8	13.6	21.4	21.0	20.2	10.8	87.0
PA03	0.0	0.7	7.0	24.2	7.9	26.8	18.0	9.7	4.7	1.0	60.2
TST07	0.1	0.3	6.4	18.8	5.0	21.6	22.1	14.6	8.3	2.8	69.4
TST08	0.0	0.3	3.6	13.2	4.4	16.7	22.7	19.7	15.1	4.3	78.5
Chumphon 2 (Control)	0.0	1.7	10.1	21.8	29.8	16.3	10.5	5.2	3.1	1.5	36.6

6. <u>จำนวนกิ่งที่ให้ผลต่อกิ่งหลัก</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตต่อกิ่งหลัก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี ยกเว้น ปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิติ โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ PP05 มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 32.89 กิ่ง ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีเพียง 32.00 กิ่ง (ตารางที่ 6)

7. <u>ความยาวกิ่ง</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า ความยาวกิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ PA03 มีความยาวกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 105.96 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 88.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

8. <u>จำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่ง</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า จำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี ยกเว้น ปีที่ 1 และปีที่ 5 ไม่มีความแตกต่างกันกันทางสถิติ โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีจำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 12.69 ข้อ ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนข้อที่ติดผลต่อกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 10.63 ข้อ (ตารางที่ 6)

9. <u>ความยาวข้อ</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า ทุกปีความยาวข้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ PP05 มีความยาวข้อเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 3.31 เซนติเมตร ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีความยาวข้อเฉลี่ย 3.73 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

10. <u>จำนวนผลต่อข้อ</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า จำนวนผลต่อข้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี ยกเว้น ปีที่ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีจำนวนผลต่อข้อ เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 18.88 ผล ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อข้อเฉลี่ย เท่ากับ 13.12 ผล (ตารางที่ 7)

11. <u>จำนวนผลต่อกิ่ง</u> ในช่วง 5 ปีของการให้ผลผลิต พบว่า จำนวนผลต่อกิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกปี โดยในปีที่ 5 ของการให้ผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีจำนวนผลต่อกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 166.56 ผล ขณะที่พันธุ์ชุมพร 2 (Control) มีจำนวนผลต่อกิ่งเฉลี่ย เท่ากับ 93.54 ผล (ตารางที่ 7)

Table 6 Number of Primary branches Branch length and Number of node per branch of 12 clones Robusta coffee

Clones	Number of primary branches (branch)					Branch length (centimeter)					Number of node per branch (node)				
Robusta coffee	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
FRT107	33.64	29.71 gh	27.27 fg	28.31 d	26.05 b	88.28 cd	89.21 de	83.28 fg	82.33 c	74.46 de	14.92	14.02 bcd	13.31 def	12.47 de	11.63
FRT137	25.70	26.53 h	24.62 g	22.15 e	20.17 c	65.35 e	76.28 f	70.33 i	67.22 d	68.08 e	13.47	12.72 d	12.20 f	11.37 e	10.50
PP01	30.81	35.37 ef	32.21 de	33.84 bc	30.18 ab	80.03 de	79.96 ef	75.73 h	87.53 c	78.86 cde	12.58	13.40 cd	12.31 f	11.96 de	10.79
PP05	27.54	43.69 ab	40.10 b	33.18 bc	32.89 a	94.18 bcd	98.40 bcd	89.64 de	85.48 c	78.56 cde	14.91	15.55 ab	13.45 def	13.03 d	12.56
SC05	24.23	38.55 cde	35.57 cd	40.03 a	31.28 a	96.40 bcd	96.93 bcd	90.76 cd	91.13 bc	98.19 ab	14.07	15.19 abc	14.02 cde	12.87 d	11.39
SKE01	24.49	36.88 c-f	32.83 de	31.25 cd	28.62 ab	88.89 cd	95.69 cd	86.11 ef	85.46 c	95.88 ab	14.50	15.91 ab	14.38 bcd	13.18 d	11.89
SKE06	24.04	32.04 fg	30.70 ef	32.38 bcd	30.88 ab	87.26 cd	89.48 de	83.19 fg	88.66 c	96.71 ab	12.57	13.05 d	12.63 ef	12.90 d	10.74
SC12	32.33	35.93 def	31.80 de	31.85 cd	31.91 a	100.76 bc	103.71 bc	95.27 b	98.45 ab	84.84 bcd	14.96	15.60ab	14.42 bcd	15.09 bc	10.82
PA03	34.13	46.41 a	44.36 a	35.51 bc	31.68 a	119.57 a	125.35 a	109.87 a	105.80 a	105.96 a	13.00	16.22 a	15.57 ab	14.50 c	11.37
TST07	29.05	41.61 bc	37.40 bc	37.15 ab	31.62 a	106.72 bc	107.80 b	94.52 bc	98.47 ab	93.51 abc	14.91	15.78 ab	15.35 abc	16.03 ab	12.19
TST08	43.68	32.55 fg	30.73 ef	35.67 abc	30.39 ab	102.23 bc	106.21 bc	94.29 bc	100.43 a	92.82 abc	15.39	16.07 ab	15.89 a	16.41 a	12.69
Chumphon 2 (Control)	31.75	40.71 bcd	37.42 bc	37.08 ab	32.00 a	94.45 bcd	87.95 de	80.33 g	85.57 c	88.50 bcd	13.16	12.90 d	12.06 f	12.19 de	10.63
CV (%)	39.9	7.2	6.6	7.3	8.7	9.7	6.2	2.7	5.3	9.9	10.4	7.6	5.5	4.9	8.9
F-test	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	ns

Table 7 Length of node Number of fruit per node and Number of fruit per primary branch of 12 clones Robusta coffee

Clones Robusta coffee	Length of node (centimeter)					Number of fruit per node (fruits)					Number of fruit per primary branch (fruits)				
	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
FRT107	5.34	4.27	3.46	3.49	3.40	13.82 ab	14.41 d	14.53 bc	12.93 cd	12.30 cd	83.60 a-d	103.32 d	95.39 ef	87.89 d	81.41 d
FRT137	4.81	3.75	3.51	3.69	3.67	12.04 bc	14.46 d	12.35 c	12.16 d	13.38 bcd	83.70 a-d	107.18 d	100.07 def	93.57 d	86.83 cd
PP01	4.73	3.02	3.17	3.53	3.43	10.74 c	16.22 cd	15.48 bc	14.86 cd	16.09 abc	57.15 de	142.23 bc	105.93 c-f	108.57 cd	108.92 bcd
PP05	4.83	3.39	3.19	3.32	3.31	13.33 ab	15.37 d	15.29 bc	14.05 cd	14.25 bcd	81.91 a-d	126.69 cd	123.83 cd	110.56 cd	105.39 bcd
SC05	4.56	3.26	3.10	3.43	3.62	12.56 bc	15.77 d	14.91 bc	13.48 cd	16.34 ab	60.43 de	98.45 d	99.11 def	94.40 d	100.36 bcd
SKE01	4.78	3.26	3.23	3.50	3.65	12.77 bc	14.54 d	14.06 c	12.82 d	12.18 d	70.97 b-e	110.69 d	90.14 f	87.79 d	107.83 bcd
SKE06	4.88	3.69	3.25	3.44	3.80	12.36 bc	14.79 d	15.07 bc	19.22 ab	12.25 cd	68.14 cde	100.35 d	94.20 ef	132.44 c	100.71 bcd
SC12	5.03	3.50	3.20	3.76	3.56	13.89 ab	18.77 bc	19.36 a	19.10 ab	16.15 abc	95.87 ab	166.02 b	130.11 c	163.45 b	120.72 bc
PA03	4.63	3.24	3.22	3.80	3.80	13.00 abc	15.03 d	14.41 bc	16.57 bc	15.04 bcd	54.68 e	125.50 cd	118.54 cde	107.30 cd	107.65 bcd
TST07	4.77	3.14	3.01	3.46	3.65	13.42 ab	19.44 b	17.69 ab	19.53 ab	16.15 abc	91.79 abc	162.32 b	157.91 b	179.68 ab	131.12 b
TST08	4.61	3.19	3.16	3.56	3.46	15.21 a	23.39 a	20.40 a	20.89 a	18.88 a	102.82 a	245.45 a	192.49 a	192.76 a	164.54 a
ชุมพร 2 (Control)	4.78	3.68	3.37	3.40	3.73	13.47 ab	15.39 d	13.90 c	14.42 cd	13.12 bcd	62.52 de	121.64 cd	103.49 def	111.94 cd	93.54 cd
CV (%)	9.3	12.2	5.4	7.5	6.0	9.6	10.0	11.2	12.2	13.7	18.3	11.9	11.6	13.10	16.9
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**

สรุปผล

จากการเปรียบเทียบพันธุ์กาแฟโรบัสตา 12 สายพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์กาแฟโรบัสตาพันธุ์ดีและให้ผลผลิตสูง ไว้ใช้เป็นพันธุ์เผยแพร่แก่เกษตรกร สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นได้จำนวน 3 สายพันธุ์ ประกอบด้วย สายพันธุ์ TST08 สายพันธุ์ TST07 และสายพันธุ์ SC12 ซึ่งให้ ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ย 5 ปี สูงที่สุด เท่ากับ 307.97 306.27 และ 284.54 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ มากกว่าพันธุ์ชุมพร 2 (Control) ให้ผลผลิตเมล็ดกาแฟเฉลี่ยเท่ากับ 224.23 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ละสายพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์คาเฟอีนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.45 - 2.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า สายพันธุ์ PP01 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 5 ปี มากที่สุด เท่ากับ 25.67 กรัม สำหรับสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสาร พบว่า สายพันธุ์ TST08 มีสัดส่วนผลสดต่อเมล็ดกาแฟสารสูงที่สุด เท่ากับ 22.98 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเมล็ดกาแฟ พบว่า สายพันธุ์ PP01, PP05, SC05, SKE01, SC12, TST07 และ TST08 ขนาดเมล็ดส่วนใหญ่เป็นเกรดพรีเมี่ยมอยู่ในช่วงเบอร์ 16-20

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ บริษัทควอลิตี้ คอฟฟี่ โปรดักท์ส (ประเทศไทย) ในการสนับสนุนต้นพันธุ์กาแฟโรบัสตา

เอกสารอ้างอิง

สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ, ปานหทัย นพชินวงศ์, เสรี อยู่สถิตย์ และยุพิน กสินเกษมพงษ์. 2555. การคัดเลือกพันธุ์กาแฟโรบัสตาต่างประเทศ 12 สายต้น. งานวิจัยกาแฟโรบัสตา เล่ม 1, ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. หน้า 1-13.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถานีอุตุนิยมวิทยาสวี, 2564. รายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2558-2562. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีและการสื่อสาร.

Carvalho, A., F. P. Ferwerda, J. A. Frahm-Leliveld, D. M. Medina, A. J. T. Mendes and L. C. Monaco. 1969. Coffee. In: Ferwerda F. P. and F. Wit. (Eds.). Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics. 189-241 pp.

Wintgens, J. N. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production: A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Wiley-VCH Verlag, Weinheim. 976 p.

การคัดเลือกสายต้นมะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่างๆที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี

Selection of Native Coconut Line from Various Plantations that Produce High Yields and Good Quality

หยกทิพย์ สุดารีย์[1*] ทิพยา ไกรทอง[1] ดารากร เผ่าชู[1] พันธ์ทิพย์ มีสถิตย์[1] กุลินดา แท่นจันทร์[1] ชลิตา ดาหาญ[1] วิไลวรรณ ทวิชศรี[2] และ สุภาภรณ์ สาชาติ[2]

Sudaree, Y.[1*], Kraitong, T.[1], Paochoo, D.[1], Meesathit, P.[1], Thanjun, K.[1], Dahan, C.[1], Twishsri, W.[2] and Sachati, S.[2]

[1] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ต.วิสัยใต้ อ.สวี จ.ชุมพร 86130

[1] Chumphon Horticultural Research Centre Wisai Tai Sawi, Chumphon, 86130

[2] สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Phahonyothin Road, Ladyao Subdistrict, Chatuchak District, Bangkok 10900

**Corresponding author: yokthips@hotmail.com*

บทคัดย่อ

ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรได้มีการพัฒนาพันธุ์มะพร้าวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร และได้รับความพึงพอใจจากเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในการปรับเปลี่ยนพันธุ์เดิมที่ให้ผลผลิตน้อย อายุการให้ผลผลิตช้า แต่สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีเนื่องจากเป็นมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้น ศูนย์ฯ จึงได้สำรวจ คัดเลือก และรวมรวมพันธุ์มะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่างๆที่มีศักยภาพ และลักษณะทางการเกษตรที่ดี นำมาปลูกรวบรวมไว้ในแปลงอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรม สำหรับคัดเลือกสายต้นมะพร้าวที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี คือ ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 70 ผล/ต้น/ปี อายุการให้ผลผลิตไม่เกิน 4 ปี ขนาดผลไม่ต่ำกว่า 1,100 กรัม/ผล น้ำหนักเนื้อมะพร้าวแห้งไม่น้อยกว่า 225 กรัม/ผล และน้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งไม่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เพื่อพัฒนาสายต้นมะพร้าวสำหรับใช้เป็นสายต้นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นทางด้านการเกษตรอย่างน้อย 100 สายต้น ในการพัฒนาพันธุ์มะพร้าวลูกผสม เริ่มดำเนินการเดือนตุลาคม 2564 สิ้นสุด กันยายน 2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร อำเภอสวี จังหวัดชุมพร จากการสำรวจ รวบรวม มะพร้าวท้องถิ่น จำนวน 17 สายพันธุ์ 500 สายต้น และปลูกทดสอบรุ่นลูก (progeny test) โดยไม่มีการวางแผนทางสถิติ ผลการดำเนินงาน พบว่า ได้สายพันธุ์/สายต้น ที่มีลักษณะดีเด่นทางการเกษตร จำนวน 11 สายพันธุ์ 125 สายต้น แบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 สายพันธุ์มะพร้าว ที่มีอายุ 72 เดือน และชุดที่ 2 สายพันธุ์มะพร้าว ที่มีอายุ 60 เดือน ในชุดที่ 1 คัดเลือกสายพันธุ์มะพร้าว ได้จำนวน 8 สายพันธุ์ 101 สายต้น ดังนี้ 1) สายพันธุ์สายบัว คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 37 สายต้น 2) สายพันธุ์ตื่นดก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ ได้จำนวน 25 สายต้น 3) สายพันธุ์หัวลิง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 15 สายต้น 4) สายพันธุ์ก้นจุก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 6 สายต้น 5) สายพันธุ์เทิ้งบ้อง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 4 สายต้น 6) สายพันธุ์เปลือกหวาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 8 สายต้น 7) สายพันธุ์ทนาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 3 สายต้น และ 8) สายพันธุ์ชอสมุทรสงคราม คัดเลือก และประเมินพันธุ์ ได้จำนวน 3 สายต้น ชุดที่ 2 คัดเลือกสายพันธุ์มะพร้าวได้ จำนวน 3 สายพันธุ์ 24 สายต้น ดังนี้ 1) สายพันธุ์ทุ่งเคล็ด คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 20 สายต้น 2) สายพันธุ์ปากจกพระทอง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น และ 3) สายพันธุ์ไทยพะงัน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น ตามลำดับ ซึ่งสายต้นมะพร้าวที่คัดเลือกได้นี้นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลพันธุกรรม สำหรับใช้เป็นสายต้นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีทางด้านการเกษตร เพื่อนำไปต่อยอดในการพัฒนาพันธุ์สำหรับนักวิจัยปรับปรุงพันธุ์มะพร้าวต่อไป

คำสำคัญ: มะพร้าวพื้นเมือง ผลผลิตสูง น้ำหนักเนื้อมะพร้าวแห้ง น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้ง

Abstract

Chumphon Horticultural Research Center has continuously developed coconut varieties. Especially hybrid coconut varieties that have been certified by the Department of Agriculture and received satisfaction

from coconut farmers in changing the original varieties that gave not high yields, productivity is slow. But it can adapt well to the environment because it is a native coconut variety. therefore, the center has surveyed, selected, and collected native coconut varieties from various planting areas that have potential. and good agricultural characteristics they were planted and collected in germplasm conservation plots. for selecting coconut palms that produce high yields and good quality, that is, yield not less than 70 nuts/palm/year. productive age not more than 4 years. nut size not less than 1,100 grams/nut, the weight of copra not less than 225 grams/of nut and oil content of copra not less than 50 percent to develop at least 100 coconut lines for use as parent palm with outstanding agricultural characteristics for the development of hybrid coconut varieties. Operations begin in October 2021 and end in September 2023 at the Chumphon Horticultural Research Center, Sawi District, Chumphon Province. from a survey, of 17 species of native coconuts, 500 palms lines were collected and planted to progeny test without statistical planning. The results of the work revealed that the varieties /line was obtained. that have outstanding agricultural characteristics, 11 varieties, 125 lines, divided into 2 sets, set 1, coconut varieties that are 72 months old, and set 2, coconut varieties that are 60 months old, In set 1 selected 8 coconut varieties and 101 lines were selected as follows: 1) Sai Bua variety selected and evaluated were 37 lines 2) Tuen Dok variety selected and evaluated were 25 lines 3) Hua Ling variety selected and evaluated were 15 lines. 4) Kon Chuk variety selected and evaluated were 6 lines 5) Thoeng Bong variety selected and evaluated 4 lines 6) Plueak Wan variety selected and evaluated were 8 lines 7) Thanan variety selected and evaluated were 3 lines and 8) So Samutsongkhram variety selected and evaluated were 3 lines. set 2 selected 3 coconut varieties and 24 lines were selected as follows: 1) Thung Khlet variety selected and evaluated were 20 lines 2) Pakchok Phrathong variety selected and evaluated were 2 lines and 3) Thai Phangan variety selected and evaluated were 2 lines, respectively. This selected coconut line were used as the genetic database for use as parent plants with good agricultural characteristics to further develop the variety for coconut breeding researchers.

Keywords: Native coconut line, High yield, Copra, Oil content of copra

บทนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera*) จัดเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ และวิถีชีวิตของสังคมไทยเป็นเวลายาวนาน นอกจากสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกแล้ว ยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมแปรรูปต่อเนื่องเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้ให้แก่ประเทศ ในปี 2565 มีการส่งออกในรูปของมะพร้าวเป็นฝอย ผลแห้ง กะทิสำเร็จรูป น้ำกะทิ (ออร์แกนิค) และน้ำมันมะพร้าว ปริมาณ 158,548 ตัน คิดเป็นมูลค่า 8,751 ล้านบาท ซึ่งมีตลาดหลักที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ออสเตรเลีย เวียดนาม ฯลฯ ส่วนการใช้มะพร้าวภายในประเทศของไทยในรูปของมะพร้าว ผลแห้ง ปริมาณ 1,166,000 ตัน ซึ่งในปี 2565 ประเทศไทยผลิตมะพร้าวได้เพียง 950,924 ตัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ และส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนั้น จึงต้องมีการนำเข้ามะพร้าวเป็นฝอย ผลแห้ง กะทิสำเร็จรูป และน้ำมันมะพร้าว ปริมาณ 205,386 ตัน คิดเป็นมูลค่า 4,947 ล้านบาท จากสถานการณ์ปัจจุบันผลผลิตมะพร้าวของไทยสวนทางกับความต้องการ คือ ความต้องการในการบริโภคทั้งตลาดต่างประเทศ และภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ปริมาณผลผลิตภายในประเทศผลิตได้น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ ในปี 2562-2565 ผลผลิตมะพร้าวผลแห้งที่ให้ผลผลิตภายในประทศเพียง 3,595,429 ตัน แต่ความต้องการใช้ภายในประเทศสูงถึง 5,389,000 ตัน และส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆปริมาณ 978,795 ตัน คิดเป็นมูลค่า 49,924 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566; กรมศุลกากร, 2566) จะเห็นได้ว่าผลผลิตมะพร้าวไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้น ปัญหาบางประการที่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการผลิตในภาคการเกษตรคือ มะพร้าวส่วนใหญ่อายุมาก ต้นสูง ให้ผลผลิตน้อย และขาดการดูแลรักษาทำให้ต้นโทรม ส่วนภาคอุตสาหกรรมคือ การขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากความไม่แน่นอนของปริมาณวัตถุดิบในประเทศ

มะพร้าวเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีต้นทุนในการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น เพียง 3,170.19 บาท/ไร่ โดยต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนในการดูแล รักษาและเก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่อพิจารณาจากปริมาณผลผลิตมะพร้าว (พันธุ์พื้นเมือง) ที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยไร่ละ 450 กิโลกรัม และจำหน่ายได้ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 8.11 บาท เกษตรกรจะได้รับ ผลตอบแทนเฉลี่ยไร่ละ 3,649.50 บาท หรือมีผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายผลผลิตมะพร้าวไร่ละ 479.31 บาท เมื่อเทียบมะพร้าวลูกผสมที่ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร เช่น พันธุ์ลูกผสมชุมพร 2 เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เฉลี่ยไร่ละ 722 กิโลกรัม และจำหน่ายได้ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 8.11 บาท เกษตรกรจะได้รับ ผลตอบแทนเฉลี่ยไร่ละ 5,855 บาท หรือมีผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายผลผลิตมะพร้าวไร่ละ 2,684.81 บาท

ปัจจุบันมะพร้าวยังคงมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นจากการแปรรูปในภาคอุตสาหกรรม และมีแนวโน้มว่าจะผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการเนื่องจากขาดแคลนผลผลิตที่มีคุณภาพ ทั้งนี้รัฐบาลมีนโยบายชัดเจนในเรื่องของผลผลิตไม่เพียงพอเพื่อลดการลักลอบการนำเข้ามะพร้าวผลจากประเทศเพื่อนบ้าน ส่งผลกระทบต่อราคามะพร้าวภายในประเทศ โดยการเปิดตลาดการนำเข้าสินค้ามะพร้าว ปี 2563-2565 ภายใต้กรอบ WTO และการนำเข้ามะพร้าวผลภายใต้กรอบ AFTA ปี 2562 และวางนโยบายในระยะยาวเพื่อยกระดับสินค้าเกษตรไทยและพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ในพื้นที่ปลูกเดิม และขยายพื้นที่ปลูกใหม่ ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการขับเคลื่อนภาคการเกษตรของไทยอย่างยั่งยืนในการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอ (กรมการค้าต่างประเทศ, 2566)

สถานการณ์การผลิตมะพร้าวของไทยที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ยังคงถูกกดดันจากภาวะภัยแล้ง โดยประเทศไทยต้องเผชิญสภาวะแล้งสะสมต่อเนื่องจากปี 2562 ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อภาคการเกษตรในวงกว้างสำหรับปีการเพาะปลูก 2558 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563) ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาพันธุ์มะพร้าวเพื่อรองรับภาคอุตสาหกรรมที่มีลักษณะดีเด่นทางการเกษตรจึงมีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้การพัฒนาพันธุ์จึงมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ โดยศึกษาจากลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และองค์ประกอบของผล สำหรับใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือก และประเมินพันธุ์ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรได้มีการพัฒนาพันธุ์มะพร้าวอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะมะพร้าวพันธุ์ลูกผสมที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร และได้รับความพึงพอใจจากเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในการปรับเปลี่ยนพันธุ์เดิมที่ให้ผลผลิตน้อย อายุการให้ผลผลิตช้า แต่สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดีเนื่องจากเป็นมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง ดังนั้น ศูนย์ฯ จึงได้สำรวจ คัดเลือก และรวมรวมพันธุ์มะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่างๆที่มีศักยภาพ และลักษณะทางการเกษตรที่ดี นำมาปลูกรวบรวมไว้ในแปลงอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมสำหรับคัดเลือกสายต้นมะพร้าวที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี

อุปกรณ์และวิธีการ

ปี 2559-2562 สำรวจ และคัดเลือกเชื้อพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์มะพร้าวที่มีลักษณะดีตามมาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งต้นมะพร้าวที่คัดเลือกมีอายุไม่ต่ำกว่า 25 ปี และเพิ่มปริมาณต้นด้วยวิธีการควบคุมการผสมพันธุ์แบบใกล้ชิด (controlled sib pollination) ผสมตัวเอง (self pollination) ผสมข้าม (cross pollination) และ/หรือผสมแบบเปิด (open pollination) ได้จำนวน 17 สายพันธุ์ 500 สายต้น และนำมาปลูกทดสอบรุ่นลูก (progeny test)

ปี 2561-2566 ปลูกทดสอบมะพร้าวในแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรม จำนวน 17 สายพันธุ์ 500 สายต้น คัดเลือกประเมินพันธุ์ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิต และองค์ประกอบของผล เพื่อประเมินหาค่าเฉลี่ย (mean) โดยไม่มีการวางแผนทางสถิติ สำหรับคัดเลือกสายต้นที่นำมาใช้เป็นฐานพันธุกรรมการปรับปรุงพันธุ์ตามเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกพันธุ์ อย่างน้อย 100 สายต้น และให้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัม/ต้น/ปี (หลังจากปลูกจนถึงอายุ 1 ปี) 13-13-21 อัตรา 1-4 กิโลกรัม/ต้น/ปี ปุ๋ยคอก 25-50 กิโลกรัม/ต้น/ปี (อายุ 1 ปี จนกระทั่งให้ผลผลิต) โดโลไมท์ อัตรา 2-4 กิโลกรัม/ต้น/ปี (อายุ 2 ปี จนกระทั่งให้ผลผลิต) ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ และดูแลรักษาป้องกันกำจัดศัตรูมะพร้าวที่สำคัญ พร้อมกำจัดวัชพืช ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการดำเนินงานวิจัยการคัดเลือกสายต้นมะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่างๆที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี เพื่อพัฒนาสายต้นมะพร้าวที่นำมาใช้เป็นฐานพันธุกรรมการปรับปรุงพันธุ์สำหรับใช้เป็นสายต้นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีทางด้านการเกษตร

อย่างน้อย 100 สายต้น สำหรับสร้างลูกผสมพันธุ์มะพร้าว จากการทดสอบรุ่นลูก (progeny test) มะพร้าว 17 สายพันธุ์ 500 สายต้น ได้จำนวน 11 สายพันธุ์ 125 สายต้น ที่มีลักษณะดีเด่น โดยพิจารณาจากข้อมูล **1) ผลผลิต** (ปี 2565-2566) ได้แก่ อายุการออกจั่น (จำนวนต้นที่ออกจั่น 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทั้งหมด) จำนวนผลผลิตต่อต้น และ **2) องค์ประกอบของผล** (ปี 2565) ได้แก่ น้ำหนักผลทั้งเปลือก น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้ง น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้ง และเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกพันธุ์ (Fruit quality value ; FQV) สำหรับการคัดเลือกพันธุ์ (selection) และประเมินพันธุ์ (evaluation) มีผลการดำเนินงานและรายละเอียด ดังนี้

ชุดที่ 1 คัดเลือก และประเมินสายพันธุ์มะพร้าว ได้จำนวน 8 สายพันธุ์ 101 สายต้น ที่อายุ 72 เดือน (Table 1; Figure 1-9) พบว่า

สายพันธุ์สายบัว คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 37 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่น ในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 25-35 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 29 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 52-113 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 75 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดเล็กถึงใหญ่ มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000-2,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,000-2,150 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,379 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 185-360 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 264 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 41-50 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 45 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์สายบัวทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.6 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.5 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์ตื่นดก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 25 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 22-36 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 29 เดือน หลังจากปลูก และพบว่าให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 54-97 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 74 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลางถึงใหญ่ มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000-2,000 กรัม/ผล ขึ้นไป (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,200-2,480 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,620 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 200-350 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 272 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 40-49 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 45 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์ตื่นดกเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.5 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์หัวลิง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 15 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 27-33 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 29 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 49-88 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 68 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลางถึงใหญ่ มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000-2,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,220-2,100 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,697 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 200-265 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 240 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 47-57 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 52 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์หัวลิงเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.6 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.5 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์ก้นจุก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 6 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 25-31 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 29 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 49-88 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 68 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลางถึงใหญ่ มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000-2,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,350-2,000 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,580 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 230-300

กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 261 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 49-62 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 55 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์ก้นจุกเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.4 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์เทิ้งบ้อง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 4 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 42-48 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 45 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 53-104 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 76 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลาง มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,300-1,380 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,323 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 230-270 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 251 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 45-54 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์เทิ้งบ้องเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.5 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์เปลือกหวาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 8 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 43-50 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 47 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 45-83 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 57 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลาง มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,400-1,900 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,709 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 200-370 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 264 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 44-47 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 45 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์เปลือกหวานเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.5 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์ทนาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 3 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 46-47 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 47 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 44-77 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 55 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลาง มีน้ำหนักผลไม่ต่ำกว่า 1,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,450-1,650 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1,477 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 230-255 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 240 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 41-44 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 42 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์ทนานเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.3-0.4 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์ซอสมุทรสงคราม คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 3 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2562-2563 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 45-49 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 47 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 63-75 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 68 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดกลางถึงใหญ่ มีน้ำหนักผลมากกว่า 1,000-2,000 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 1,500-2,300 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 2,000 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 210-420 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 310 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 43-51 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 46 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์ซอสมุทรสงครามทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.4-0.5 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

ชุดที่ 2 คัดเลือก และประเมินสายพันธุ์มะพร้าว ได้จำนวน 3 สายพันธุ์ 24 สายต้น ที่อายุ 60 เดือน (Table 2; Figure 9) พบว่า

สายพันธุ์ทุ่งเคล็ด คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 20 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2563-2564 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 24-32 เดือน คิดเป็นเฉลี่ย 26 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 45-108 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 66 ผล/ต้น/ปี ขนาดของผลมะพร้าวจัดเป็นผลขนาดเล็กถึงกลาง มีน้ำหนักผลไม่ต่ำกว่า 800 กรัม/ผล (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) โดยมีน้ำหนักผลทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 820-1,180 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 991 กรัม/ผล น้ำหนักต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 100-185 กรัม/ผล คิดเป็นค่าเฉลี่ย 130 กรัม/ผล น้ำมันต่อเนื้อมะพร้าวแห้งอยู่ระหว่าง 38-46 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 42 เปอร์เซ็นต์ และจากการคำนวณ Fruit quality value (FQV) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการคัดเลือกสายพันธุ์/สายต้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มะพร้าว พบว่า สายพันธุ์ทุ่งเคล็ดเกือบทุกสายต้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ค่า FQV อยู่ระหว่าง 0.2-0.6 คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.4 ถ้ามะพร้าวที่มีลักษณะดีเด่นจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.4 (จุลพันธ์, 2538)

สายพันธุ์ปากจกพระทอง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2565 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 46-48 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 47 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ในปี 2566 ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 46-48 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 47 ผล/ต้น/ปี แต่ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของผลได้เนื่องจากเริ่มให้ผลผลิตในปี 2565

สายพันธุ์ไทยพะงัน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น ปรากฏว่าเริ่มมีการออกจั่นในปี 2565 ซึ่งอายุการออกจั่นในแต่ละสายต้นใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 50-51 เดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 51 เดือน หลังจากปลูก และพบว่า ในปี 2566 ให้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อต้นอยู่ระหว่าง 52-72 ผล/ต้น/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ย 62 ผล/ต้น/ปี แต่ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของผลได้เนื่องจากเริ่มให้ผลผลิตในปี 2565

ปี 2566 ผลผลิตลดลงมากกว่า 55-81 เปอร์เซ็นต์ จากผลผลิตในปีที่ผ่านมา เนื่องจากเกิดปัญหาภัยแล้ง ซึ่งฝนทิ้งช่วงยาวนานติดต่อกัน 4-5 เดือน ส่งผลกระทบต่อผลผลิตคือ 1) ปริมาณดอกตัวเมียน้อย/ไม่สมบูรณ์ 2) ดอกตัวเมียหลุดร่วงภายหลังได้รับการผสมพันธุ์ ระยะเวลา 3 เดือน 3) ผลหลุดร่วงที่อายุ 6-9 เดือน ก่อนระยะเก็บเกี่ยว และ 4) ผลมีขนาดเล็ก ไม่สมบูรณ์ ถึงแม้ว่าจะมีระบบการจัดการให้น้ำภายในแปลง แต่ปริมาณน้ำ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในแปลงไม่เพียงพอต่อความต้องการของมะพร้าว และการผสมพันธุ์

สรุปผล

การคัดเลือกสายต้นมะพร้าวพื้นเมืองจากแหล่งปลูกต่างๆที่ให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดี พบว่า ได้สายพันธุ์/สายต้นที่มีลักษณะดีเด่นทางการเกษตร จำนวน 11 สายพันธุ์ 125 สายต้น แบ่งเป็น ชุดที่ 1 สายพันธุ์มะพร้าว จำนวน 8 สายพันธุ์ 101 สายต้น ดังนี้ 1) สายพันธุ์สายบัว คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 37 สายต้น 2) สายพันธุ์ตื่นดก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ ได้จำนวน 25 สายต้น 3) สายพันธุ์หัวลิง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 15 สายต้น 4) สายพันธุ์ก้นจุก คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 6 สายต้น 5) สายพันธุ์เทิ้งบ้อง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ ได้จำนวน 4 สายต้น 6) สายพันธุ์เปลือกหวาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 8 สายต้น 7) สายพันธุ์ทนาน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 3 สายต้น และ 8) สายพันธุ์ ซอสมุทรสงคราม คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 3 สายต้น (Table 1) ชุดที่ 2 สายพันธุ์มะพร้าว จำนวน 3 สายพันธุ์ 24 สายต้น ที่อายุ 60 เดือน ดังนี้ 1) สายพันธุ์ทุ่งเคล็ด คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 20 สายต้น 2) สายพันธุ์ปากจกพระทอง คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น และ 3) สายพันธุ์ไทยพะงัน คัดเลือก และประเมินพันธุ์ได้จำนวน 2 สายต้น (Table 2) สำหรับเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ในการสร้างลูกผสมในอนาคต และใช้เป็นฐานข้อมูลพันธุกรรมมะพร้าว เพื่อนำไปต่อยอดในการพัฒนาพันธุ์สำหรับนักวิจัยปรับปรุงพันธุ์มะพร้าวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ, 2566. สินค้ามะพร้าวผลแก่. กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2566, จาก : http://www.moc.go.th.

กรมศุลกากร. 2566. สถิติการนำเข้า-ส่งออกมะพร้าว. กรมศุลกากร กระทรวงพาณิชย์. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2566, จาก : http://www.customs.go.th.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. สถิติภูมิอากาศ. กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2563, จาก : http://www. tmd.go.th.

จุลพันธ์ เพ็ชรพิรุณ. 2538. การเปรียบเทียบพันธุ์มะพร้าวลูกผสมพื้นเมืองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรโดยใช้พันธุ์มลายูสีเหลืองต้นเตี้ยเป็นแม่พันธุ์ และการเปรียบเทียบพันธุ์มะพร้าวลูกผสมพื้นเมืองที่ อ.เทพา จ.สงขลา. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2537-2538. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 3-12.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2554. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.18-2554 มะพร้าว. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 3.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้น มีนาคม 2566, จาก : http//www.oae.go.th.

De Nuce de Lamothe, M. 1990. Coconut research Progress and prospects. In the lvory Coast: Oleagineux Vol. 45(3). pp. 119-129. Paris, France.

Santos G.A., Batugal P.A., Othman A., Baudouin L. and Labouisse J.P. 1992 Manual on Standardized Research Techiques in Coconut Breeding. IPGR and COGENT. 46 p.



Figure 1 productivity and fruit component analysis of Sai Bua variety



Figure 2 productivity and fruit component analysis of Tuen Dok variety



Figure 3 productivity and fruit component analysis of Hua Ling variety



Figure 4 productivity and fruit component analysis of Kon Chuk variety



Figure 5 productivity and fruit component analysis of



Figure 6 productivity and fruit component analysis of



Figure 7 productivity and fruit component analysis of Thanan variety



Figure 8 productivity and fruit component analysis of So Samutsongkhram variety



Figure 9 productivity and fruit component analysis of Thung Khlet variety

Table 1 Average age of palm producing, yield and fruit component analysis of Coconut variety/line, Set 1 totaling 8 varieties 101 lines at the age of 72 months in 2022-2023

Variety/Line	Age of palm producing (years)	Yield				
		Nut yield (nuts/palm/year)	Weight of whole nut (g/nut)	Copra yield (g/nut)	Oil content (%)	FQV [1/]
SB0101	29	67	1,240	294	42	0.5
SB0102	26	58	1,260	302	44	0.5
SB0103	29	63	1,400	280	45	0.4
SB0104	28	74	1,600	200	44	0.4
SB0105	27	65	1,370	314	44	0.6
SB0201	27	60	1,400	300	43	0.5
SB0204	26	89	1,310	306	47	0.5
SB0205	29	80	1,405	188	46	0.5
SB0206	30	77	1,300	210	45	0.5
SB0207	31	85	2,150	210	42	0.5
SB0301	25	113	1,200	290	41	0.4
SB0302	27	73	1,630	320	48	0.6
SB0304	27	92	1,500	350	46	0.6
SB0305	26	67	1,300	240	46	0.3
SB0306	28	78	1,800	250	41	0.6
SB0307	30	67	1,200	290	41	0.4
SB0401	32	81	1,500	300	47	0.6
SB0402	25	90	1,630	320	48	0.6
SB0403	27	64	1,500	350	46	0.6
SB0404	26	73	1,255	330	45	0.6
SB0405	28	69	1,320	185	45	0.5
SB0406	28	83	1,280	205	47	0.5
SB0501	29	121	1,000	210	41	0.6
SB0502	25	101	1,150	243	47	0.4

Variety/Line	Age of palm producing (years)	Yield				
		Nut yield (nuts/palm/year)	Weight of whole nut (g/nut)	Copra yield (g/nut)	Oil content (%)	FQV [1/]
SB0503	29	69	1,300	202	46	0.4
SB0504	33	61	1,100	232	42	0.5
SB0505	26	73	1,170	220	45	0.4
SB0506	28	62	1,200	220	48	0.3
SB0507	28	75	1,430	189	47	0.4
SB0601	29	63	1,620	300	42	0.4
SB0603	31	76	1,000	225	45	0.5
SB0604	27	78	1,455	291	45	0.4
SB0605	35	52	1,500	290	50	0.5
SB0606	33	70	1,500	360	45	0.5
SB0702	32	75	1,350	250	46	0.5
SB0704	30	56	1,290	261	45	0.4
SB0708	33	63	1,400	255	44	0.4
Average	**29**	**75**	**1,379**	**264**	**45**	**0.5**
TD0801	25	77	1,500	270	48	0.3
TD0802	28	84	1,450	320	44	0.5
TD0803	35	76	1,400	230	46	0.3
TD0805	26	77	1,650	296	43	0.5
TD0806	30	61	1,870	295	46	0.5
TD0808	32	86	1,500	290	49	0.5
TD0903	32	56	1,500	280	43	0.5
TD0904	30	63	1,600	250	42	0.4
TD0905	26	79	1,600	280	46	0.4
TD0906	22	69	1,970	300	45	0.5
TD1002	23	67	2,300	350	45	0.4
TD1003	25	97	1,400	260	40	0.4
TD1004	28	69	1,300	225	47	0.3
TD1102	29	66	1,400	300	48	0.5
TD1104	27	91	1,600	280	44	0.3
TD1105	29	81	1,200	220	43	0.4
TD1106	30	70	2,100	300	47	0.4
TD1107	33	54	1,250	200	43	0.4
TD1204	23	77	1,900	225	49	0.3
TD1205	34	63	2,480	300	40	0.4
TD1207	26	66	1,250	200	43	0.4
TD1208	27	66	1,350	220	43	0.3
TD1301	33	85	1,500	300	48	0.5
TD1303	25	94	1,880	300	47	0.4
TD1306	36	75	1,550	300	44	0.5
Average	**29**	**74**	**1,620**	**272**	**45**	**0.4**
HL1401	30	60	1,380	220	54	0.5
HL1403	29	57	1,500	260	57	0.6

Variety/Line	Age of palm producing (years)	Yield				
		Nut yield (nuts/palm/year)	Weight of whole nut (g/nut)	Copra yield (g/nut)	Oil content (%)	FQV [1/]
HL1407	29	72	1,900	260	53	0.5
HL1505	32	70	1,800	250	52	0.4
HL1508	28	73	1,420	240	51	0.4
HL1602	30	67	2,050	223	49	0.4
HL1605	30	68	2,000	250	51	0.5
HL1702	27	88	1,300	265	52	0.5
HL1705	28	62	1,540	260	54	0.3
HL1803	28	49	1,800	210	53	0.5
HL1805	29	69	2,100	220	55	0.5
HL1810	33	80	2,100	200	52	0.6
HL1902	31	62	2,000	225	47	0.4
HL1907	28	83	1,220	260	54	0.4
HL1908	30	65	1,350	260	48	0.4
Average	**29**	**68**	**1,697**	**240**	**52**	**0.5**
KJ2105	28	77	1,470	260	59	0.4
KJ2109	30	59	1,350	270	56	0.3
KJ2204	29	65	1,380	260	49	0.3
KJ2206	25	51	1,880	300	51	0.4
KJ2401	28	46	2,000	245	52	0.4
KJ2402	31	53	1,400	230	62	0.4
Average	**29**	59	**1,580**	**261**	**55**	**0.4**
TB2503	45	79	1,310	230	54	0.5
TB2508	48	69	1,300	270	51	0.3
TB3001	43	53	1,380	250	45	0.4
TB3002	42	104	1,300	255	51	0.4
Average	**45**	76	**1,323**	**251**	**50**	**0.4**
PW3103	47	46	1,690	310	47	0.3
PW3304	45	64	1,590	240	46	0.5
PW3405	48	48	1,900	290	41	0.4
PW3505	49	66	1,800	225	45	0.5
PW3605	50	45	1,550	200	46	0.4
PW3606	43	60	1,840	200	45	0.5
PW3608	45	83	1,900	370	44	0.5
PW3709	45	47	1,400	280	46	0.5
Average	**47**	**57**	**1,709**	**264**	**45.0**	**0.4**
TN3907	47	77	1,450	235	42	0.4
TN4001	46	45	1,330	255	41	0.3
TN4108	47	44	1,650	230	44	0.4
Average	**47**	**55**	**1,477**	**240**	**42**	**0.4**
ZS4708	49	63	1,500	300	43	0.5
ZS4709	47	66	2,300	210	51	0.4
ZS4710	45	75	2,200	420	44	0.5

Variety/Line	Age of palm producing (years)	Yield				
		Nut yield (nuts/palm/year)	Weight of whole nut (g/nut)	Copra yield (g/nut)	Oil content (%)	FQV [1/]
Average	**47**	**68**	**2,000**	**310**	**46**	**0.4**

[1/] Standards for coconut hybrid selection: Fruit quality value (FQV) = meat/whole nut-water

Table 2 Average age of palm producing, yield and fruit component analysis of Coconut variety/ line, Set 2 totaling 3 varieties 24 lines at the age of 60 months in 2022-2023

Variety/Line	Age of palm producing (years)	Yield				
		Nut yield (nuts/palm/year)	Weight of whole nut (g/nut)	Copra yield (g/nut)	Oil content (%)	FQV [1/]
TK6803	28	72	970	160	40	0.6
TK6805	24	60	820	130	40	0.4
TK6806	27	71	900	120	42	0.4
TK6807	25	63	950	150	42	0.4
TK6812	25	66	820	115	41	0.2
TK6813	26	57	1,010	185	43	0.3
TK6815	25	45	970	130	43	0.3
TK6816	26	49	1,140	155	41	0.4
TK6904	25	96	900	145	43	0.4
TK6905	25	62	850	125	44	0.4
TK6906	31	100	930	120	43	0.4
TK6907	26	63	1,050	120	38	0.4
TK6908	27	66	980	100	46	0.4
TK6912	27	63	1,150	115	43	0.4
TK7002	25	57	830	111	43	0.4
TK7004	32	52	1,080	138	40	0.4
TK7005	25	51	1,180	100	42	0.4
TK7006	27	76	1,090	135	40	0.3
TK7007	25	108	1,090	130	42	0.4
TK7009	27	50	1,110	110	43	0.4
Average	**26**	**66**	**991**	**130**	**42**	**0.4**
PJ4809	48	55				
PJ4810	46	47				
Average	**47**	**51**				
TW5214	51	72				
TW5303	50	52				
Average	**51**	**62**				

[1/] Standards for coconut hybrid selection: Fruit quality value (FQV) = meat/whole nut-water

การคัดเลือกพันธุ์ฝรั่งที่ให้ผลผลิตและปริมาณวิตามินซีสูงเหมาะสำหรับการบริโภคผลสด

Selection of Guava Hybrid with High Yields and Vitamin C Content Suitable for Fresh Consumption

ดรุณี เพ็งฤกษ์[1] ภาณุมาศ โคตรพงศ์[2] พรอนันต์ แข็งขันธ์[3] ยุพาพร ภาพันธ์[3] และ ชิดชนก ก่อเจดีย์[3*]

Phangrerk, D.[1], Kotepong, P.[2], Khaengkhan, P.[3], Phaphan, Y.[3] and Korchedee, C.[3*]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, 50100

[1] Office of Agricultural Research and Development Region 1, Mae Hia sub-District, Mueang District, Chiang Mai Province 50100, Thailand

[2] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Postharvest and Processing Research and Development Division, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[3] ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ตำบลปลาบ่า อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย 42160

[3] Loei Horticultural Research Center, Pla Ba sub-District, Phu Rua District, Loei Province 42160, Thailand

**Corresponding author: chitchanok.2d@gmail.com*

บทคัดย่อ

การผสมข้ามพันธุ์ฝรั่งสำหรับใช้ในการคัดเลือกเพื่อการบริโภคผลสดที่มีปริมาณวิตามินซีสูง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ต.ปลาบ่า อ.ภูเรือ จ.เลย ระหว่างปีพ.ศ. 2565 ถึงปีพ.ศ. 2567 พบว่า การคัดเลือกเบื้องต้นได้อย่างน้อย 7 สายพันธุ์ มีปริมาณวิตามินซีมากกว่า 300 กรัมต่อเนื้อผลสด 100 กรัม จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 301-402-14 301-402-3 301-402-19 401-1081-138 และ 501-303-2 มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ย 323.8 323.3 309.6 308.1 และ 303.5 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีน้ำหนักผลสดมากกว่า 300 กรัม จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 209-101-2 401-1081-138 และ 402-203-66 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 486.1 479.2 และ 387.6 กรัม ตามลำดับ มีความหวานมากกว่า 10 องศาบริกซ์ จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 301-402-3 501-303-2 301-402-14 และ 401-1081-138 มีความหวานเฉลี่ย 12.5 11.1 11.0 และ 10.8 องศาบริกซ์ ตามลำดับ มีจำนวนวันที่เริ่มออกดอกครั้งแรกหลังปลูก 1.2-1.4 ปี และปริมาณผลผลิต มีจำนวนผล 9-40 ผลต่อต้น

คำสำคัญ: ฝรั่ง การคัดเลือกพันธุ์ วิตามินซี การบริโภคผลสด

Abstract

Crossing guava for use in selection for fresh consumption with high vitamin C content was conducted at the Loei Horticultural Research Center during 2022-2024. Preliminary criteria selection revealed that at least for 7 lines. Contain vitamin C higher than 300 milligram per 100 gram fruit weight (gFP), 5 lines include 301-402-14, 301-402-3, 301-402-19, 401-1081-138 and 501-303-2 had an average of vitamin C of 323.8, 323.3, 309.6, 308.1 and 303.5 milligram/100 gFP, respectively. Three lines, e.g. 209-101-2, 401-1081-138 and 402-203-66 had fresh fruit weight higher than 300 gram (486.1, 479.2 and 387.6 gFW, respectively). Four lines, e.g. 301-402-3, 501-303-2, 301-402-14 and 401-1081-138 had average sweetness at 12.5, 11.1, 11.0 and 10.8 °brix, respectively (higher than 10 °brix). Time required for the first flowering after planting was 1.2-1.4 years and the production 9-40 fruits per plant.

Keywords: Guava, Selection, Vitamin C, Fresh fruit consumption

บทนำ

ฝรั่ง (Guava) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Psidium guajava* Linn. มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลางและในหมู่เกาะอินดีสต์ตะวันตก สามารถเจริญได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย มีการปลูกตั้งแต่ชายทะเลไปจนถึงเขาสูง 1,200-1,300 เมตร เป็นผลไม้ที่ปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็วเพียง 8 เดือนหลังปลูกสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ มีขายตลอดทั้งปี มีรสชาติดี ราคาไม่แพง หาซื้อได้ง่าย มีจำหน่ายทุกฤดู สามารถนำมาใช้รับประทานผลสด หรือนำมาแปรรูปเป็นน้ำฝรั่ง มีคุณค่าทางอาหารสูง อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินซี จัดเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีสูงที่สุดในบรรดาผลไม้ทุกชนิด มีวิตามินซีสูงกว่าส้มถึง 5 เท่า โดยมีค่าตั้งแต่ 10-2,000 มิลลิกรัมต่อเนื้อผลสด 100 กรัม ปริมาณวิตามินซีในฝรั่งอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางลักษณะทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยว ความแก่ของผล และขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (พีรศักดิ์ และคณะ, 2544; สาทิสรัตน์ และคณะ, 2540; Chitravathi *et al*., 2014 อ้างโดย Youssef and Ibrahim, 2016) ยังอุดมไปด้วยกากใยอาหาร มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงมาก ช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย และต้านทานโรคหวัดได้เป็นอย่างดี พันธุ์ฝรั่งที่ปลูกในประเทศไทยมีหลากหลายพันธุ์ ที่ใช้รับประทานผลสด ได้แก่ พันธุ์ที่มีผลใหญ่ ผลดก เนื้อหนากรอบ รสชาติอร่อย เช่น พันธุ์แป้นสีทอง กิมจู และกลมสาลี่ เป็นต้น

นับตั้งแต่มีการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ประชาชนส่วนใหญ่จึงให้ความสนใจกับการดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น ต้องการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์เพื่อสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีให้ร่างกาย ทำให้ร่างกายแข็งแรงมีภูมิต้านทานมากยิ่งขึ้น เป็นการเน้นการดูแลสุขภาพและป้องกันโรคมากกว่ารักษาโรคที่ปลายเหตุ วิตามินซีที่สร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย สามารถหาได้จากธรรมชาติใกล้ตัวด้วยการรับประทานผลไม้และผัก หรือจากสารสังเคราะห์ จากความสำคัญดังกล่าว หากมีการพัฒนาพันธุ์ฝรั่งให้มีลักษณะที่ดี ควรมีการเจริญเติบโตเร็ว ออกดอกติดผลดี ให้ผลผลิตสูง ผลมีขนาดใหญ่ ถ้าเนื้อผลมีสีแดงหรือสีชมพู เป็นการเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภคนอกจากเนื้อสีเหลืองหรือสีขาว มีรสชาติดี และมีปริมาณวิตามินซีที่สูง (ดรุณีและคณะ, 2562) เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นเพื่อเพิ่มภูมิต้านทานให้กับร่างกาย และสามารถแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อเพิ่มรายได้

อุปกรณ์ และวิธีการ

ทำการผสมข้ามพันธุ์พ่อแม่พันธุ์ทุกสายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กิมจู แป้นสีทอง ทับทิมสยาม ฝรั่งขี้นกไส้แดง และไส้ขาว ในปี 2563-2564 เก็บผลฝรั่งที่ได้จากการผสม นำเมล็ดของฝรั่งแต่ละคู่ผสมที่ได้มาเพาะลงในกระถาง รดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 1 เดือน เมื่อเมล็ดเริ่มงอกย้ายกล้าฝรั่งลงปลูกในถุงเพาะชำขนาด 3.5x9 นิ้ว แล้วดูแลรักษาต่อในโรงเรือนเพาะชำ หลังจากต้นกล้าอายุ 4 เดือน คัดต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์ย้ายลงปลูกในตะกร้าพลาสติกขนาดกว้าง 20 นิ้ว ที่ผสมดิน:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 1:1 ใช้ไม้ปักเป็นหลักผูกกันต้นโยก ดูแลรักษา ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หลังปลูกทุกเดือน ใส่ปุ๋ยคอกทุก 3 เดือน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ใส่ปุ๋ย 8-24-24 และ 13-13-21 ในระยะออกดอกและติดผลก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต รดน้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ ควรให้น้ำทุกวันหรือวันเว้นวัน ตัดแต่งกิ่งเมื่อกิ่งฝรั่งเริ่มยาวและกิ่งนั้นไม่มีการแทงช่อดอกใหม่ หรือเป็นกิ่งที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว การห่อผล หลังจากติดผลประมาณ 1 เดือน ห่อผลด้วยถุงพลาสติกเจาะรูที่ก้นถุงและห่อทับด้วยกระดาษด้านนอก คัดเลือกสายพันธุ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดในปี 2565-2567 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ต.ปลาบ่า อ.ภูเรือ จ.เลย

คัดเลือกต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงมีการเจริญเติบโตดี ศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโต บันทึกข้อมูลเบื้องต้นจากการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้นวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด เส้นรอบวงโคนต้นวัดสูงจากโคนต้นขึ้นมา 10 เซนติเมตร และความกว้างทรงพุ่ม โดยวัดจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ และจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก และการออกดอก เมื่อถึงระยะให้ผลผลิต เก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกข้อมูลปริมาณและคุณภาพ โดยนำไปวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในเนื้อผลสด 100 กรัม วัดเป็นปริมาณกรดแอสคอบิค (ascorbic acid) โดยวิธีไทเทรตกับ 2, 6-dichloroindophenol แล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและคำนวณเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัม คัดเลือกพันธุ์ที่มีปริมาณวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัม น้ำหนักผลสดมากกว่า 300 กรัม และความหวานมากกว่า 10 องศาบริกซ์

ผล และวิจารณ์

จากการผสมข้ามพันธุ์พ่อแม่พันธุ์ฝรั่งแบบพบกันหมดทั้ง 5 พันธุ์ ในปี 2563-2564 ได้ฝรั่งลูกผสมจำนวน 13 คู่ผสม ได้แก่ 1) KJ x PT 2) KJ x KD 3) KJ x TY 4) PT x KJ 5) PT x KD 6) PT x KK 7) TY x PT 8) TY x KD 9) KD x KJ 10) KD x PT 11) KK x KJ 12) KK x PT และ 13) KK x TY เก็บเกี่ยวผลแก่ที่ผสมเกสรไว้ ดำเนินการเพาะเมล็ดในกระถางพลาสติก วางในที่ร่ม เมื่อเมล็ดเริ่มงอกเป็นต้นกล้าอายุประมาณ 1 เดือน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถาดหลุมที่ผสมพีทมอส:ขุยมะพร้าว:ทราย อัตราส่วน 1:1:1 หลังจากนั้นประมาณ 1-2 เดือน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงเพาะชำขนาด 3.5x9 นิ้ว ดูแลรักษาต่อในโรงเรือนเพาะชำ ได้ต้นกล้าฝรั่งลูกผสม 1,220 ต้น (ปี 2565) เลือกต้นกล้าฝรั่งลูกผสมของแต่ละคู่ผสมที่มีการเจริญเติบโตดีย้ายปลูกลงในตะกร้าขนาดกว้าง 20 นิ้ว ที่ผสมวัสดุปลูกดิน แกลบดิบ และปุ๋ยมูลไก่แกลบ จำนวน 359 ต้น ดูแลรักษาต้นฝรั่งลูกผสม โดยกำจัดวัชพืชรอบโคนต้น และระหว่างแถวที่วางตะกร้าปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 8-24-24 ปุ๋ยมูลไก่แกลบ และให้น้ำ ต้นฝรั่งลูกผสมอยู่ในระยะการเจริญเติบโต และมีบางสายพันธุ์เริ่มออกดอกในปีแรก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและการเริ่มออกดอก ประเมินต้นฝรั่งลูกผสมเบื้องต้นจากการเจริญเติบโตและการเริ่มออกดอกได้จำนวน 133 ต้น (ปี 2566-2567)

การเจริญเติบโต พบว่า สายพันธุ์ 301-402-3 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้นมากที่สุด 12.6 เซนติเมตร รองลงมาคือสายพันธุ์ 301-402-14 301-402-19 401-1081-138 501-303-2 209-101-2 และ 402-203-66 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้น 12.0 12.0 11.5 10.5 10.0 และ 10.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความสูงต้น พบว่า ฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกมีความสูงต้นระหว่าง 182.0-200.0 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่ม พบว่า ฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกมีขนาดทรงพุ่มจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ระหว่าง 110.0-195.0 เซนติเมตร และขนาดทรงพุ่มจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกระหว่าง 120.0-230.0 เซนติเมตร (Table 1)

Table 1 Growth data of selection guava hybrid

Lines	Height of stem	Circumference stem	Canopy size (cm)	
	(cm)	(cm)	North- South	East-West
209-101-2	200.0	10.0	170.0	230.0
301-402-14	192.0	12.0	160.0	211.0
301-402-3	182.0	12.6	138.0	143.0
301-402-19	200.0	12.0	195.0	198.0
401-1081-138	195.0	11.5	180.0	160.0
402-203-66	200.0	10.0	150.0	180.0
501-303-2	187.0	10.5	110.0	120.0

Note growth data in June 2024

ผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เมื่อฝรั่งลูกผสมเริ่มออกดอก มีการพัฒนาผล และเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ก่อนจำนวน 47 สายพันธุ์ สามารถเก็บผลฝรั่งลูกผสมส่งไปวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรได้จำนวน 22 สายพันธุ์ และคัดเลือกเบื้องต้นจากปริมาณวิตามินซีได้อย่างน้อย 7 สายพันธุ์ ได้แก่ 1) 209-101-2 (คู่ผสม PT x KJ) 2) 301-402-14 3) 301-402-3 4) 301-402-19 (คู่ผสม TY x KD) 5) 401-1081-138 (คู่ผสม KD x KJ) 6) 402-203-66 (คู่ผสม KD x PT) และ 7) 501-303-2 (คู่ผสม KK x TY) พบว่า ปริมาณวิตามินซีต่อเนื้อผลสด 100 กรัม ในสายพันธุ์ 301-402-14 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 323.8 มิลลิกรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 301-402-3 301-402-19 401-1081-138 501-303-2 209-101-2 และ 402-203-66 มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ย 323.3 309.6 308.1 303.5 279.1 และ 277.0 มิลลิกรัม ตามลำดับ น้ำหนักผล พบว่า สายพันธุ์ 209-101-2 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 486.1 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์ 401-1081-138 402-203-66 301-402-14 301-402-19 501-303-2 และ 301-402-3 มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 479.2 387.6 286.5 280.7 244.6 และ 218.9 กรัม ตามลำดับ ส่วนความหวาน พบว่า สายพันธุ์ 301-402-3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 12.5 องศาบริกซ์ รองลงมาคือสายพันธุ์ 501-303-2 301-402-14 401-1081-138 209-101-2 301-402-19 และ 402-203-66 มีความหวานเฉลี่ย 11.1 11.0 10.8 6.2 6.2

และ 5.7 องศาบริกซ์ ตามลำดับ จำนวนวันที่เริ่มออกดอกแรกหลังเพาะเมล็ด พบว่า สายพันธุ์ 209-101-2 401-1081-138 และ 402-203-66 ออกดอกแรกเร็วที่สุด 1.2 1.2 และ 1.2 ปี ตามลำดับ รองลงมาคือสายพันธุ์ 301-402-14 301-402-3 301-402-19 และ 501-303-2 มีจำนวนวันที่เริ่มออกดอกแรกหลังเพาะเมล็ด 1.3 1.3 1.4 และ 1.4 ปี ตามลำดับ สำหรับผลผลิต พบว่า สายพันธุ์ 301-402-14 และ 301-402-3 ให้จำนวนผลมากที่สุดเท่ากัน 40 ผลต่อต้น รองลงมาคือสายพันธุ์ 501-303-2 402-203-66 301-402-19 401-1081-138 และ 209-101-2 ให้จำนวนผลต่อต้น 22 21 19 13 และ 9 ผลต่อต้น ตามลำดับ (Table 2, Figure1)

Table 2 Preliminary yield and quality of guava hybrid after planting at the Loei Horticultural Research Center from 2022 to 2024

Lines	Time to first flower (years)	Number of fruits/plant (fruit)	Weight of fruit (gram)	Sweetness (°brix)	Vitamin C content (ml/100 gFW)
209-101-2	1.2	9	486.7	6.2	279.1
301-402-14	1.3	40	286.5	11.0	323.8
301-402-3	1.3	40	218.9	12.5	323.3
301-402-19	1.4	19	280.7	6.2	309.6
401-1081-138	1.2	13	479.2	10.8	308.1
402-203-66	1.2	21	387.6	5.7	277.0
501-303-2	1.4	22	244.7	1.1	303.5

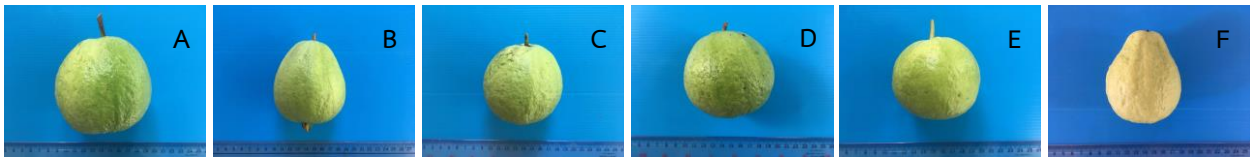


Figure 1 Characteristics of selected guava hybrid fruit: (A) 209-101-2 (B) 301-402-14 (C) 301-402-3 (D) 401-1081-138 (E) 402-203-66 (F) 501-303-2

จากการประเมินคัดเลือกสายพันธุ์ฝรั่งลูกผสมที่ให้ปริมาณวิตามินซีสูง สายพันธุ์ที่คัดเลือกมีการเจริญเติบโตดี มีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยค่อนข้างสูง ซึ่งปริมาณวิตามินซีที่แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความแตกต่างทางลักษณะทางพันธุกรรม สภาพอุณหภูมิก่อนการเก็บเกี่ยว ความสุกแก่ของผล และขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น (Chitravathi *et al.*, 2014 อ้างโดย Youssef and Ibrahim, 2016) และมีจำนวนวันออกดอกแรกหลังเพาะเมล็ดประมาณ 1-2 ปี ทำให้สามารถเก็บผลผลิตมาวัดข้อมูลเบื้องต้นได้ แต่จำนวนผลผลิตอาจจะยังมีปริมาณน้อย และยังมีผลที่ไม่สมบูรณ์ จำเป็นต้องมีการตัดแต่งกิ่งที่ยาว กิ่งที่ไม่ให้ผลผลิต และกิ่งที่เก็บผลผลิตแล้ว เพื่อให้มีการแตกยอดใหม่และออกดอก และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น รวมทั้งอายุการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละสายพันธุ์

สรุปผล

ฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกเบื้องต้นตามเกณฑ์ที่กำหนด 7 สายพันธุ์ คือ มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดี มีปริมาณวิตามินซีสูง 277.0-323.8 มิลลิกรัม ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่น้ำหนัก 218.9-486.7 กรัม เนื้อกรอบหวาน อายุการเริ่มออกดอกเร็ว 1.2-1.4 ปี ซึ่งเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์ฝรั่งลูกผสม และเพิ่มมูลค่าของตลาดฝรั่งในอนาคต หลังจากมีการเปรียบเทียบและทดสอบพันธุ์ในแหล่งปลูกต่าง ๆ แล้วจะได้เสนอขอขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์เพื่อกระจายพันธุ์ให้เกษตรกรปลูกต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการ และบุคลากรผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านของศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ที่ช่วยให้งานวิจัยมีการดำเนินงานไปได้ด้วยดี และขอบคุณผู้ช่วยนักวิจัย ที่ช่วยในการปฏิบัติงานทดลอง และทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

ดรุณี เพ็งฤกษ์ อนุรักษ์ สุขขารมย์ วราพงษ์ ภิระบรรณ์ มนัสชญา สายพนัส เบญจวรรณ สุรพล เสงี่ยม แจ่มจำรูญ พินิจ เขียวพุ่มพวง ณรงค์ แดงเปี่ยม เพทาย กาญจนเกสร ไชยา บุญเลิศ ปยุดา สลับศรี รายงานโครงการวิจัย โครงการวิจัยการปรับปรุง พันธุ์ฝรั่ง. 2562. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2 กรมวิชาการเกษตร.

พีรศักดิ์ วรสุนทโสรถ สุนทร ดุริยะประพันธุ์ ทักษิณ อาขวาคม สายันต์ ตันพานิช ชลธิชา นิวาสประกฤติ และปรียานันท์ ศรสูงเนิน. 2544. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 2 ไม้ผลและไม้เคี้ยวมัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ขาวพิมพ์.

สาทิสรัตน์ เหียงแก้ว, เสกสรร วงศ์ศิริ และพิเชษฐ เวชวิฐาน. 2541. สายพันธุ์ฝรั่งพื้นบ้านที่เหมาะสมในการทำน้ำฝรั่งพร้อมดื่ม. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 15 เชียงใหม่ ณ โรงแรมปางสวนแก้วและวิทยาเขตภาคพายัพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2541 หน้า 185-192.

Chitravathi, K.; O.P. Chauhan and P.S. Raju. 2014. Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum* L.) using shellac-based edible surface coatings. Postharvest Biol Technol 92: 146-148. *In* Molecular markers associated with high vitamin-c content in guava. 2016. Youssef M. and R.A. Ibrahim J. Agric. Chem. and Biotechn., Mansoura Univ. Vol. 7(3): 49-55.

การจัดกลุ่มความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร

Classification of Diversity of Southern Local Rice Varieties Using Morphological and Agricultural Characteristics

กมลวรรณ เอียดชูทอง[1] ฐาปนี เพชรขวัญ[1] ศาตนันทน์ สุจิตโต[2] และ เสาวภา ด้วงปาน[1*]

Aeadchutong, K.[1], Phetkhwan, T.[1], Sujitto, S.[2] and Duangpan, S.[1*]

[1] สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

[1] Agricultural Innovation and Management, Faculty of Natural Resource, Prince of Songkla University, Kor Hong Subdistrict, Hat Yai District, Songkhla Province 90110

[2] ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ต.ควนมะพร้าว อ.พัทลุง จ.พัทลุง 93000

[2] Phatthalung Rice Research Center, Kuan Maphrao Subdistrict, Mueang Phatthalung District, Phatthalung Province 93000

**Corresponding author: saowapa.d@psu.ac.th*

บทคัดย่อ

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีเอกลักษณ์และมีลักษณะที่เป็นประโยชน์ ถือเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อรองรับการผลิตข้าวภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินโครงสร้างและความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 21 พันธุ์ ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางการเกษตร จำนวน 16 ลักษณะ ประกอบด้วย ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 130 - 182 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 6 - 21 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 13.2 – 30.0 มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 55.4 - 79.2 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1.0 - 4.1 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 5.0 - 8.0 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 24.0 - 35.6 เซนติเมตรน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.0 - 3.9 กรัม การมีขนของแผ่นใบ สีของแผ่นใบ สีของกาบใบ สีของลิ้นใบ รูปร่างของลิ้นใบ สีของหูใบ สีข้อใบ และจำนวนระแง้ วิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA (Unweighted pair–group method with arithmetic average) พบว่า สามารถจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวออกเป็น 5 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์นางมา กันตัง และช่อขาว กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกภายในกลุ่มสูงสุด จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์ช้องนาง จำปา สารสรวย แมะแยะ นาทวี และรวงงาม ตามมาด้วยกลุ่มที่ 3 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ข้าพันธุ์ลูกผึ้ง ทรายช่อ เจ๊ะหลีเมืองไทร และลูกคราด กลุ่มที่ 4 มีสมาชิกภายในกลุ่มจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์ช่อตานี และกือเซาะขาว และ กลุ่มที่ 5 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์กลีบเมฆ ขาวสุราษฎร์ ปาดีเก๊ะก๊ะ ขาวป้อม และกรำกราย ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ดีเพื่อใช้ในการในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว และอนุรักษ์พันธ์ข้าวได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ข้าวพื้นเมือง การจัดกลุ่ม ลักษณะทางสันฐานวิทยา

Abstract

Local rice varieties in the southern region are distinctive and beneficial genetic resources. They are important genetic resources for improving rice varieties to cope with changing environmental conditions. This study aims to assess the genetic structure and diversity of 21 local rice varieties in the southern region using morphological and agricultural characteristics, consisting of 16 traits. These traits include plant height ranging from 130 to 182 centimeters, number of tillers per hill ranging from 6 to 21, leaf blade length ranging from

13.2 to 30.0 millimeters, leaf blade width ranging from 55.4 to 79.2 centimeters, leaf blade thickness ranging from 1.0 to 4.1 centimeters, stem diameter ranging from 5.0 to 8.0 millimeters, panicle length ranging from 24.0 to 35.6 centimeters, 100-seed weight ranging from 2.0 to 3.9 grams, leaf pubescence, leaf blade color, leaf sheath color, ligule color, ligule shape, auricle color, collar leaf color and number of secondary branches. Using the UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Averages) group method, the rice varieties were grouped into 5 groups. Group 1 comprised 3 varieties including Nahng Mah, Gan Tang, and Chaw Khao. Cluster 2 had the highest number of varieties, with 6 varieties including Chawng Nahng, Jam Pah, Sahn Suay, Mae Yae, Nah Tawee, and Ruang Ngahm. This was followed by group 3 with 5 varieties including Look Pueng, Sai Chaw, Je Li, Meuang Sai, and Look Krahd. Group 4 consisted of 2 varieties including Chaw Tah Ni rice. and Gue Se Khao, while group 5 comprised 5 varieties including Glib Mek, Khao Suraj, Pah Di Gay Ga, Khao Pom, and Gram Grai. This data provides valuable foundational information for rice breed improvement and conservation efforts in the future.

Keywords: Local rice varieties, Classification, Morphological traits

บทนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชที่ประชากรโลกใช้บริโภคเป็นอาหารที่สำคัญ รวมทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ข้าวยังมีความเกี่ยวข้องกับประเพณี วัฒนธรรม และภูมิปัญญา (ชยุต และคณะ, 2562) โดยเฉพาะข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถเห็นได้ทั่วทุกภูมิภาคซึ่งบ่งบอกได้ถึงความนิยมในข้าวพันธุ์นั้น ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นข้าวที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม มีความสามารถในการให้ผลผลิตที่มีลักษณะคงที่ สามารถปรับตัวได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม และสิ่งสำคัญคือเป็นแหล่งพันธุกรรมที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะยีนที่แสดงความต้านทานต่อโรคและแมลง (Khairullah *et al.,* 2021) ที่สามารถถ่ายทอดไปสู่ข้าวเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ได้ ประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของโลก (Daorattanahong *et al.,* 2018) จึงทำให้หลายหน่วยงานมีการเก็บรวบรวมเพื่ออนุรักษ์และเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงพันธุ์

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงเป็นหน่วยงานที่มีการเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไว้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากในพื้นที่ภาคใต้เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวพื้นเมืองเป็นที่หลากหลาย อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ความชอบ รวมไปถึงวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน แหล่งความหลากหลายของข้าวพื้นเมืองในภูมิภาคนี้ ได้แก่ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำนาทวี พื้นที่จังหวัดปัตตานี และนราธิวาส เป็นต้น (สำเริง และคณะ, 2553) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มความหลากหลายของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้ด้วยลักษณะทางด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตรที่มีเก็บรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง เพื่อประเมินความหลากหลายและเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการนำเชื้อพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ที่ใช้ในการทดลอง 21 พันธุ์ (ชื่อพันธุ์/สายพันธุ์ และแหล่งที่มาดังแสดงใน Table 1) ทำการทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การประเมินความหลากหลายโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร จำนวน 16 ลักษณะโดยมีลักษณะเชิงปริมาณจำนวน 9 ลักษณะประกอบด้วย ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบ ความยาวแผ่นใบ ความกว้างของแผ่นใบ เส้นผ่าศูนย์กลางต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความยาวรวง และจำนวนระแง้ ลักษณะเชิงคุณภาพจำนวน 7ลักษณะประกอบด้วย สีของแผ่นใบ สีของกาบใบ สีของลิ้นใบ รูปร่างของลิ้นใบ สีของหูใบ สีข้อใบ และการมีขนของแผ่นใบ โดยลักษณะเชิงคุณภาพบันทึกข้อมูลตัวเลข (ดังแสดงใน Table 2)

Table 1 List of 21 local rice varieties and their source

No.	Name	Sources
1	Gan Tang	Phatthalung Rice Research Center
2	Chaw Khao	Phatthalung Rice Research Center
3	Nahng Mah	Phatthalung Rice Research Center
4	Chawng Nahng	Phatthalung Rice Research Center
5	Jam Pah	Phatthalung Rice Research Center
6	Sahn Suay	Phatthalung Rice Research Center
7	Nah Tawee	Phatthalung Rice Research Center
8	Mae Yae	Phatthalung Rice Research Center
9	Ruang Ngahm	Phatthalung Rice Research Center
10	Look Pueng	Phatthalung Rice Research Center
11	Je li	Phatthalung Rice Research Center
12	Sai Chaw	Phatthalung Rice Research Center
13	Meuang Sai	Phatthalung Rice Research Center
14	Look Krad	Phatthalung Rice Research Center
15	Chaw Tah Ni	Phatthalung Rice Research Center
16	Geu Se Khao	Phatthalung Rice Research Center
17	Khao Pom	Phatthalung Rice Research Center
18	Gram Grai	Phatthalung Rice Research Center
19	Pah Di Gay Ga	Phatthalung Rice Research Center
20	Glib Mek	Phatthalung Rice Research Center
21	Khao Suraj	Phatthalung Rice Research Center

Table 2 List of qualities evaluated for local rice varieties

Descriptor	Classifications/Unit
leaf pubescence	1= high, 2= medium
leaf blade color	1= green, 2= dark green, 3= light green
Leaf sheath color	1= green, 2= green with purple line, 3= dark green
ligule color	1= white
ligule shape	1= acute, 2= absent, 3= 2-spilt
Auricle color	1= green, 2= white
Collar color	1= light green

การวิเคราะห์ข้อมูล วัดความหลากหลายภายในตัวอย่าง โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weaver diversity index (H′) ในการวิเคราะห์ความหลากหลายโดยคำนวณจากสูตร

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} pi \; ln \; pi$$

โดยที่ *i* = จำนวนลักษณะที่พบความแตกต่าง

s = จำนวนชนิดความแตกต่างที่พบในลักษณะที่บันทึก

pi = ni /N = สัดส่วนของจำนวนชนิดที่พบในลักษณะนั้น ๆ (*ni)* ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด (*N)*

โดยมีรูปแบบการจำแนกประเภทสำหรับดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (Coracero *et al.,* 2020)

Table 3 Classification scheme for the Shannon Diversity Index

Relative values	Shannon-Wiener diversity index (H′)
Very High	3.50 and above
High	3.00 – 3.49
Moderate	2.50 - 2.99
Low	2.0 – 2.49
Very Low	1.99 and below

การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ (cluster analysis) นำข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ วิเคราะห์จัดกลุ่มพันธุ์ข้าวโดยวิธี UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic means)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตรของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้

จากการศึกษาความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้จำนวน 21 พันธุ์ ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวน 13 ลักษณะ (Table 4) และลักษณะทางการเกษตรจำนวน 3 ลักษณะ (Table 5) โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weaver diversity index (H′) พบว่ามี 10 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงของต้น (ค่าเฉลี่ย H′= 3.04) จำนวนต้นต่อก่อ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.00) ความยาวลิ้นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.02) ความยาวแผ่นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.04) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ค่าเฉลี่ย H′= 3.038) สีของแผ่นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.03) สีของลิ้นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.04) รูปร่างของลิ้นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.03) สีของหูใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.01) และสีข้อต่อใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.04) ให้ค่าความหลากหลายในระดับสูงตามการแบ่งโดย Coracero *et al.,* 2020 (Table 3) และมี 3 ลักษณะ ได้แก่ความกว้างของแผ่นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 2.98) การมีขนของแผ่นใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 2.99) และสีของกาบใบ (ค่าเฉลี่ย H′= 2.97) ให้ค่าความหลากหลายที่อยู่ในระดับปานกลาง (Table 4)

จากการศึกษาความความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้จำนวน 21 พันธุ์ ด้วยลักษณะทางการเกษตรจำนวน 3 ลักษณะ (Table 5) โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weaver diversity index (H′) พบว่าความยาวรวง (ค่าเฉลี่ย H′= 3.04) จำนวนระแง้ (ค่าเฉลี่ย H′= 3.00) จำนวน 100 เมล็ด (ค่าเฉลี่ย H′= 3.03) ให้ให้ค่าความหลากหลายที่อยู่ในระดับสูง (Table 5)

(Coracero *et al.,* 2020) รายงานว่าค่าดัชนีความหลากหลาย (H′) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 3.00 – 3.49 บ่งบอกว่าประชากรนั้น ๆ มีความหลากหลายอยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าประชากรที่นำมาศึกษานั้นมีความหลากหลายสูง และ (จิตรา และคณะ, 2562) ได้รายงานการศึกษาความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจัดกลุ่มพันธุ์พื้นเมืองเมืองไทย พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย (H′) อยู่ที่ 0.55 แสดงให้เห็นว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้มีความหลากหลายที่มากกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองไทย

เปรมกมล มูลนิลตา และคณะ (2557) รายงานการศึกษาพันธุ์ข้าวจำนวน 87 พันธุ์ โดยใช้วิธีการจัดกลุ่มทางสัณฐานวิทยา และพบว่าสามารถจัดกลุ่มข้าวได้ 14 กลุ่มใหญ่

(Sirithunya *et al.*, 2001) รายงานการจัดกลุ่มความใกล้ชิดทางพันธุกรรม (cluster analysis) พบว่าสามารถจัดกลุ่มพันธุกรรมข้าวพื้นเมือง 95 พันธุ์ ด้วยวิธี UPGMA โดยใช้ไพรเมอร์ SSR 24 ตัว และลักษณะทางสัณฐานวิทยา 17 ลักษณะได้ทั้งหมด 7 กลุ่มใหญ่

กันตธณวิชญ์ (2566) รายงานความหลากหลายของลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และคุณภาพเมล็ดของข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ จำนวน 135 พันธุ์ วิเคราะห์หาความหลากหลายของลักษณะต่าง ๆ 34 ลักษณะ พบว่าอุณหภูมิแป้งสุกไม่มีความหลากหลาย และมี 15 ลักษณะที่มีความหลากหลายต่ำ โดยมี 5 ลักษณะที่มีลักษณะเด่นมากกว่า 1 คุณลักษณะ เช่น การติดเมล็ด ความแข็งลำต้น ขนบนแผ่นใบ การร่วงของเมล็ดและรูปร่างข้าวกล้อง ในขณะที่ลักษณะเชิงปริมาณมีความหลากหลายต่ำ

นันทิยา พนมจันทร์ และวิจิตรา อมรวิริยะชัย (2554) รายงานการศึกษาเชื้อพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองที่ปลูกอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อยจังหวัดพัทลุง และวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพันธุ์พื้นเมืองโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าลักษณะที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงที่สุดคือ สีเปลือกเมล็ด รองลงมาคือความยาวข้าวกล้อง สีข้าวกล้องและรูปร่างข้าวกล้อง ตามลำดับ

การจัดกลุ่มความสัมพันธ์

จากการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำนวน 21 พันธุ์ ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร จำนวน 16 ลักษณะพบว่าสามารถจัดกลุ่มได้ออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์นางมา กันตัง และช่อขาว โดยส่วนใหญ่มีลักษณะร่วมกันคือ มีสีของแผ่นใบเป็นสีเขียว กาบใบสีเขียว ลิ้นใบมีสีขาวมีจำนวน 2 ยอด หูใบมีสีเขียว สีข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อน และไม่มีระแง้ ความสูงของต้นอยู่ระหว่าง 134 – 147 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 6 – 8 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 13.2 – 19.6 มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 55.4 – 69 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1.3 – 4.1 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 5.6 – 8.0 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 31 – 35.6 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.4 – 3.9 กรัม

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกภายในกลุ่มสูงสุด จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์ช้องนาง จำปา สารสรวย แมะแยะ นาทวี และรวงงาม โดยส่วนใหญ่มีลักษณะร่วมกันคือ สีของลิ้นใบมีสีขาวมีจำนวน 2 ยอด สีข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อน ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 130 – 162 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 7 – 10 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 18 – 31.6 มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 57.2 – 69.8 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1 – 1.6 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 6.0 – 6.5 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 28.2 – 37.4 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.2 – 3.2 กรัม

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ข้าพันธุ์ลูกผึ้ง ทรายช่อ เจ๊ะหลี เมืองไทร และลูกคราด โดยส่วนใหญ่มีลักษณะร่วมกันคือ สีของลิ้นใบมีสีขาว สีของหูใบมีสีเขียว สีข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อน ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 127 – 140 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 8 – 21 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 21 – 30 มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 60 –73.6 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1.2 – 1.7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 5.8 – 6.0 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 24.0 – 32.8 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.0 – 3.4 กรัม

กลุ่มที่ 4 มีสมาชิกภายในกลุ่มจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์ช่อตานี และกือเซาะขาวโดยส่วนใหญ่มีลักษณะร่วมกันคือ สีของแผ่นใบมีสีเขียว สีของกาบใบเป็นสีเขียว สีของลิ้นใบมีสีขาวมีจำนวน 2 ยอด สีของหูใบมีสีเขียว สีข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อน ความสูงของต้นอยู่ระหว่าง 174 – 182 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 10 – 12 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 20 – 29.8 มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 71.4 – 75 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1.1 – 1.5เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 5.8 – 6.0 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 35.0 – 35.6 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.5 – 3.2 กรัม

กลุ่มที่ 5 มีสมาชิกภายในกลุ่ม จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ข้าวพันธุ์กลีบเมฆ ขาวสุราษฎร์ ปาดีเก๊ะก๊ะ ขาวป้อม และกรำกราย โดยส่วนใหญ่มีลักษณะร่วมกันคือ สีของลิ้นใบมีสีขาว สีของหูใบมีสีเขียว สีข้อต่อใบมีสีเขียวอ่อน และไม่มีระแง้ ความสูงของต้นอยู่ระหว่าง 130 – 166 เซนติเมตร จำนวนต้นอยู่ระหว่าง 8 – 12 ต้นต่อกอ ความยาวลิ้นใบอยู่ระหว่าง 15.6 – 25.0มิลลิเมตร ความยาวแผ่นใบอยู่ระหว่าง 57.8 – 79.2 เซนติเมตร ความกว้างของแผ่นใบอยู่ระหว่าง 1.1 – 1.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นอยู่ระหว่าง 5.6 – 8.0 มิลลิเมตร ความยาวรวงอยู่ระหว่าง 32.0 – 34.8 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ระหว่าง 2.6 – 3.7 กรัม

Table 4 The calculated Shannon-Wiener diversity indices (H′) for each descriptor using morphological characters

Name	Plant height (cm)	Number of tillers per hill	Leaf blade length (mm)	Leaf blade width (cm)	leaf blade thickness (cm)	Stem dimeter (mm)	Leaf pubescence
Gan Tang	145	7	19.6	55.4	1.3	6.2	2
Chaw Khao	134	6	13.2	69	1.5	8	1
Nahng Mah	147	8	16.4	57.6	4.1	5.6	2
Chawng Nahng	151	8	23.4	67	1	6	2
Jam Pah	130	10	18	57.2	1.3	6	1
Sahn Suay	130	7	24.4	65.2	1.4	6	1
Nah Tawee	162	8	18.6	65.4	1.6	6	1
Mae Yae	161	9	31.6	67.6	1.3	6	2
Ruang Ngahm	137	9	18.6	69.8	1.4	6.5	2
Look Pueng	127	21	25.4	71.4	1.6	6.5	1
Je li	136	8	23.8	69.8	1.22	6	2
Sai Chaw	140	8	30	60	1.7	7	1
Meuang Sai	132	10	21	73.6	1.2	5	1
Look Krad	137	9	21.2	64	1.3	6	2
Chaw Tah Ni	174	10	29.8	71.4	1.5	6	2
Gue Sor Khao	82	2	0	5	1.1	5.8	1
Khao Pom	130	12	15.6	65.6	1.3	5	2
Gram Grai	141	9	18	57.8	1.2	5	2
Pah Di Gay Ga	57	0	5	7.8	1.1	5	1
Glib Mek	160	8	17.6	58.8	1.5	6	1
Khao Suraj	166	9	22.8	79.2	1.2	6	1
Average (H′)	**3.04**	**3.00**	**3.02**	**3.04**	**2.98**	**3.038**	**2.99**

Table 4 (cont.)

Name	leaf blade color	Leaf sheath color	ligule color	ligule shape	Auricle color	Collar leaf color
Gan Tang	1	1	1	3	1	1
Chaw Khao	1	1	1	3	1	1
Nahng Mah	1	1	1	3	1	1
Chawng Nahng	1	1	1	3	1	1
Jam Pah	1	2	1	3	2	1
Sahn Suay	1	1	1	3	2	1
Nah Tawee	2	1	1	3	1	1
Mae Yae	1	1	1	3	1	1
Ruang Ngahm	2	1	1	3	1	1
Look Pueng	2	1	1	3	1	1
Je li	1	1	1	2	1	1
Sai Chaw	2	3	1	3	1	1
Meuang Sai	1	1	1	3	1	1
Look Krad	1	1	1	3	1	1
Chaw Tah Ni	1	1	1	3	1	1
Gue Sor Khao	1	1	1	3	1	1
Khao Pom	1	1	1	3	1	1
Gram Grai	1	1	1	3	1	1
Pah Di Gay Ga	1	2	1	1	1	1
Glib Mek	2	2	1	3	1	1
Khao Suraj	3	1	1	3	1	1
Average (H′)	**3.03**	**2.97**	**3.04**	**3.03**	**3.01**	**3.04**

Table 5 The calculated Shannon-Wiener diversity indices (H′) for each descriptor using agronomic traits

Name	Panicle length (cm)	Number of secondary branches	100-seed weight
Gan Tang	31.4	1	3.9
Chaw Khao	31	1	2.4
Nahng Mah	35.6	1	3.2
Chawng Nahng	33	1	2.2
Jam Pah	28.2	1	2.4
Name	**Panicle length (cm)**	**Number of secondary branches**	**100-seed weight**
Sahn Suay	33	1	2.4
Nah Tawee	34.2	1	3.1
Mae Yae	37.4	1	3.2
Ruang Ngahm	35	2	2.8
Look Pueng	31.8	2	2.6
Je li	32.8	2	2.9
Sai Chaw	24	1	2.2
Meuang Sai	31	1	3.4
Look Krad	32.6	1	2
Chaw Tah Ni	35.6	1	2.5
Gue Sor Khao	35	2	3.2
Khao Pom	32	1	3.6
Gram Grai	34	1	2.8
Pah Di Gay Ga	34.2	1	3.8
Glib Mek	29	1	2.6
Khao Suraj	34.8	1	2.7
Average (H′)	**3.04**	**3.00**	**3.03**

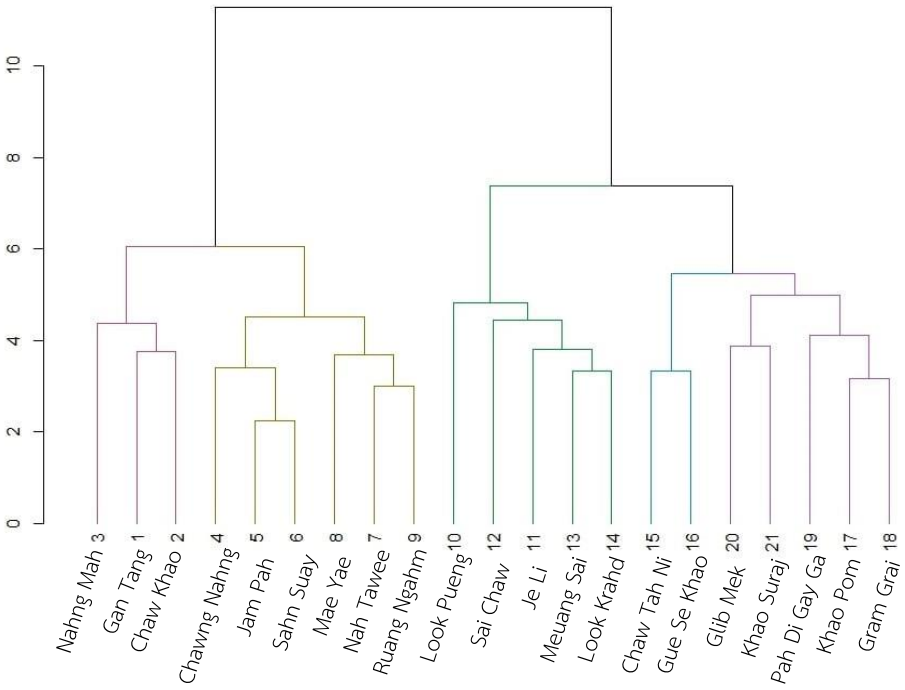


Figure 1 Classification of relationships 21 southern rice varieties using 16 morphological and agricultural characteristics

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 3 ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

จิตรา สุวรรณ, เฉลิมพล ภูมิไชย์ และธานี ศรีวงศ์ชัย. 2562. ความหลากหลายของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจัดกลุ่มพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทย. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 15 มีนาคม 2562 หน้า 752-753.

ชยุต ศรีฮาก์ญู, จิรวัฒน์ สนิทชน และช่อแก้ว อนิลบล. 2562. การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุกรรมข้าวพื้นเมืองโดยใช้สัญลักษณ์ทางสัณฐานวิทยาและเครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR. สารสารเกษตรพระจอมเกล้า 37: 479-488.

เปรมกมล มูลนิลตา จัตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์ ณัฏฐนิช ถาวรแก้ว และ กัญญานัย แก้วสง่า. 2557. การประเมินลักษณะเชื้อพันธุกรรม ข้าวพื้นเมืองในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง. สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง หน้า 344-355.

นันทิยา พนมจันทร์ และ วิจิตรา อมรวิริยะชัย. 2554. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด. วารสารหาดใหญ่วิชาการ 9: 25-31.

สำเริง แซ่ตัน, รุจิรา ปรีชา, ขวัญใจ คชภักดี, อมรศักดิ์ แววศักดิ์, บรรจง แซ่ตัน และขนิษฐา ศรีทองแก้ว. 2553. ข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้. หน้า 2-3. พัทลุง : กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง.

Coracero, E.E., Pastor. L. and Malabrigo, J.R. 2020. Diversity assessment of tree species in Sitio Dicasalarin, Barangay Zabali, Baler, Aurora, Philippines. Journal of Ecology 10: 717-728.

Daorattanahong. P., Wongchai. A., Kramol, P. and Jatuporn, C. 2018. Efficiency differences on rice production between Thailand and Vietnam using meta-frontier. Management Business Research 8: 22-33.

Khairullah, I., Saleh, M. and Mawardi. 2021 The characteristics of local rice varieties of tidal swampland in South Kalimantan. Earth and Environmental Science 10: 1-2.

Sirithunya, P., E., Roumen, S., Mongkolsomrit, S., Hutamekalin, S.P. and Sreewongchai, T. 2001. Instruction manual workshop on molecular genetic analysis on diversity of blast pathogen in Thailand. Yothee laboratory Unit Bangkok, Thailan

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค RAPD และการเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณสารสำคัญในหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือก

Study on Genetic Relationship Using Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD) and Yield Comparisons, Biochemical Characteristics of *Stevia rebaudiana* Promising Line

พรนิภา ถาโน[1*] อนุภพ เผือกผ่อง[1] สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1] และ ศิรากานต์ ขยันการ[1]
Thano, P.[1*], Puekpong, A.[1], Posawang, S.[1] and Khayankarn, S.[1]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230
[1] Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Hang Dong, Chiang Mai 50230
**Corresponding author: phornnipa.pt@gmail.com*

บทคัดย่อ

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) เป็นพืชที่ให้ความหวานสูง แต่ไม่ให้พลังงาน ปัจจุบันนำสารสกัดสติวิโอไซด์จากหญ้าหวานมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้บริโภคที่หันมาใส่ใจเรื่องสุขภาพ และนิยมปลูกทางภาคเหนือของประเทศไทย งานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ปลูกเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ สารสติวิโอไซด์ และสารต้านอนุมูลอิสระ ของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือก จำนวน 3 สายต้น คือ SMOL2 SMOL3 และ SMOL4 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 7 ซ้ำ ใน 2 พื้นที่ ได้แก่ 1) แปลงเกษตรกร อำเภอสะเมิง (ระดับความสูงจากน้ำทะเล 700 เมตร) และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (หน่วยย่อยขุนวาง ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 1,300 เมตร) จังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD) พบว่า หญ้าหวานทั้ง 3 สายต้นมีความใกล้ชิดทางสายพันธุ์ แต่ไม่ใช่พันธุ์เดียวกัน โดยสายต้น SMOL3 มีความใกล้ชิดกับสายต้น SMOL4 มากกว่าสายต้น SMOL2 เมื่อเปรียบเทียบผลผลิต และปริมาณสารสำคัญ พบว่า หญ้าหวานทั้ง 3 สายต้น ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตสด ผลผลิตแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม สายต้น SMOL3 ให้ผลผลิตสดและแห้งสูงที่สุด แต่สายต้น SMOL2 ให้ปริมาณสารสติวิโอไซด์ และสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ 7.59 กรัม/100กรัม และ 50.96 มิลลิกรัม Trolox/กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติจากสายต้นอื่น ๆ ในขณะที่พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร ผลผลิตสด ผลผลิตแห้ง และปริมาณสารสติวิโอไซด์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสายต้น SMOL2 ให้ผลผลิตสดที่ 618.84 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตแห้งที่ 117.10 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณสารสติวิโอไซด์ที่ 7.06 กรัม/100กรัม ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสายต้นอื่น ๆ แต่สายต้น SMOL3 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากสายต้นอื่น ๆ

คำสำคัญ: หญ้าหวาน ผลผลิต ปริมาณสารสำคัญ สติวิโอไซด์

Abstract

Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) is a plant which high sweetness, but non-caloric. Now, stevioside has been used incorporate it in numerous food products for conscious consumers and commonly grown in the North of Thailand. This study was investigated genetic relationship, yields, biochemical characteristics such as stevioside and antioxidant of stevia 3 clones; SMOL2 SMOL3and SMOL4. The experiments were designed to RCBD with 7 replications under 2 locations 1) farmer's field in Samoeng district (700 meters above sea level) and Chiang Mai Royal Agricultural Research Centre (Khun Wang at 1,300 meters above sea level) Chiang Mai Province. Genetic relationship was analyzed by Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD) technique; the result showed all of stevia 3 clones have been closely related genetic relationship but not the same

clone. Clone SMOL3 has higher genetic similarity with SMOL4 than SMOL2. Yield and biochemical characteristics were evaluated; the results showed fresh and dry weight of all stevia clones at 700 meters above sea level was not significantly different. However, clones SMOL3 showed the highest fresh weight and dry weight, but SMOL2 gave the highest of stevioside and antioxidant at 7.59 g/100g and 50.96 mg Trolox/g, respectively and significant differences from other clones. While at 1300 meters above sea level, fresh and dry weights and stevioside were not significantly different. SMOL2 showed high fresh weight at 618.84 kg/rai, dry weight at 117.10 kg/rai, and steviside at 7.06 g/100g, but SMOL3 gave the highest antioxidant and significant differences from other clones.

Keywords: stevia, yield, biochemical characteristics, stevioside

บทนำ

หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) หรือ stevia เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กจัดอยู่ในวงศ์ Asteraceac ปัจจุบันปลูกกันมากในภาคเหนือโดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และเชียงราย เนื่องจากพืชนิดนี้ชอบอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิประมาณ 20-26 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีเมื่อเพาะปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 600-700 เมตร (หทัยชนก, 2558) เมื่อนำใบหญ้าหวานมาสกัดด้วยน้ำจะได้สารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 250-300 เท่า มีความคงตัวสูงทั้งในตัวทำละลายที่เป็น กรดอ่อน เบสอ่อน และทนความร้อนได้ ถึง 200 องศาเซลเซียส จึงไม่สลายตัวหรือเปลี่ยนสภาพจากความร้อนในการปรุงอาหาร ไม่มีพิษและปลอดภัยในการบริโภค (พิสมัย, 2555) ปัจจุบันมีการนำสารสกัดจากหญ้าหวานไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ อาหาร อาหารเสริม เครื่องดื่ม เบเกอรี่ หมากฝรั่ง ยาสีฟัน ฯลฯ ในต่างประเทศมีการอนุญาตให้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารทดแทนน้ำตาล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนในประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศให้มีการใช้สตีวิโอไซด์ (Stevioside) เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2556) อีกทั้งในปี 2560 กระทรวงสาธารณสุขได้มีการรณรงค์ให้ลดการบริโภคน้ำตาลของคนไทย รวมถึงผู้บริโภคหันมาใส่ใจในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ประกอบการในระบบอุตสาหกรรมอาหารทุกระดับ มีการคิดค้น พัฒนา และปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์อาหารให้มีการลดการใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครสลง และนำสารให้ความหวานแทนน้ำตาลมาใช้แทนมากขึ้น ส่งผลให้การใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างกว้างขวาง Libik-Konieczny และคณะ (2018) กล่าวว่า หญ้าหวานแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่น ขนาดของใบ ระยะเวลาการออกดอก และความเข้มข้นของสติวิออลไกลโคไซด์ รวมถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลลิก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางจีโนไทป์ และสภาพแวดล้อมที่ปลูก จากการตรวจเอกสารด้านการศึกษาข้อมูลทางด้านการเกษตรของหญ้าหวานในไทยนั้นมีน้อยมาก ซึ่ง บุญฤทธิ์ และ สมยศ (2560) ได้ศึกษาผลของการตัดช่อดอกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน พบว่า การตัดช่อดอกจำนวนบ่อยครั้งที่สุดมีการเจริญเติบโตทางลำต้น การสะสมน้ำหนักต้น ใบและรากแห้งมากที่สุด ส่วนหญ้าหวานที่ไม่ได้ทำการตัดช่อดอกออก มีการเจริญเติบโต และการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด สำหรับการศึกษาและการพัฒนาสายพันธุ์หญ้าหวานนั้น สุพัฒธณกิจ และคณะ (2563) ได้รวบรวมหญ้าหวานที่ได้จากการสำรวจเขตภาคเหนือตอนบนในปี 2559 สามารถแยกลักษณะความแตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาได้ 4 กลุ่มลักษณะ คือ 1) กลุ่มใบใหญ่มีขน (BLHS) 2) กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง (PYSS) 3) กลุ่มใบแคบยาว (ไต้หวัน, LNLS) และ 4) กลุ่มทรงพุ่มเล็ก (SSS) ในด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวานจำนวน 4 กลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมทั้งหมด จึงได้คัดเลือกหญ้าหวานในกลุ่มใบใหญ่มีขน (BLHS) 2) กลุ่มยอดอ่อนสีม่วง (PYSS) 3) กลุ่มใบแคบยาว (ไต้หวัน, LNLS) มาดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบต่อเนื่องจากเป็นหญ้าหวานในกลุ่มที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเพื่อหาความใกล้ชิดหรือความแตกต่างทางพันธุกรรม โดยใช้เทคนิค RAPD และเปรียบเทียบผลผลิตและปริมาณสารสำคัญของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกด้วยเทคนิค Random Amplification of

Polymorphic DNA (RAPD) สกัดดีเอ็นเอหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้นด้วยวิธี PVP extraction method (ปรับใช้จาก Kim *et al*., 1997) เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR) ด้วย ไพรเมอร์ RAPD จำนวน 11 ไพรเมอร์ (Table 1) จากนั้นนำดีเอ็นเอที่ได้ไปเพิ่มปริมาณด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์เรส ประกอบ ด้วย 3 ขั้นตอน (Table 2) แล้วตรวจสอบขนาดชิ้นดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ด้วยอิเล็กโทรโฟรีซิสใช้เจลอะกาโรสความเข้มข้น 1.5 % วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของหญ้าหวานแต่ละสายต้น โดยนำผลผลิตที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอนเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์เรส มาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงในระดับพันธุกรรม โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม NTSYS 2.11a จากนั้นหาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการโดยสร้างแผนภูมิต้นไม้โดยวิธี Neighbor-joining (NJ) ด้วยโปรแกรม Unweighted Pair Group Method with Arithmetic average (UPGMA)

Table 1 RAPD primers used for amplification of Stevia genomic DNA in this study

No.	Primer name	Sequence
1	OPA-01	CAGGCCCTTC
2	OPA-02	TGCCGAGCTG
3	OPA-14	CTCGTGCTGG
4	OPB-08	GTCCACACGG
5	OPB-12	CCTTGACGCA
6	OPD-18	GAGAGCCAAC
7	OPA-03	AGTCAGCCAC
8	OPB-10	CTGCTGGGAC
9	OPB-15	GGAGGGTGTT
10	OPD-09	CTCTGGAGAC
11	OPD-20	ACCCGGTCAC

Table 2 Optimized conditions for PCR amplifications

Steps involved (temperature °C)	Time	No. of cycles
Initial denaturation (94 °C)	5 min	1
Denaturation (94 °C)	30 s	39
Annealing (34 °C)	40 s	
Extension (72 °C)	1 min 15 s	
Final extension (72 °C)	7 min	1

2. ปลูกทดสอบหญ้าหวาน จำนวน 3 สายต้น ได้แก่ สายต้น SMOL2 SMOL3 และ SMOL4 ในจังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่อำเภอสะเมิง ที่ความสูง 700 เมตร จากระดับน้ำทะเล และศูนย์วิจัยเกษตรหลวงหน่วยย่อยขุนวาง ที่ความสูง 1,300 เมตร ดำเนินการทดสอบในช่วงเดือนพฤษภาคม 2566 ถึง เดือนมีนาคม 2567 วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCB) จำนวน 3 กรรมวิธี (สายต้น) กรรมวิธีละ 7 ซ้ำ ๆ ละ 144 ต้น (จำนวน 4 แถว ๆ ละ 36 ต้น) พื้นที่เก็บเกี่ยว 8 ตารางเมตร ระยะปลูก 25 × 25 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2565) เมื่อพืชอายุ 135 วันหลังปลูก ดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลผลิตใบสด และน้ำหนักผลผลิตใบแห้ง

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารสติวิโอไซด์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง เตรียมตัวอย่างดัดแปลงจากวิธีของ Woelwer-Rieck และคณะ (2010) ชั่งใบหญ้าหวานแห้งที่บดเป็นผงละเอียดมา 0.5 กรัม ลงในหลอดปั่นแยก (centrifuge

tube) ขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปราศจากไอออน (deionized water) 8 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำตัวอย่างออกมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิปกติ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที กรองสารละลายตัวอย่างที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร สกัดซ้ำแบบเดิมอีก 2 ครั้ง ปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน จากนั้นกรองสารละลายตัวอย่างด้วย nylon filter ขนาดความละเอียด 0.45 ไมโครเมตร แล้วนำสารที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยใช้คอลัมน์ C-18 ขนาด 4.6 × 150 มิลลิเมตร 5 ไมครอน (Sunfire C18 , Waters) ที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียสในการแยกสาร ตรวจวัด ด้วยเครื่องตรวจวัดชนิดโฟโตไดโอดอาเรย์ (Photodiode Array) ที่ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร แล้วคำนวณหาปริมาณสารสติวิโอไซด์ เทียบกับสารละลายมาตรฐานสติวิโอไซด์ ในช่วงความเข้มข้น 5 - 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร วิเคราะห์ปริมาณสติวิโอไซด์ในตัวอย่างหญ้าหวานแห้ง ในหน่วยร้อยละ (g/100g DW)

4. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (DPPH antioxidant assay) สกัดใบหญ้าหวานดัดแปลงจากวิธีของ Prommajak และคณะ (2014) โดยชั่งผงตัวอย่างใบหญ้าหวานที่บดละเอียดมาตัวอย่างละ 0.5 กรัม ลงในหลอดที่มีฝาปิดขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารสกัดเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วกรองสารละลายที่ได้ ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่สกัดได้ไประเหยจนแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evaporator) และละลายสารสกัดหยาบด้วยสารละลาย DMSO ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH radical scavenging) ดัดแปลงมาจากวิธีของ Singh และคณะ (2002) โดยเตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดใบหญ้าหวานให้มีความเข้มข้น 0.1-0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย DMSO และเติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน และเตรียมสารละลายควบคุมโดยใช้ DMSO ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย DPPH เช่นเดียวกันกับสารละลายตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมได้ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณร้อยละการยับยั้ง ดังสมการ

$$\%\text{DPPH radical scavenging activity} = \{(A_{ctrl} - A_{sample})/A_{ctrl}\} \times 100$$

เมื่อ A_{ctrl} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตของหญ้าหวานแต่ละสายต้นโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) ตามการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Least significant difference (LSD) และการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสารสติวิโอไซด์ และสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) ตามการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Least significant difference (LSD)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อนำแถบดีเอ็นเอของหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้น มาวิเคราะห์และคำนวณหาค่าดัชนี โดยการนำผลที่ได้จากขั้นตอนการทำ PCR มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เพื่อสร้างเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (dendrogram) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความใกล้ชิดอยู่ในช่วง 0.43 – 0.64 โดยหญ้าหวานสายต้น SMOL2 มีค่าดัชนีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมกับสายต้น SMOL3 ที่ 0.43 และมีค่าดัชนีความใกล้ชิดกันกับสายต้น SMOL4 ที่ 0.55 ในขณะที่หญ้าหวานสายต้น SMOL3 มีค่าดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับสายต้น SMOL4 ที่ 0.62 (Table 3 and Figure 1) แสดงให้เห็นว่าหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้นมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรม แต่ไม่ใช่พันธุ์เดียวกัน และหญ้าหวานสายต้น SMOL3 มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับสายต้น SMOL4 มากกว่าสายต้น SMOL2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุพัฒธณกิจ และคณะ (2563) ที่สำรวจและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหญ้า

หวานได้รายงานว่าสามารถแยกลักษณะความแตกต่างกันทางสัณฐานวิทยาได้ 4 กลุ่มลักษณะ และได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางด้านพันธุกรรมของหญ้าหวานจำนวน 4 กลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันทางพันธุกรรมทั้งหมด

Table 3 Similarity matrix table of *S. rebaudiana* 3 samples

Samples	SMOL2	SMOL3	SMOL4
SMOL2	1		
SMOL3	0.428	1	
SMOL4	0.547	0.642	1

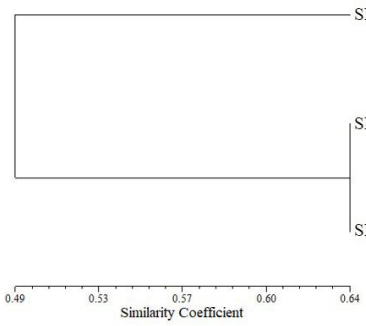


Figure 1 Dendrogram shows the results of DNA band analysis of 3 Stevia using NTSYSpc version 2.11a program

ผลผลิตรวมที่เก็บเกี่ยวจำนวน 5 ครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2566-เดือนมีนาคม 2567 และปริมาณสารสติวิโอไซด์ของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกปลูกที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร พบว่า ผลผลิตน้ำหนักใบสดและน้ำหนักใบแห้งต่อไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่หญ้าหวานสายต้น SMOL3 มีผลผลิตใบสดต่อไร่มากที่สุด คือ 1,178.70 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ สายต้น SMOL2 และสายต้น SMOL4 คือ 1,145.40 และ 1,139.90 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และหญ้าหวานสายต้น SMOL3 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อไร่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสายต้นอื่น ๆ ที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน รองลงมา คือ สายต้น SMOL4 และ SMOL2 คือ 178.94, 172.61 และ 170.00 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้หญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกทั้ง 3 สายต้น มีปริมาณสารสติวิโอไซด์แตกต่างกันทางสถิติ โดยหญ้าหวานสายต้น SMOL2 มีปริมาณสารมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติกับหญ้าหวานสายต้น SMOL3 คือ 7.59 และ 7.26 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าหวานสายต้น SMOL4 มีปริมาณของสารสติวิโอไซด์น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายต้น SMOL3 คือ 7.01 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม (Table 4) และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH โดยสายต้น SMOL2 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือ สายต้น SMOL3 และ SMOL4 ซึ่งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ 50.96, 45.77 และ 37.49 mg Trolox/g (Table 4)

ผลผลิตรวมที่เก็บเกี่ยวจำนวน 5 ครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2566-เดือนมีนาคม 2567 ปริมาณสารสติวิโอไซด์ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกปลูกที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร พบว่า ผลผลิตน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณสารสติวิโอไซด์ของหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่สายต้น SMOL2 ให้ผลผลิตน้ำหนักสด และผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 618.84 และ 117.10 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ หญ้าหวานสายต้น SMOL4 และ SMOL3 ที่ให้ผลผลิตใบสดที่ 506.74 และ 464.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และผลผลิตน้ำหนักแห้งที่ 106.41 และ 98.70 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารสติวิโอไซด์ พบว่า หญ้าหวานสายต้น SMOL2 ให้ปริมาณสารสติวิโอไซด์มากที่สุด คือ 7.06 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือสายต้น SMOL4 และ SMOL3 ที่มีปริมาณสารสติวิโอไซด์ 7.00 และ 6.80 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 สายต้นแตกต่างกันทางสถิติ โดยสายต้น SMOL3 มีปริมาณสูงที่สุดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับสายต้นอื่น ๆ คือ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 48.88 mg

Trolox/g รองลงมาคือ สายต้น SMOL4 และ SMOL2 คือ 39.59 และ 17.63 mg Trolox/g ตามลำดับ (Table 4) จากการทดสอบ พบว่า ปริมาณของสารสติวิโอไซด์ในหญ้าหวานทั้ง 3 สายต้น ที่ปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร ให้ปริมาณสารสติวิโอไซด์มากกว่าพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารสติวิโอไซด์ที่สะสมในใบหญ้าหวานขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ช่วงแสง อุณหภูมิ และปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับ นอกจากนั้นแล้วเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียของน้ำหนัก พบว่า ผลผลิตของของหญ้าหวานที่ปลูกในพื้นที่ 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้อยกว่าหญ้าหวานที่ปลูกในพื้นที่ 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล เนื่องจากชีวมวลของใบและความเข้มข้นของปริมาณสารขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโต การจัดการและการดูแลรักษา (Pal *et al*. 2015) Kang และ Lee (1981) กล่าวว่า สภาพภูมิอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารทุติยภูมิของหญ้าหวาน พื้นที่ 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีอุณหภูมิต่ำกว่า ส่งผลให้การสะสมอาหารมากกว่า น้ำหนักแห้งจึงสูงกว่า และเนื่องจากหญ้าหวานเป็นพืชวันสั้นที่มีช่วงวันวิกฤตที่ 13-14 ชั่วโมง เมื่อหญ้าหวานอยู่ในสภาพวันที่ขึ้นยาวจะส่งผลให้ชีวมวลของใบและปริมาณสารสติวิโอไซด์เพิ่มมากขึ้น ในทางเดียวกัน Guerrero และคณะ (2018) กล่าวว่า ปริมาณสารสตีวิออลไกลโคไซด์ของหญ้าหวานที่ปลูก 2 แหล่งแตกต่างกัน ในขณะที่การเจริญเติบโตและช่วงของการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกัน

Table 4 Total fresh leaves and dry leaves weight per rai which harvesting 5 times and Content of stevioside and DPPH in three promising stevia clones cultivated in Chiang Mai province at 700 and 1,300 meters above sea level.

Promising line	Yield/rai (kg)				Stevioside content (g/100g DW)		Antioxidant capacity (mg Trolox/g)	
	Fresh leaves		Dry leaves					
	700 m.	1,300 m.	700 m.	1,300 m.	700 m.	1,300 m.	700 m.	1,300 m.
SMOL2	1145.4	618.84	170.00	117.10	7.59[a]	7.06	50.96[a]	17.63[c]
SMOL3	1178.7	464.50	178.94	98.70	7.26[ab]	6.80	45.77[b]	48.88[a]
SMOL4	1139.9	506.74	172.61	106.41	7.01[b]	7.00	37.49[c]	39.59[b]
C.V. (%)	12.86	33.58	11.57	39.69	3.73	6.24	0.70	8.26

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

สรุปผล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกจำนวน 3 สายต้น พบว่า หญ้าหวานทั้ง 3 สายต้นไม่ได้เป็นพันธุ์เดียวกัน แต่มีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรม โดยที่สายต้น SMOL3 มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับสายต้น SMOL4 มากกว่าสายต้น SMOL2 และเมื่อทดสอบเปรียบเทียบผลผลิต ปริมาณสารสติวิโอไซด์ และสารต้านอนุมูลอิสระของหญ้าหวานสายพันธุ์คัดเลือกจำนวน 3 สายต้น ได้แก่ SMOL2 SMOL3 และ SMOL4 ที่ปลูกทดสอบในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลที่แตกต่างกัน พบว่า หญ้าหวานสายต้น SMOL2 เหมาะสมกับการปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 และ 1,300 เมตร และหากต้องการหญ้าหวานที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร พบว่า สายต้น SMOL3 มีศักยภาพมากที่สุด

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนงานวิจัยในการวิจัยและพัฒนาการผลิตหญ้าหวาน ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เกษตรกรสำหรับสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนการทำงานวิจัยให้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2565. เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่5. สำนักพิมพ์เกินคุ้ม มีเดีย,นนทบุรี. 51 หน้า.

บุญฤทธิ์ ชุมทอง และ สมยศ เดชภิรัตนมงคล. 2560. ผลของการตัดช่อดอกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni). วารสารแก่นเกษตร 45 (พิเศษ 1): 195-199.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง สตีวิออลไกลโคไซด์ (ฉบับที่ 360) พ.ศ. 2556 ประกาศ ณ วันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2556. คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130 ตอนพิเศษ 91 ง วันที่ 31 กรกฎาคม 2556

พิสมัย กุลกาญจนาธร. 2555. หญ้าหวาน หวานทางเลือก เพื่อสุขภาพ. ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 3 หน้า

สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง, พัชธาวดี ขุนไกร, เกษม ทองขาว, จันทร์เพ็ญ แสนพรหม, พิจิตร ศรีปินตา, ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ และสายชล โนสุวรรณ. 2563. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของหญ้าหวาน. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 2(1): 67-78.

หทัยชนก กันตรง. 2558. หญ้าหวาน สมุนไพรที่มีรสหวาน แต่เปี่ยมไปด้วยคุณค่า. อาหาร 45(3): 41-44.

Guerrero, A. B., Leticia, S. E., Itziar, D., Ignacio, I. and Julio, M. 2018. Steviol glycoside content dynamics during the growth cycle of *Stevia rebaudiana* Bert. American Journal of Plant Sciences 9: 892-901.

Kang, KH and Lee, FW. 1981. Physio-ecological studies on Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Korean Journal of Crop Science 26: 69–89.

Kim, C. S., Lee, C. H., Shin, J. S., Chung, Y. S. and Hyung, N. I. 1997. A simple and rapid method for isolation of high quality genomic DNA from fruit trees and conifers using PVP. Nucleic Acids Research 25(5): 1085–1086.

Libik-Konieczny, M., Ewa, C., Edyta, K., Michal, D., Aleksandra, G. J., Elwira, S., and Laura, P. 2018. Growth, development and steviol glycosides content in the relation to the photosynthetic activity of several *Stevia rebaudiana* Bertoni strains cultivated under temperate climate conditions. Scientia Horticulturae 234: 10-18.

Pal, P. K., Rajender, K., Vipan, G., Mitali, M., Ramdeen, P., Vijaylata, P., Baljinder, S. G., Devinder, S., Gopi C., Bikram, S., Rakesh, D. S. and Paramvir, S. A. 2015. Crop-ecology and nutritional variability influence growth and secondary metabolites of *Stevia rebaudiana* Bertoni. BMC Plant Biology 15(67): 1-16.

Prommajak, T., Surawang, S. and Rattanapanone, N. 2014. Ultrasonic-assisted extraction of phenolic and antioxidative compounds from lizard tail (*Houttuynia cordata* Thunb). Songklanakarin Journal of Science and Technology 36(1): 65-72.

Singh, R.P., K.N.C., Murty. and Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50(1): 81-86.

Woelwer-Rieck, U., Lankes, C., Wawrzum, A. and Wust, M. 2010. Improved HPLC method for the evaluation of the major steviol glycosides in leaves of *Stevia rebaudiana*. European Food Research and Technology 231: 581-588.

องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองและปุดช้างจากประเทศไทย

Essential Oil Components of *Etlingera pauciflora* (Ridl.) R.M.Sm. and *E. littoralis* (König) Giseke from Thailand

อภิญญา วงศ์เปี้ย[1*] ธีรภัทร เหลืองศุภบูลย์[1] และ ชลลดา สามพันพวง[1]

Wongpia, A.[1*], Luangsuphabool, T.[1] and Samphunphuang, C.[1]

[1]สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

[1]Biotechnology Research and Development Office, Department of Agriculture, Rangsit, Thanyaburi, Pathum Thani 12110

**Corresponding author: aphinya.wongpia@gmail.com*

บทคัดย่อ

พืชสกุลปุดเป็นพืชสมุนไพรล้มลุกอายุหลายปีที่จัดอยู่ในวงศ์ขิง พืชสกุลปุดหลายชนิดมีการนำไปใช้เป็นอาหารและยาพื้นบ้าน อย่างไรก็ตามอีกหลายชนิดยังไม่เป็นที่รู้จักมากนักทั้งด้านสรรพคุณเชิงบำบัดและการนำไปใช้ประโยชน์ ด้วยเหตุนี้จึงได้ศึกษาองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด 2 ชนิด ได้แก่ ปุดช้อนทอง (*E. pauciflora*) และปุดช้าง (*E. littoralis*) ที่เก็บรวบรวมจากจังหวัดสตูล โดยสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบและลำต้นของพืชแล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมตรี น้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองมีเบต้า-ไพนีน (68.21%) และแอลฟา-ไพนีน (16.34%) เป็นองค์ประกอบหลัก ขณะที่องค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยที่ตรวจพบในปุดช้าง ได้แก่ 1,8-ซินิออล (20.55%) เบต้า-ไพนีน (18.42%) แอลฟา-ไพนีน (15.65%) และซาบินีน (13.69%) องค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้เหล่านี้เกี่ยวข้องกับสรรพคุณเชิงบำบัดของชนิดพืชสกุลปุด อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยเพื่อพิสูจน์สรรพคุณทางยาของพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิดก่อนที่จะส่งเสริมการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

คำสำคัญ: พืชสกุลปุด พืชวงศ์ขิง จังหวัดสตูล แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมตรี

Abstract

Etlingera is a genus of herbaceous perennial plants belonging to the Zingiberaceae family. Several species of *Etlingera* have been used as foods and folk medicines. However, many species do not know their therapeutic properties and application widely. Hence, the volatile oil compositions of two *Etlingera* species including *E. pauciflora* and *E. littoralis*, which were collected from Satun province, were studied. The essential oils of leaves and stems of plant samples were extracted using the hydrodistillation method and then analyzed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The *E. pauciflora* essential oil contained β-pinene (68.21%) and α-pinene (16.34%) as major components, whereas the dominant constituents detected in *E. littoralis* volatile oil were 1,8-cineole (20.55%), β-pinene (18.42%), α-pinene (15.65%), and sabinene (13.69%). These identified compounds would relate to the therapeutic attributes of *Etlingera* species. However, the bioactivities of their volatile oils need to be further investigated to prove their medicinal properties before being promoted to their application in the future.

Keywords: *Etlingera*, Zingiberaceae, Satun Province, Gas Chromatography-Mass Spectrometry

บทนำ

สกุลปุด (*Etlingera*) จัดเป็นหนึ่งในพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดถึง 150-200 ชนิด และพบการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางตั้งแต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตอนเหนือของออสเตรเลีย หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก อเมริกากลาง ไปจนถึงหมู่เกาะในอ่าวกินีของทวีปแอฟริกา (Poulsen, 2012; Yeats, 2013) พืชสกุลปุดเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปีที่มีความสูงของต้นไม่เกิน 50 เซนติเมตร จนกระทั่งสูงถึงเกือบ 10 เมตร โดยปุดชนิดที่มีขนาดใหญ่จะมีลำต้นเทียม (leafy shoot) ที่แข็งแรงซึ่งเจริญเติบโตมาจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน (Yeats, 2013; Trimanto and Hapsari, 2018) ปุดหลายชนิดได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ตามวิถีชาวบ้านและเชิงพาณิชย์ทั้งเป็นอาหาร สมุนไพร ยารักษาโรค และไม้ดอกไม้ประดับ (Poulsen, 2012)

สำหรับประเทศไทยได้มีรายงานการค้นพบพืชสกุลปุดทั้งหมด 17 ชนิด (Mood and Ibrahim, 2000; Khaw, 2001; Kittipanangkul and Ngamriabsakul, 2008; Chongkraijak *et al*., 2013; Saensouk *et al*., 2016) แต่ส่วนใหญ่เป็นที่รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ดาหลา (*E. elatior* (Jack) R. M. Smith) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและมีการนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดโดยทั้งเป็นอาหาร เครื่องดื่ม เวชสำอาง ตลอดจนเป็นไม้ดอกไม้ประดับ ปุดช้าง (*E. littoralis* (König) Giseke) และเร่วหอม (*E. pavieana* (Pierre ex Gagnep.) R.M. Smith) นำผลและหน่ออ่อนมารับประทานและใช้เป็นยาขับลม แก้ปวดท้อง อาหารไม่ย่อย แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้โรคกระเพาะอาหาร และแก้อาหารเป็นพิษ สำหรับกะลาขี้แมว (*E. maingayi* (Baker) R.M. Smith) จะนำดอกมารับประทานเป็นพืชผัก เป็นต้น (Sirirugsa, 1997; Larsen *et al*., 1999)

พืชสกุลปุดอุดมไปด้วยพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพด้านต่าง ๆ เช่น ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลินทรีย์ เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ยับยั้งความชรา และปกป้องตับ เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้สัมพันธ์กับชนิดและปริมาณของพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในพืชสกุลปุด (Chan *et al*., 2013; Ghasemzadeh *et al*., 2015) จากรายงานของ Chiang และคณะ (2010) สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบพืชสกุลปุด 4 ชนิด ได้แก่ ปุดใบลาย (*E. rubrostriata*) ดาหลา (*E. elatior*) ดาหลาปากนกแก้ว (*E. fulgens*) และดาหลาขี้แมว (*E. maingayi*) ที่พบในประเทศมาเลเซีย ได้เท่ากับ 23, 15, 11, และ 4 ชนิดตามลำดับ โดยพฤกษเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มเทอร์พีน (terpenes) และอนุพันธ์ กรดไขมัน เอสเทอร์ และแอลกอฮอล์ ขึ้นอยู่กับชนิดพืชสกุลปุด นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุดทั้ง 4 ชนิด สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก 3 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, และ *Staphylococcus aureus* ข้อมูลพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชสกุลปุดทั้ง 4 ชนิดนี้แสดงให้เห็นถึงสรรพคุณของพืชสกุลปุดที่มีศักยภาพในนำไปใช้ประโยชน์เชิงสุขภาพและเภสัชบำบัดได้

งานวิจัยนี้ได้สำรวจพืชสกุลปุดในจังหวัดสตูล ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสูง โดยเก็บตัวอย่างปุดข้อนทอง (*E. pauciflora* (Ridl.) R.M. Smith) และปุดช้างจาก ต.วังประจัน อ.ควนโดน จ.สตูล มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS) เพื่อระบุชนิดพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักและสืบค้นฤทธิ์ทางชีวภาพ สำหรับเป็นแนวทางการพัฒนาต่อยอดการใช้ประโยชน์จากพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิด

อุปกรณ์และวิธีการ

สำรวจพืชสกุลปุดใน ต.วังประจัน อ.ควนโดน จ.สตูล คัดเลือกใบและก้านของพืชสกุลปุด 2 ชนิด ได้แก่ ปุดข้อนทองและปุดช้าง มาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วชั่งน้ำหนัก 750 กรัม ก่อนนำไปสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีต้มกลั่น (hydrodistillation) โดยใช้ชุดสกัด clevenger type apparatus กำจัดน้ำที่ปนมา ก่อนเก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ใส่ขวดแก้วสีชา คำนวณเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ (%yield) จากนั้นกรองน้ำมันหอมระเหยผ่านตัวกรอง (filter membrane) ขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร แล้ววิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่อง GC-MS (Agilent Technologies, Model 6890 N, Quadrupole Mass Selective Detector Model 5973 inert) โดยใช้คอลัมน์ HP-5MS (30 m x 0.25 mm, film thickness 0.25 µm) ฉีดตัวอย่างแบบ pulse split (split ratio, 20:1) ที่อุณหภูมิเท่ากับ 230°C สภาวะคอลัมน์เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50°C แล้วเพิ่มขึ้นในอัตรา 4°C ต่อนาทีจนถึง 230°C โดยใช้ฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา (11.01 psi, flow 1.2 mL/min)

ตรวจวัดด้วยเครื่อง MSD (EI 70 eV, scan mode, 40-400 amu) และวิเคราะห์ชนิดขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยเทียบกับฐานข้อมูลของ Wiley 7n และ Adams (2001) โดยใช้ 90% quality match

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ประเทศไทยได้มีการสำรวจความหลากหลายของพืชสกุลปุดในพื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงปุดช้อนทองและปุดช้าง โดยมีรายงานการค้นพบปุดช้อนทองเป็นครั้งแรกในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 ในพื้นที่ อ.แว้ง จ.นราธิวาส และ อ.เบตง จ.ยะลา (Maknoi and Sirirugsa, 2002) ส่วนปุดช้างนั้นมีรายงานการค้นพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2322 ณ จ.ภูเก็ต (Burtt and Smith, 1986) และต่อมาก็พบการกระจายพันธุ์อยู่เกือบทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ รวมถึงภาคใต้ทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (Chongkraijak *et al*., 2013) งานวิจัยนี้ได้รายงานการค้นพบปุดช้อนทองและปุดช้างเป็นครั้งแรกใน จ.สตูล ซึ่งอยู่ในเขตภาคใต้ตอนล่างอันเป็นส่วนหนึ่งของแหลมมลายูที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสูงเนื่องจากมีระบบนิเวศเป็นป่าดิบชื้นและป่าฝนเขตร้อน โดยดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างปุดช้อนทองและปุดช้างจากแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติในพื้นที่ ต.วังประจัน อ.ควนโดน จ.สตูล (Figure 1A-C) ซึ่งพบว่าปุดทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันโดยเฉพาะส่วนของใบและลำต้นเทียม อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกปุดทั้ง 2 ชนิดได้จากลักษณะดอก โดยปุดช้อนทองจะมีกลีบดอกสีส้มขอบแดง ช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 2-5 ดอก ส่วนปุดช้างจะมีกลีบดอกหลายเฉดสีตั้งแต่ขาวอมชมพู แดงขอบเหลือง และแดงขอบส้ม ช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อย 4-12 ดอกที่บานพร้อมกัน อย่างไรก็ตามควรมีการจัดจำแนกในระดับชีวโมเลกุลเพื่อยืนยันผลวิเคราะห์ทางพฤกษศาสตร์และเพื่อระบุเอกลักษณ์ของปุดแต่ละชนิด

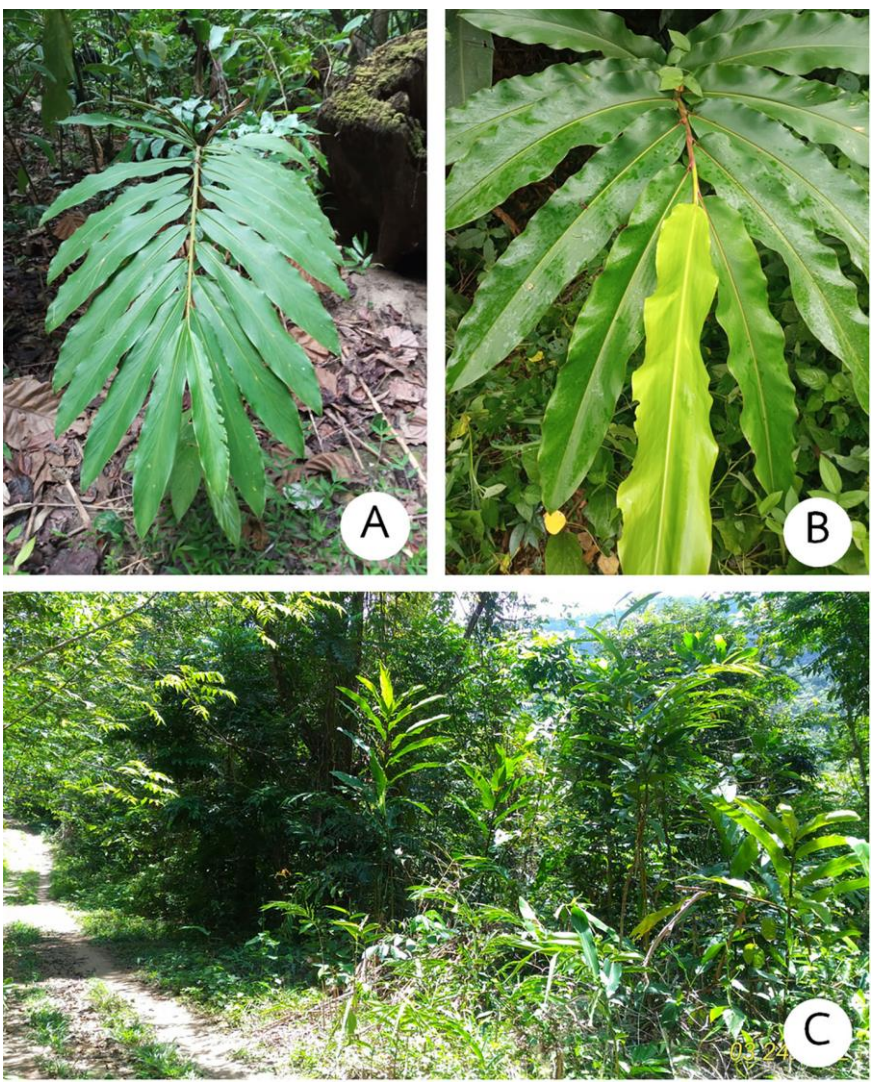


Figure 1 Leafy shoots and leaves of *E. pauciflora* (A) and *E. littoralis* (B) collected from their native habitat in the lower part of southern Thailand (C)

ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบและลำต้นเทียมของปุดซ้อนทองและปุดช้างด้วยวิธีต้มกลั่น ได้น้ำมันหอมระเหยใสสีเหลืองอ่อนและมีกลิ่นหอม โดยปุดซ้อนทองและปุดช้างได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.15 และ 0.13 มิลลิลิตรเทียบต่อน้ำหนักสดตามลำดับ ซึ่งถือว่าได้ปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบและลำต้นเทียมของปุดช้างที่พบในประเทศมาเลเซียที่สกัดได้ 0.2 มิลลิลิตรเทียบต่อน้ำหนักที่เท่ากัน (Wong *et al*., 2010) น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค GC-MS ผลการวิเคราะห์แสดงในรูปของโครมาโทแกรม (chromatogram) ดังภาพที่ 2 (Figure 2) จะเห็นได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากปุดซ้อนทองและปุดช้างมีรูปแบบโครมาโทแกรมที่แตกต่างกัน แต่มีช่วงแรกที่คล้ายคลึงกันซึ่งส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหย โดยสามารถระบุชนิดพฤกษเคมีเทียบกับฐานข้อมูล (library) ได้ 8 และ 16 ชนิด จากปริมาณ 96.05% และ 89.95% ขององค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหยของปุดซ้อนทองและปุดช้างตามลำดับ (Table 1)

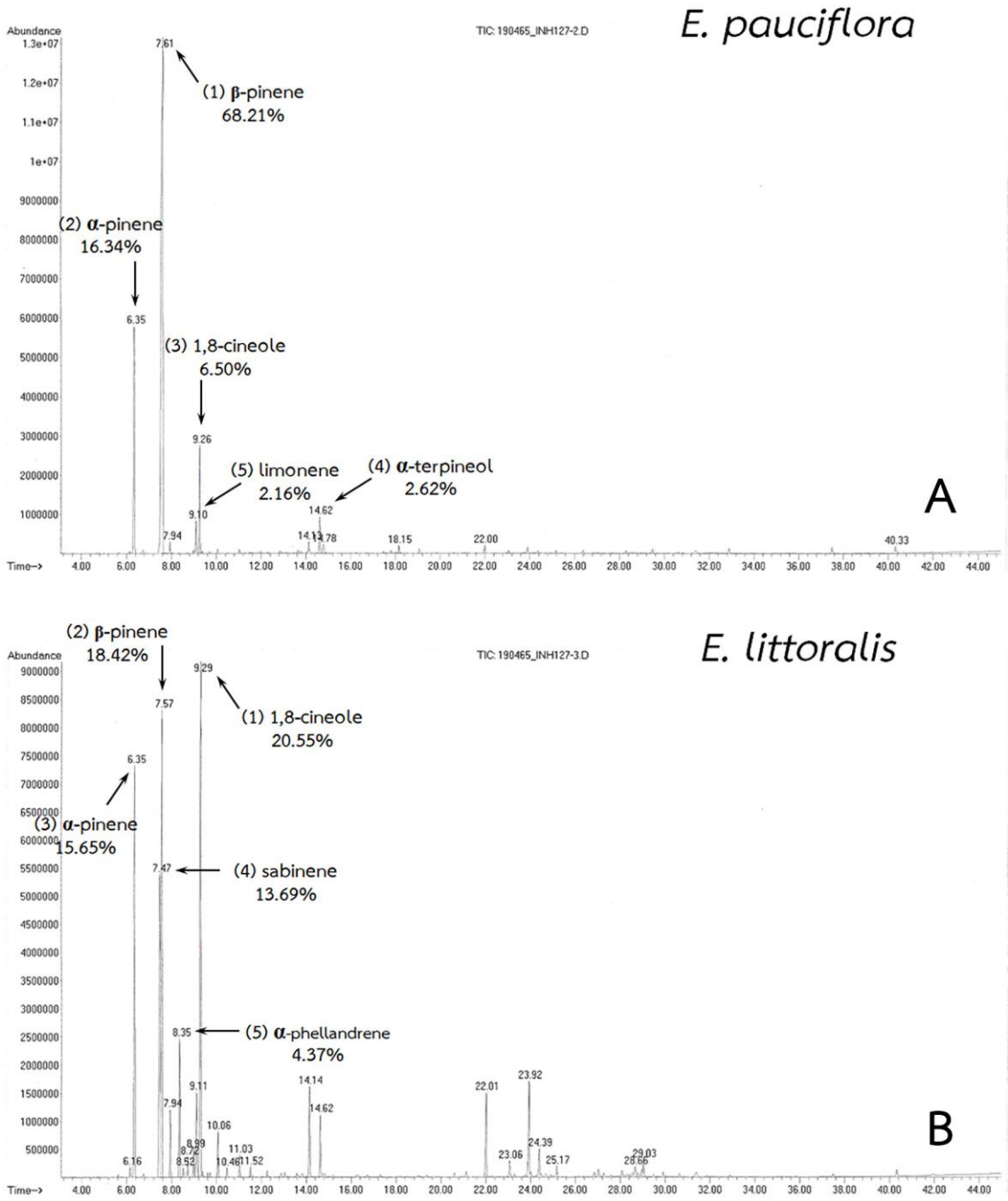


Figure 2 GC-MS chromatograms of the essential oils extracted from *E. pauciflora* (A) and *E. littoralis* (B)

องค์ประกอบทางเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองและปุดช้างทั้งหมด 16 ชนิด เป็นพฤกษเคมีในกลุ่มของเทอร์พีน โดยอยู่ในกลุ่มโมโนเทอร์พีน (monoterpenes) แทบทั้งหมด ยกเว้นทราน-คาริโอฟีลเลน (*trans*-caryophyllene) และแอลฟา-ฮูมูลีน (α-humulene) ที่จัดอยู่ในกลุ่มเซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการจำแนกองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยในพืชสกุลปุดชนิดต่าง ๆ ของ Ud-Daula และ Basher (2019) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิดพบว่าปุดช้อนทองมีเบต้า-ไพนีน (β-pinene, 68.21%) และแอลฟา-ไพนีน (α-pinene, 6.34%) เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนปุดช้างมี 1,8-ซินิออล (1,8-cineole, 20.55%) เบต้า-ไพนีน (18.42%) แอลฟา-ไพนีน (15.65%) และซาบินีน (sabinene, 13.69%) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งทั้งหมดจัดอยู่ในกลุ่มโมโนเทอร์พีนที่มีโครงสร้างหลักเป็นคาร์บอน 10 อะตอม (Figure 3)

Table 1 Essential oil constituents (% of total) of *E. pauciflora* and *E. littoralis* collected from Satun province

No.	RT	Compounds	% Constituent in each species	
			E. pauciflora	*E. littoralis*
1	6.35	α-pinene	16.34	15.65
2	7.47	sabinene	-	13.69
3	7.57	β-pinene	68.21	18.42
4	7.93	β-myrcene	0.65	2.02
5	8.35	α-phellandrene	-	4.37
6	8.72	α-terpinene	-	0.66
7	8.97	*p*-cymene	-	1.01
8	9.10	limonene	2.16	3.63
9	9.29	1,8-cineole	6.50	20.55
10	10.06	γ-terpinene	-	1.47
11	11.02	α-terpinolene	-	0.74
12	11.52	linalool	-	0.32
13	14.14	terpinene-4-ol	0.85	3.41
14	14.62	α-terpineol	2.62	2.27
15	21.98	*trans*-caryophyllene	0.61	3.35
16	23.07	α-humulene	-	0.72
		others	3.95	10.05

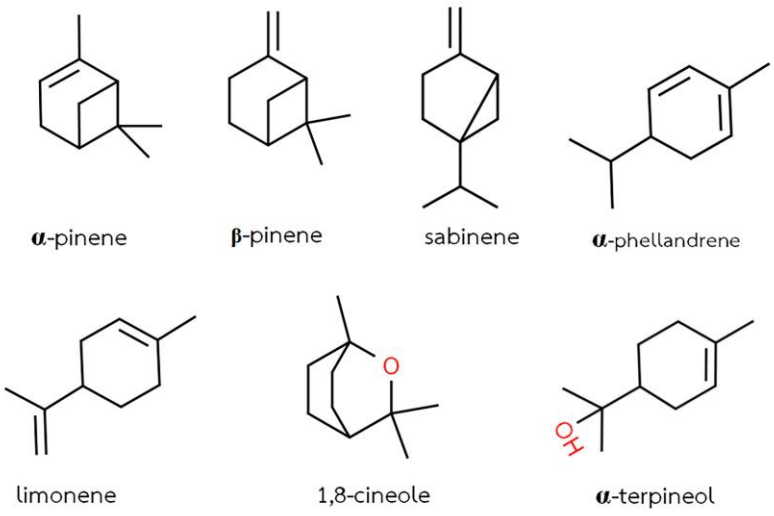


Figure 3 Structures of top five components identified from the volatile oils of *E. pauciflora* and *E. littoralis*

เมื่อสืบค้นฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองและปุดช้าง พบว่าพฤกษเคมีเหล่านี้ต่างมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย แอลฟา-ไพนีนและเบต้า-ไพนีนเป็นพฤกษเคมีที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นของขวัญที่น่าอัศจรรย์จากธรรมชาติ (Salehi *et al*., 2019) เนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายด้าน อาทิเช่น แก้ปวด ต้านจุลินทรีย์ ยับยั้งเซลล์เนื้องอก ต้านการอักเสบ ปกป้องระบบทางเดินอาหาร ต้านอนุมูลอิสระ รักษาอาการชักและอาการซึมเศร้า (da Silva *et al*., 2012; Guzmán-Gutiérrez *et al*., 2015; Salehi *et al*., 2019) ซาบินีนมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และป้องกันการฝ่อของกล้ามเนื้อเมื่อทดสอบในหนูทดลอง เป็นต้น (Ryu *et al*., 2019; Sharma *et al*., 2019) 1,8-ซินิออลมีศักยภาพในการต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลินทรีย์ ต้านมะเร็ง บรรเทาปวด และช่วยขยายหลอดลม เป็นต้น จนอาจกล่าวได้ว่า 1,8-ซินิออลเป็นพฤกษเคมีเอนกประสงค์ที่สามารถนำไปใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย (Hoch *et al*., 2023; Bicak, 2024) นอกจากนี้ยังมีแอลฟา-เทอพินีออล (α-terpineol) ลิโมนีน (limonene) และแอลฟา-ฟีแลนดรีน (α-phellandrene) ในปริมาณสูงสุด 5 อันดับแรกขององค์ประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยด้วย โดยแอลฟา-เทอพินีออลมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านจุลินทรีย์ ต้านมะเร็ง บรรเทาอาการปวด รักษาอาการท้องร่วง บำรุงประสาท ปกป้องระบบทางเดินอาหาร และป้องกันการเกิดโรคหัวใจ (Chen *et al*., 2023) ลิโมนีนมีสรรพคุณในการบรรเทาปวด ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ปกป้องระบบประสาท ต้านจุลินทรีย์ ฆ่าพยาธิและแมลง เป็นต้น (Lin *et al*., 2024) ส่วนแอลฟา-ฟีแลนดรีน (α-phellandrene) มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์เนื้องอก บรรเทาปวด และสามารถฆ่าหนอนแมลงได้ (Radice *et al*., 2022)

ปุดช้อนทองมีเปอร์เซ็นต์ของแอลฟา-ไพนีนและเบต้า-ไพนีนในปริมาณสูง 84.55% เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย ในขณะที่ปุดช้างมีเปอร์เซ็นต์ของ 1,8-ซินิออล เบต้า-ไพนีน แอลฟา-ไพนีน และซาบินีน รวมกันสูงถึง 68.31% ขององค์ประกอบทั้งหมด โดยพฤกษเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลินทรีย์ ต้านการอักเสบ และบรรเทาปวด ซึ่งฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักเหล่านี้อาจเป็นตัวแปรที่กำหนดสรรพคุณและแนวโน้มการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิด นอกจากนี้องค์ประกอบอื่นในน้ำมันหอมระเหยก็มีผลต่อสรรพคุณของปุดแต่ละชนิด และอาจเป็นตัวแปรที่ทำให้ปุดแต่ละชนิดมีศักยภาพที่โดดเด่นแตกต่างกัน งานวิจัยนี้ได้เปิดเผยถึงองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยของปุดช้อนทองและปุดช้างที่พบในภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยและแนวโน้มฤทธิ์ทางชีวภาพที่อาจเชื่อมโยงถึงสรรพคุณของปุดทั้ง 2 ชนิด และแสดงให้เห็นว่าปุดช้อนทองและปุดช้างมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากพืชสกุลปุดชนิดอื่นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบทางเภสัชและคลินิกของพฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหย รวมถึงตรวจวิเคราะห์และทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีในส่วนที่ไม่ใช่น้ำมันหอมระเหย (non-volatile compounds) เพื่อประเมินสรรพคุณและศักยภาพโดยรวมของปุดช้อนทองและปุดช้าง ก่อนที่จะนำไปส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในระดับชุมชนและต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงสุขภาพ เภสัช และเวชสำอางจากปุดช้อนทองและปุดช้าง

สรุปผล

งานวิจัยนี้ถือเป็นครั้งแรกของการค้นพบปุดช้อนทองและปุดช้างในพื้นที่ จ.สตูล รวมถึงรายงานผลการวิเคราะห์พฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยของปุดทั้ง 2 ชนิด ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบและลำต้นเทียมของปุดช้อนทองและปุดช้าง ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.15% และ 0.13% เทียบกับน้ำหนักสดตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี GC-MS สามารถระบุชนิดขององค์ประกอบทางเคมีในปุดช้อนทองได้ 8 ชนิด คิดเป็น 96.05% ขององค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย โดยมีเบต้า-ไพนีน (68.21%) และแอลฟา-ไพนีน (16.34%) เป็นองค์ประกอบหลัก สำหรับปุดช้างสามารถระบุชนิดขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยได้ 16 ชนิด คิดเป็น 89.95% ขององค์ประกอบทั้งหมด โดยมี 1,8-ซินิออล (20.55%) เบต้า-ไพนีน (18.42%) แอลฟา-ไพนีน (15.65%) และซาบินีน (13.69%) เป็นองค์ประกอบหลัก พฤกษเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลินทรีย์ ต้านการอักเสบ และบรรเทาปวด เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าปุดทั้ง 2 ชนิดมีเปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลให้ปุดทั้ง 2 ชนิดมีสรรพคุณที่แตกต่างกัน จึงควรทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีในพืชสกุลปุด เพื่อประเมินศักยภาพและส่งเสริมการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสุขภาพ เภสัช และเวชสำอางในอนาคต

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) เพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund : FF) ผ่านการจัดสรรงบประมาณจากกรมวิชาการเกษตร ขอขอบคุณคุณจิรัฏฐ์ เงินสว่าง สำหรับการช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและบันทึกภาพพืชสกุลปุด และขอขอบคุณสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ที่อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์ บุคลากรและสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Adams, R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy, 3rd ed. Carol Stream, Ill., USA: Allured Publishing.

Bicak, B. 2024. A study of the anticancer effect of 1,8-cineole: Molecular docking analysis. Bilge International Journal of Science and Technology Research 8(1): 50-55.

Burtt, B.L. and Smith, R.M. 1986. *Etlingera*: The inclusive name for Achasma, Geanthus and Nicolaia (Zingiberaceae). Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh 43: 235-241.

Chan, E.W.C., Lim, Y.Y. and Wong, S.K. 2013. Botany, uses, phytochemistry and pharmacology of selected *Etlingera gingers*: A review. Pharmacognosy Communications 3(4): 3-12.

Chen, Y., Zhang, L.L., Wang, W. and Wang, G. 2023. Recent updates on bioactive properties of α-terpineol. Journal of Essential Oil Research 35(3): 274–288.

Chiang, E.C.W., Yan, L.Y. and Ali, N.A.M. 2010. Composition and antibacterial activity of essential oils from leaves of *Etlingera* species (Zingiberaceae). International Journal of Advanced Science and Technology 1(2): 1-12.

Chongkraijak, W., Ngamriabsaku,l C. and Poulsen, A.D. 2013. Morphological diversity and distribution of *Etlingera littoralis* (König) Giseke (Zingiberaceae) in Southern Thailand. Walailak Journal of Science and Technology 10(6): 643-656.

da Silva, A.C.R., Lopes, P.M., de Azevedo, M.M.B., Costa, D.C.M., Alviano, C.S. and Alviano, D.S. 2012. Biological activities of α-pinene and β-pinene enantiomers. Molecules 17: 6305-6316.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H.Z.E., Rahma, A. and Ashkani, S. 2015. Secondary metabolites constituents and antioxidant, anticancer and antibacterial activities of *Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm. grown in different locations of Malaysia. BMC Complementary and Alternative Medicine 15: 335.

Guzmán-Gutiérrez, S.L., Bonilla-Jaime, H., Gómez-Cansino, R. and Reyes-Chilpa, R. 2015. Linalool and β-pinene exert their antidepressant-like activity through the monoaminergic pathway. Life Science 128: 24-29.

Hoch, C.C., Petry, J., Griesbaum, L., Weiser, T., Werner, K., Ploch, M., Verschoor, A., Multhoff, G., Dezfouli, A.B. and Wollenberg, B. 2023. 1, 8-cineole (eucalyptol): A versatile phytochemical with therapeutic applications across multiple diseases. Biomedicine and Pharmacotherapy 167: 115467.

Khaw, S.H. 2001. The genus *Etlingera* (Zingiberaceae) in peninsular Malaysia including a new species. Gardens' Bulletin Singapore 53(1-2): 233-234.

Kittipanangkul, N. and Ngamriabsakul, C. 2008. Zingiberaceae diversity in Khao Nan and Khao Luang National Parks, Nakhon Si Thammarat, Thailand. Walailak Journal of Science and Technology 5(1): 17-27.

Larsen, K., Ibrahim, H., Khaw, S.H. and Saw, L.G. 1999. Gingers of Peninsular Malaysia and Singapore. Kota Kinabalu: Natural History Publications (Borneo).

Lin, H., Li, Z., Sun, Y., Zhang, Y., Wang, S., Zhang, Q., Cai, T., Xiang, W., Zeng, C. and Tang, J. 2024. D-Limonene: Promising and sustainable natural bioactive compound. Applied Sciences 14(11): 4605.

Maknoi, C. and Sirirugsa, P. 2002. New records of Zingiberaceae from southern Thailand. The Natural History Bulletin of the Siam Society 50(2): 225-237.

Mood, J. and Ibrahim, H. 2000. A new species of *Etlingera* (Zingiberaceae) from peninsular Malaysia and southern Thailand. Nordic Journal of Botany 20(3): 279-283.

Poulsen, A.D. 2012. *Etlingera* of Sulawesi. Natural History Publications (Borneo) Sdn. Bhd., Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

Radice, M., Durofil, A., Buzzi, R., Baldini, E., Martínez, A.P., Scalvenzi, L. and Manfredini, S. 2022. Alpha-phellandrene and alpha-Phellandrene-rich essential oils: A systematic review of biological activities, pharmaceutical and food applications. Life (Basel) 12(10): 1602.

Ryu, Y., Lee, D., Jung, S.H., Lee, K.J., Jin, H., Kim, S.J., Lee, H.M., Kim, B. and Won, K.J. 2019. Sabinene prevents skeletal muscle atrophy by inhibiting the MAPK-MuRF-1 pathway in rats. International Journal of Molecular Sciences 20(19): 4955.

Saensouk, S., Saensouk, P., Pasorn, P. and Chantaranothai, P. 2016. Diversity and uses of Zingiberaceae in Nam Nao National Park, Chaiyaphum and Phetchabun provinces, Thailand, with a new record for Thailand. Agriculture and Natural Resources (50)6: 445-453.

Salehi, B., Upadhyay, S., Orhan, I.E., Jugran, A.K., Jayaweera, S.L.D., Dias, D.A., Sharopov, F., Taher,i Y., Martins, N., Baghalpour, N., Cho, W.C. and Sharifi-Rad, J.. 2019. Therapeutic potential of α-pinene and β-pinene: A miracle gift of nature. Biomolecules 9: 738.

Sharma, S., Gupta, J., Prabhakar, P.K., Gupta, P., Solanki, P. and Rajput, A. 2019. Phytochemical repurposing of natural molecule: Sabinene for identification of novel therapeutic benefits using *in silico* and *in vitro* approaches. Assay and Drug Development Technologies 17(8): 339-351.

Sirirugsa, P. 1997. Thai Zingiberaceae: Species diversity and their uses. Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Bioresources: Conservation and Utilization, Phuket, Thailand, 23-27 November 1997, pp. 1-8.

Trimanto, T. and Hapsari, L. 2018. Short communication: A new record of *Etlingera* megalocheilos (Griff.) A.D. Poulsen (Zingiberaceae) in Sulawesi, Indonesia. Biodiversitas 19: 1227-1235.

Ud-Daula, A.F.M.S and Basher, M.A. 2019. Genus *Etlingera* – A review on chemical composition and antimicrobial activity of essential oils. Journal of Medicinal Plants Research 13(7): 135-156.

Wong, K.C., Sivasothy, Y., Boey, P.L., Osman, H. and Sulaiman, B. 2010. Essential oils of *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith and *Etlingera littoralis* (Koenig) Giseke, Journal of Essential Oil Research 22: 461-466.

Yeats, H. 2013. The history and cultivation of *Etlingera*-The torch gingers - at the Royal Botanic Garden Edinburgh. Sibbaldia: The Journal of Botanic Garden Horticulture 2: 71-86.

ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการจัดจำแนกชนิดและความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของไพลดำในภาคใต้ของประเทศไทย
DNA Barcoding for Identification and Phylogenetic Relationship of *Zingiber ottensii* Valeton in Southern Thailand

ธีรภัทร เหลืองศุภบูลย์[1*] อภิญญา วงศ์เปี้ย[1] และ ชลลดา สามพันพวง[1]
Luangsuphabool, T.[1*], Wongpia, A.[1] and Samphunphuang, C.[1]

[1]สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
[1]Biotechnology Research and Development Office, Department of Agriculture, Rangsit, Thanyaburi, Pathum Thani, 12110
**Corresponding author: Theerapat.l@doa.in.th*

บทคัดย่อ

ไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) เป็นพืชสมุนไพรที่มีมูลค่าสูงและนิยมปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทย การระบุชนิดพืชสกุลขิงยากที่จะใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะต้นอ่อนหรือวัตถุดิบสมุนไพร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของดีเอ็นเอบาร์โค้ดในการจัดจำแนกชนิด และศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการระหว่างไพลดำและพืชสกุลขิงชนิดต่าง ๆ โดยใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* และ *rps*16 ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ จาการศึกษา พบว่า ตำแหน่ง *ITS* มีประสิทธิภาพสูงในการระบุชนิดไพลดำ ซึ่งสามารถจำแนกไพลดำออกจากกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) ในขณะที่ตำแหน่ง *rps*16 ไม่สามารถใช้ในการจัดจำแนกไพลดำ และกระทือออกจากกันได้ จากการวิเคราะห์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ของตำแหน่ง *ITS* ร่วมกับ *rps*16 ทำให้มีความเชื่อมั่น และความชัดเจนในการระบุชนิดพืชในสกุลขิงได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของไพลดำมีความใกล้ชิดกับกระทือ (*Z. zerumbet*) มากกว่ากระทือพิลาส (*Z. spectabile*) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะสัณฐานวิทยาของช่อดอกและเหง้า
คำสำคัญ: ไพลดำ ดีเอ็นเอบาร์โค้ด การจัดจำแนก ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ

Abstract

Phlai Dam (*Zingiber ottensii*) is a high-value medicinal plant that popular cultivated in the southern Thailand. Species identification of *Zingiber* genera have been difficult based on morphological characters alone, especially in immature stage or herbal raw materials. The objective of this study is to test the efficiency of DNA barcode loci for species identification and investigate on the phylogenetic relationships between *Z. ottensii* and other species within genus *Zingiber*. Two DNA loci of *ITS* and *rps*16 were chosen for phylogenetic analysis. The *ITS* locus showed a high efficiency for identifying *Z. ottensii* species which could be separated *Z. ottensii* from *Z. spectabile* and *Z. zerumbet*. While the *rps*16 locus could not separate *Z. ottensii* from *Z. zerumbet*. Phylogenetic analysis based on combination of *ITS* and *rps*16 regions made confident and clear identification of the species. In addition, the phylogenetic relationship of *Z. ottensii* was more closely related to *Z. zerumbet* than *Z. spectabile*. Similar result was obtained from morphological characters of inflorescence and rhizome.
Keywords: *Zingiber ottensii,* DNA barcoding, identification, phylogenetic relationship

บทนำ

ไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปีจัดอยู่ในสกุลขิง (*Zingiber*) มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และสามารถพบการกระจายพันธุ์ได้ตั้งแต่เกาะชวาของประเทศอินโดนีเซียไปจนถึงประเทศพม่า (Valeton, 1918; Aung and Tanaka, 2019) สำหรับในประเทศไทยไพลดำสามารถพบเห็นได้ทุกภูมิภาคแต่ส่วนใหญ่เป็นการนำไปปลูก อย่างไรก็ตามสามารถพบไพลดำในแหล่งธรรมชาติได้เฉพาะพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยเท่านั้น (Kittipanangkul and Ngamriabsakul, 2008) โดยไพลดำนิยมปลูกมากทางภาคใต้ของประเทศไทยและเป็นพืชสมุนไพรที่มีมูลค่า ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ในภูมิปัญญาท้องถิ่น (Samuel *et al*., 2010; Inta *et al*., 2023) การระบุชนิดพืชสกุลขิงยากที่จะจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาแต่เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะต้นกล้าหรือวัตถุดิบสมุนไพร สำหรับไพลดำในระยะต้นกล้าจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับกระทือ (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) (Larsen *et al*., 1999) เมื่อเจริญเติบโตสมบูรณ์จะมีลักษณะต่างกัน โดยไพลดำมีลำต้นสีแดงเข้มและเหง้ามีสีม่วงค่อนข้างเทา (Malek *et al*., 2005) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังกล่าวมีความแปรผันสูงตามปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้รับ (Pant *et al*., 2021) จนก่อให้เกิดความสับสนในการจัดจำแนกชนิดหรือระบุชนิดพันธุ์เพื่อการนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง การใช้วิธีการทางชีวโมเลกุลเพื่อการระบุชนิดพืชด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด

บริเวณนิวเคลียสและคลอโรพลาสต์เป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการจัดจำแนกชนิดของพืชดอกหลายชนิด (Kress *et al*., 2005) โดยจะใช้ข้อมูลทางชีวโมเลกุลจากบริเวณดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่เหมาะสมกับชนิดพืชร่วมกับการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาจะช่วยให้สามารถจัดจำแนกชนิดพืชได้อย่างถูกต้อง สำหรับการศึกษาพันธุกรรมในระดับอณูชีววิทยาของไพลดำในประเทศไทยยังมีรายงานการศึกษาค่อนข้างน้อย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่เหมาะสมในการจัดจำแนกไพลดำ (*Zingiber ottensii*) ออกจากพืชสกุลขิงอื่น ๆ ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกันและศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการระหว่างไพลดำ (*Zingiber ottensii*) และพืชสกุลขิง (*Zingiber*) ชนิดต่าง ๆ เพื่อความเข้าในความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไพลดำ อีกทั้งยังเป็นฐานข้อมูลและเป็นวิธีการสำหรับใช้ในการจัดจำแนกชนิดไพลดำ (*Zingiber ottensii*) เพื่อการนำไพลดำ (*Zingiber ottensii*) ไปใช้ประโยชน์ที่ถูกต้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างไพลดำและการศึกษาลักษณะทางพฤกศาสตร์

เก็บตัวอย่างไพลดำจากแหล่งชุมชนที่มีการใช้ประโยชน์เป็นพืชสมุนไพรจากจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคใต้ของประเทศไทยและพืชสกุลขิงที่มีลักษณะใกล้เคียงกับไพลดำ จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบกับรูปวิธานของพืชแต่ละชนิดเพื่อใช้ประกอบการทดสอบประสิทธิภาพในการจัดจำแนกโดยใช้ดีเอ็นบาร์โค้ดและอธิบายความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (Table 1)

Table 1 Species and sample locations of *Zingiber ottensii* and related species used in this study

Scientific name	ID	Local name	Location
Zingiber ottensii Valeton	Z2	Phlai Dam	Sai Buri district, Pattani province
Zingiber ottensii Valeton	Z3	Phlai Dam	Sai Buri district, Pattani province
Zingiber ottensii Valeton	Z9	Phlai Dam	Saba Yoi district, Songkhla province
Zingiber ottensii Valeton	Z14	Phlai Dam	Sawi district, Chumphon province
Zingiber ottensii Valeton	KT8	Phlai Dam	Srinagarindra district, Phatthalung province
Zingiber cf. *fragile* S.Q.Tong	Z16	-	Mueang Nakhon Nayok district, Nakhon Nayok province
Zingiber cf. *fragile* S.Q.Tong	Z17	-	Mueang Prachin Buri district, Prachin Buri province
Zingiber parishii Hook.f.	Z19	Khing Phu Phan	Phu Ruea district, Loei province
Zingiber spectabile Griff.	KT1	Kratue Philad	Srinagarindra district, Phatthalung province
Zingiber spectabile Griff.	KT2	Kratue Philad	Yan Ta Khao district, Trang province
Zingiber zerumbet (L.) Smith	KT3	Kratue	Thai Mueang district, Phang Nga province
Zingiber zerumbet (L.) Smith	KT10	Kratue	Yan Ta Khao district, Trang province

การสกัดจีโนมิกส์ดีเอ็นเอ

นำตัวอย่างไพลดำและพืชสกุลขิงมาสกัดจีโนมิกส์ดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB ดัดแปลงจากวิธีของ Cubero และ Crespo (2002) โดยเตรียมใบพืชประมาณ 20-50 มิลลิกรัม และ stainless steel beads ขนาด 1 มิลลิเมตร จำนวน 10 เม็ด ใส่ลงในหลอด ไมโครเซนตริฟิวก์ขนาด 2.0 มิลลิลิตร แช่ในไนโตรเจนเหลว เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่อง Mixer MM 400 โดยความถี่ 30 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 2 นาทีหรือจนกว่าตัวอย่างจะละเอียด เติม CTAB extraction buffer หลอดละ 400 ไมโครลิตร และ เติม 5% (w/v) PVPP (Polyvinyl polypyrrolidone) 100 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมสารละลายคลอโรฟอร์ม/ไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (Choloroform / isoamyl alcohol) ในอัตราส่วน 24 : 1 ปริมาณ 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร (vortex) ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ถ่ายส่วนใสที่อยู่ชั้นบนใส่ในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์หลอดใหม่เจือจางส่วนใส 3 เท่า ด้วย CTAB precipitation buffer ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทส่วนใสทิ้งให้เหลือเพียงตะกอน เติมสารละลาย 1.2 M NaCl ปริมาตร 25 ไมโครลิตร เพื่อละลายตะกอน เติม RNAase buffer ความเข้มข้น 10 เท่า ปริมาตร 3 ไมโครลิตร และเติม RNAase A ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร (vortex) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมละลาย 1.2 โมลาร์ NaCl ปริมาตร 370 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสารละลายคลอโรฟอร์มต่อไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (Choloroform : isoamyl alcohol) ในอัตราส่วน 24 : 1 ปริมาตร 500 ไมโครลิตร อีกครั้ง ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องเขย่าผสมสาร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ถ่ายส่วนใสที่อยู่ชั้นบนใส่ในหลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์หลอดใหม่ เติมสารละลาย 2-โพรพานอล (isopropanol) ปริมาณ 0.6 เท่า ของปริมาตรส่วนใสในแต่ละหลอด ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เทส่วนใสทิ้งให้เหลือเพียงตะกอน เติมเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เทส่วนใสทิ้ง แล้วทิ้งตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

นำจีโนมิกส์ดีเอ็นเอที่สกัดได้มาทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง Internal transcribed spacer (*ITS*) และ ribosomal protein S16 (*rps*16) สำหรับปฏิกิริยาลูกโซ่พีซีอาร์ ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบ (50 นาโนกรัม/ไมโครลิตร) 2 ไมโครลิตร 5X PCR buffer 2 ไมโครลิตร 25 มิลลิโมลาร์ $MgCl_2$ 1 ไมโครลิตร 2 มิลลิโมลาร์ dNTP 1 ไมโครลิตร ไพรเมอร์ (20 ไมโครโมลาร์) อย่างละ 0.5 ไมโครลิตร และ *Pfu* DNA polymerase ยี่ห้อ Vivantis (5 unit) 0.1 ไมโครลิตร (บริเวณยีน *ITS* และ *rps*16) โดยบริเวณยีน *ITS* ใช้คู่ไพรเมอร์ ITS1 (TCCGTAGGTGAACCTGCGG) และ ITS4 (TCCTCCGCTTATTGATATGC) (White *et al*., 1990) และบริเวณยีน *rps*16 ใช้คู่ไพรเมอร์ rpsF (GTGGTAGAAAGCAACGTGCGACTT) และ rpsR2 (TCGGGATCGAACATCAATTGCAAC) (Oxelman *et al*., 1997) จากนั้นตั้งโปรแกรมการทำงานของเครื่อง PCR thermal cycle ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ 94 องศาเซลเซียส 5 นาที จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 94 องศาเซลเซียส 1 นาที 54 องศาเซลเซียส 1 นาที 72 องศาเซลเซียส 1 นาที จำนวน 35 รอบ และ 72 องศาเซลเซียส 5 นาที 1 รอบ แล้วตรวจสอบผลผลิตพีซีอาร์ด้วยวิธีอิเล็คโทรโฟรีซีสบนอะกาโรสเจล 1.5 เปอร์เซ็นต์ ใน 1X TBE buffer ที่เติม SERVA DNA Stain G ปริมาตร 0.1 ไมโครลิตรต่ออะกาโรสเจล 10 มิลลิลิตร โดยใช้กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ 100 โวลต์ เป็นเวลา 30 นาที และใช้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp+1.5 kb DNA ladder ตรวจสอบขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 312 นาโนเมตร จากนั้นผลผลิตพีซีอาร์มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยชุด FavorPrep GEL/ PCR Purification Kit ยี่ห้อ Favorgen และส่งผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณต่าง ๆ ไปหาตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ บริษัท เอ ที จี ซี จำกัด ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระดับโมเลกุลและประสิทธิภาพในการจัดจำแนกชนิด

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดของไพลดำและพืชสกุลขิงแต่ละตำแหน่งมาจัดเรียง (DNA sequence alignment) ด้วย MUSCLE (Edgar, 2004) ปรับเรียงใหม่อีกครั้งด้วยโปรแกรม MEGA 11 (Tamura *et al*., 2021) โดยใช้ *Curcuma longa* (KY129785 และ KU215006) และ *C. xanthorrhiza* (KU215130 และ KU215007) เป็น outgroup และจากนั้นนำชุดข้อมูลของดีเอ็นเอบาร์โค้ดแต่ละบริเวณมาวิเคราะห์หา nucleotide substitution model ของชุดข้อมูลแต่ละบริเวณด้วยโปรแกรม jModelTest v.2.1.4 (Darriba *et al*., 2012) ร่วมกับ Akaike Information Criterion (AIC) ซึ่งโมเดลที่ดีที่สุดสำหรับบริเวณ *ITS* และ *ITS* ร่วมกับ *rps*16 คือ General Time Reversible + gamma distribution (GTR+G) model ในขณะที่ *rps*16 คือ General Time Reversible (GTR) model โดยชุดข้อมูลของดีเอ็นเอบาร์โค้ดและโมเดลที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกของแต่ละบริเวณจะถูกนำมาวิเคราะห์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลด้วยวิธี Maximum likelihood (ML) ด้วยโปรแกรม RAxML-HPC2 v.8.2.12 (Stamatakis, 2014) บน CipresWeb Portal (https://www.phylo.org) และทดสอบความเชื่อมั่นด้วยค่า Bootstrap จำนวน 1,000 ซ้ำ และผลการวิเคราะห์จะถูกแสดงโดยโปรแกรม FigTree v.1.4.4 (http:// tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการและประสิทธิภาพการจัดจำแนกชนิดไพลดำกับแผนภูมิวิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลแต่ละบริเวณร่วมกับข้อมูลทางสัณฐานวิทยา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

จากการเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของไพลดำ (*Z. ottensii*) และพืชสกุลขิง (*Zingiber*) ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับไพลดำ (*Z. ottensii*) พบว่าไพลดำ (*Z. ottensii*) ระยะต้นอ่อนมีความคล้ายคลึงกับกระทือ (*Z. zerumbet*) ที่อยู่ในระยะเดียวกัน โดยจะมีสีของลำต้นเทียมเป็นสีเข้มน้ำตาลอมแดง ในขณะที่ลำต้นเทียมของกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) จะมีสีเขียว (Figure 1) และยังพบว่าลักษณะเหง้าของไพลดำ (*Z. ottensii*) กระทือ (*Z. zerumbet*) และกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) ถ้าดูจากลักษณะสัณฐานวิทยาจากภายนอกมีความเหมือนกันมาก แต่ไพลดำ (*Z. ottensii*) มีสีภายในเหง้าที่เข้มกว่า กระทือ (*Z. zerumbet*) และกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) (Figure 1) ซึ่งลักษณะของสีที่พบเป็นผลมาจากปริมาณสารพฤกษเคมีที่สะสมอยู่ ซึ่งมีความไม่แน่นอนสามารถแปรผันไปตามสิ่งแวดล้อมของแหล่งที่ปลูก และระยะเวลาการเก็บเกี่ยว (Pant *et al*., 2021) โดยลักษณะของลำต้นเทียมในระยะต้นอ่อนและลักษณะของเหง้าอาจจะสร้างความสับสนได้ในการแยกความแตกต่างของไพลดำ ออกจากพืชสกุลขิงชนิดที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันได้

ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการระดับโมเลกุลและประสิทธิภาพของดีเอ็นเอบาร์โค้ด

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของดีเอ็นเอบาร์โค้ดในการจัดจำแนกไพลดำ (*Z. ottensii*) ออกจากพืชสกุลขิงชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับไพลดำ (*Z. ottensii*) โดยการนำข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Figure 1) มาวิเคราะห์ร่วมกับแผนภูมิความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการชาติพันธุ์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS rps*16 และ *ITS* ร่วมกับ *rps*16 พบว่า ดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* มีประสิทธิภาพสูงในการระบุชนิดไพลดำ (*Z. ottensii*) สามารถจำแนกไพลดำออกจากกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) โดยมีค่าความเชื่อมั่น (Bootstrap) สนันสนุนสูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถจำแนกไพลดำ (*Z. ottensii*) ออกจากกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) ที่ค่าความเชื่อมั่น 97 เปอร์เซ็นต์ และ < 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 2A) ในขณะที่ดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *rps*16 ไม่มีประสิทธิภาพในการจัดจำแนกชนิดระหว่างไพลดำ (*Z. ottensii*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) แต่สามารถใช้ในการระบุชนิดของกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) มากกว่าตำแหน่ง *ITS* โดยมีค่าความเชื่อมั่นสนันสนุนสูงถึง 97 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2B) สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการที่

ตำแหน่ง *ITS* ร่วมกับ *rps*16 พบว่าสามารถจัดจำแนกชนิดระหว่างไพลดำ (*Z. ottensii*) กระทือ (*Z. zerumbet*) และกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) โดยความเชื่อมั่นสนับสนุนที่ 95 เปอร์เซ็นต์ 89 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 3) ซึ่งให้ค่าความเชื่อมั่นสนับสนุนสูงกว่าการใช้ตำแหน่งดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* หรือ *rps*16 เพียงตำแหน่งเดียวในการจัดจำแนกชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของไพลดำ (*Z. ottensii*) มีความใกล้ชิดกับกระทือ (*Z. zerumbet*) มากกว่ากระทือพิลาส (*Z. spectabile*) โดยมีความสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำต้นเทียม เหง้า และช่อดอก (Figure 1) มีความคล้ายคลึงกันมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะต้นกล้าและเหง้า ซึ่งเป็นระยะที่ถูกนำมาใช้สำหรับการผลิตวัตถุดิบสมุนไพร การแยกความแตกต่างระหว่างไพลดำ (*Z. ottensii*) กระทือ (*Z. zerumbet*) และกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) ในระยะดังกล่าวจะช่วยสร้างความมั่นใจในการปลูกและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

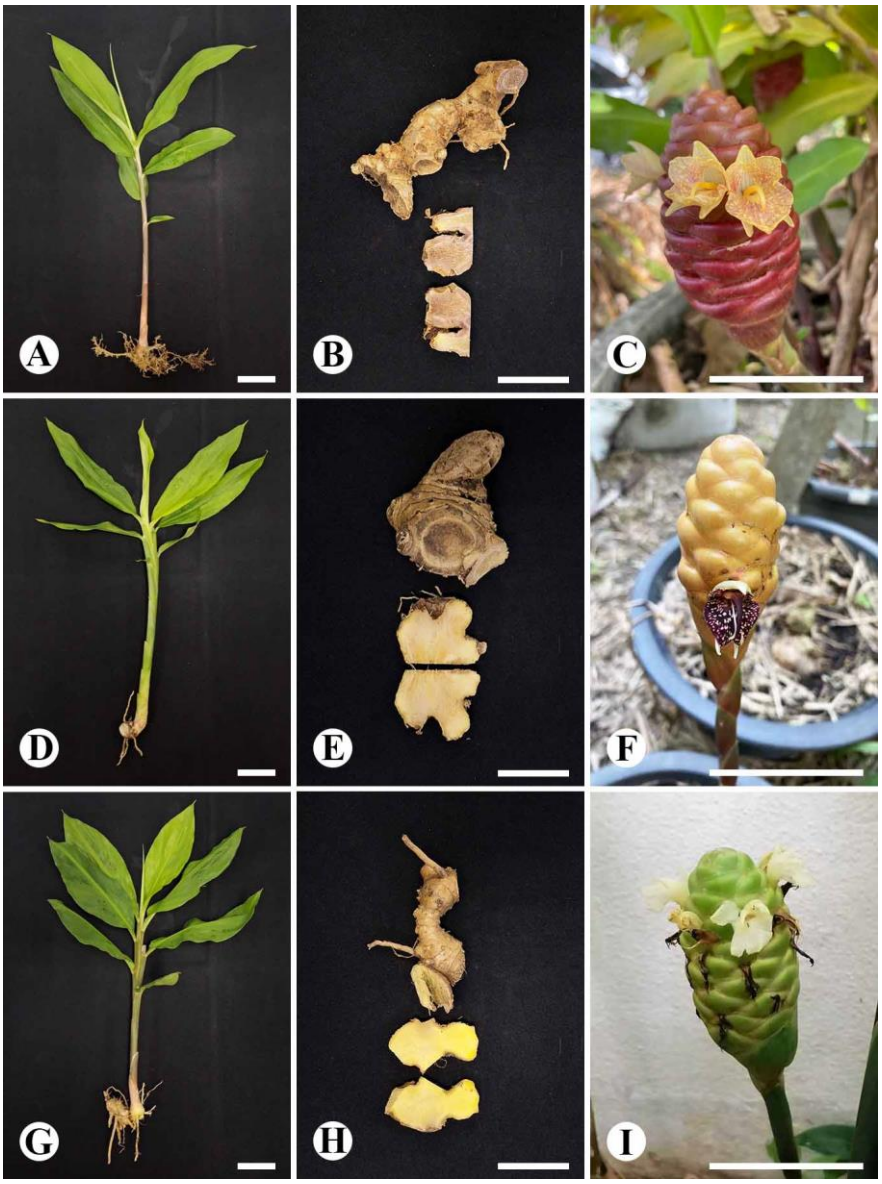


Figure 1 Morphological characters of *Zingiber* species that related to *Z. ottensii*. (A-C) *Z. ottensii*: (A) pseudostem, (B) rhizome, and (C) Inflorescence; (D-F) *Z. spectabile*: (A) pseudostem, (B) rhizome and (C) Inflorescence; (G-I) *Z. zerumbet*: (A) pseudostem, (B) rhizome and (C) Inflorescence. Scale bar = 5 cm.

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณที่อยู่นิวเคลียสยีนมีประสิทธิภาพในการระบุชนิดไพลดำและพืชสกุลขิงได้ดีที่สุด สอดคล้องการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณนิวเคลียสโดยเฉพาะบริเวณ *ITS* มีประสิทธิภาพในการระบุชนิดพืชและมีความแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างชนิดสูงกว่ายีนบริเวณคลอโรพลาสต์โดยสามารถใช้ในการจำแนกความแตกต่างในระดับสกุล ระดับชนิด และระดับสายพันธุ์ของพืชชนิดต่าง ๆ โดยพืชสกุลขมิ้น (*Curcuma*) ดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ *ITS*2 มีอัตราความถูกต้องในการจัดจำแนกชนิดสูง ซึ่งดีกว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณคลอโรพลาสต์ (*mat*K, *rbc*L, *trn*H-*psb*A และ *trn*L-F) (Chen *et al*., 2015) และในพืชสกุลข่า (*Alpinia*) มีรายงานว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ *ITS*2 มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกชนิดถึง 88.2 เปอร์เซ็นต์ (Tan *et al*., 2020) สำหรับพืชสกุลขิงได้มีรายงานการเปรียบเทียบการใช้บริเวณดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการจัด

จำแนกชนิด *Z. loerzingii* ในพื้นที่สุมาตราเหนือของประเทศอินโดนีเซียพบว่าบริเวณ *ITS*2 มีประสิทธิภาพในการจัดจำแนกดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ *rbc*L และ *trn*L-F และยังพบว่า *ITS*2 เป็นบริเวณที่มีระดับความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในชนิดเดียวกันน้อยกว่าบริเวณ *rbc*L และ *trn*L-F (Prasetya *et al*., 2023) แต่มีความแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างชนิดสูง (Saudah *et al*., 2022) ในขณะที่ดีเอ็นเอบาร์โค้ดของยีนบริเวณคลอโรพลาสต์ตำแหน่ง *rbc*L and *mat*K มีประสิทธิภาพในการจัดจำแนกชนิดพืชวงศ์ขิงบางชนิดในประเทศอินเดียได้ดีกว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ *ITS* (Vinitha *et al*., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าตำแหน่ง *rps*16 สามารถใช้ในการระบุชนิดกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) แต่กลับไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างไพลดำ (*Z. ottensii*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดแต่ละบริเวณมีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพในการจำแนกและระบุชนิดได้แตกต่างกัน ดังนั้น ควรมีการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดในบริเวณอื่น ๆ ร่วมกับการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อช่วยให้สามารถระบุชนิดไพลดำและพืชสกุลขิงอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

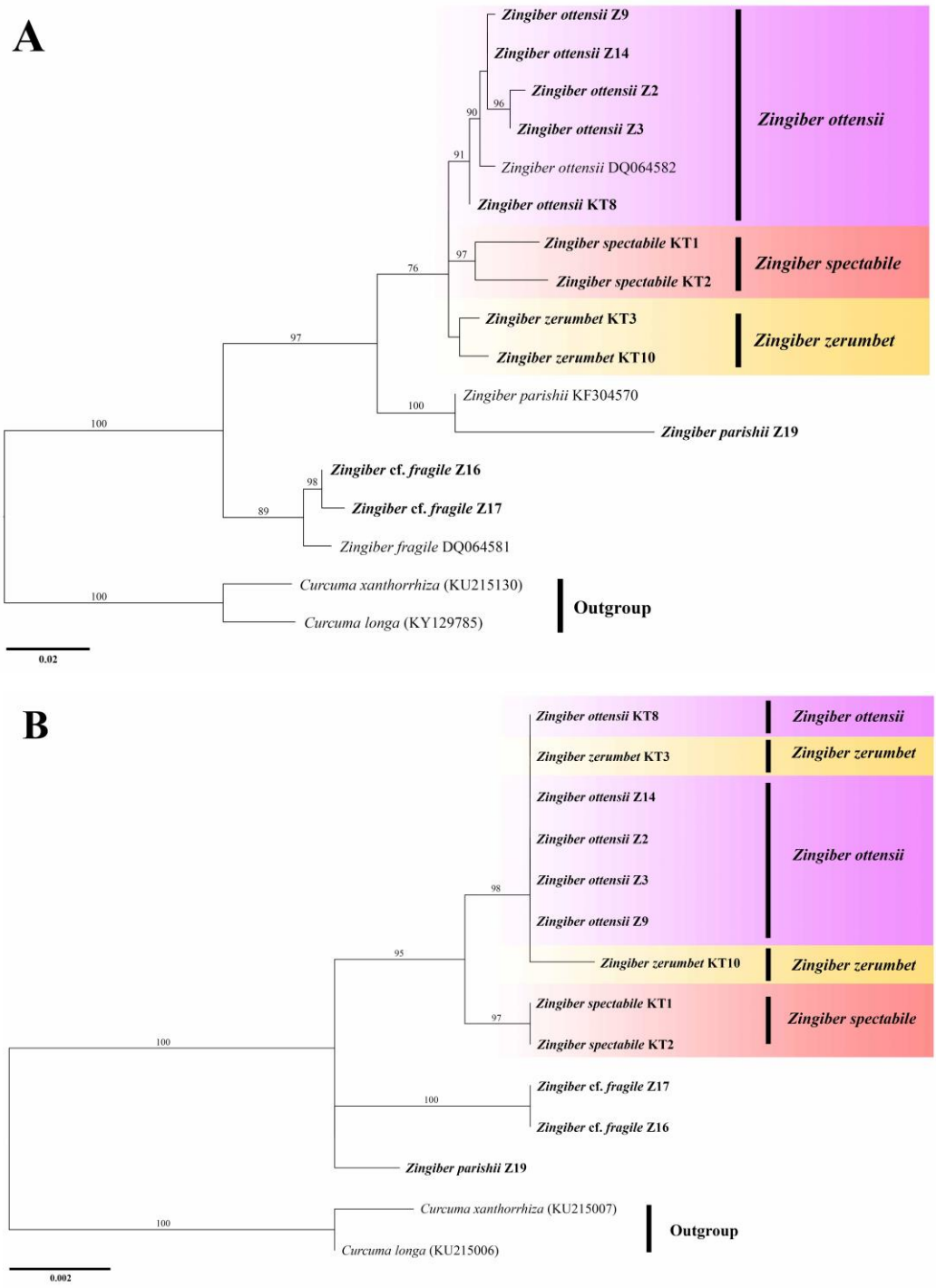


Figure 2 Molecular phylogeny of *Z. ottensii* and *Zingiber* species based on maximum likelihood using each DNA barcode loci of *ITS* (A), *rps*16 (B) and *ITS* + *rps*16 (C). The bootstrap values ≥70% is given above the branches.

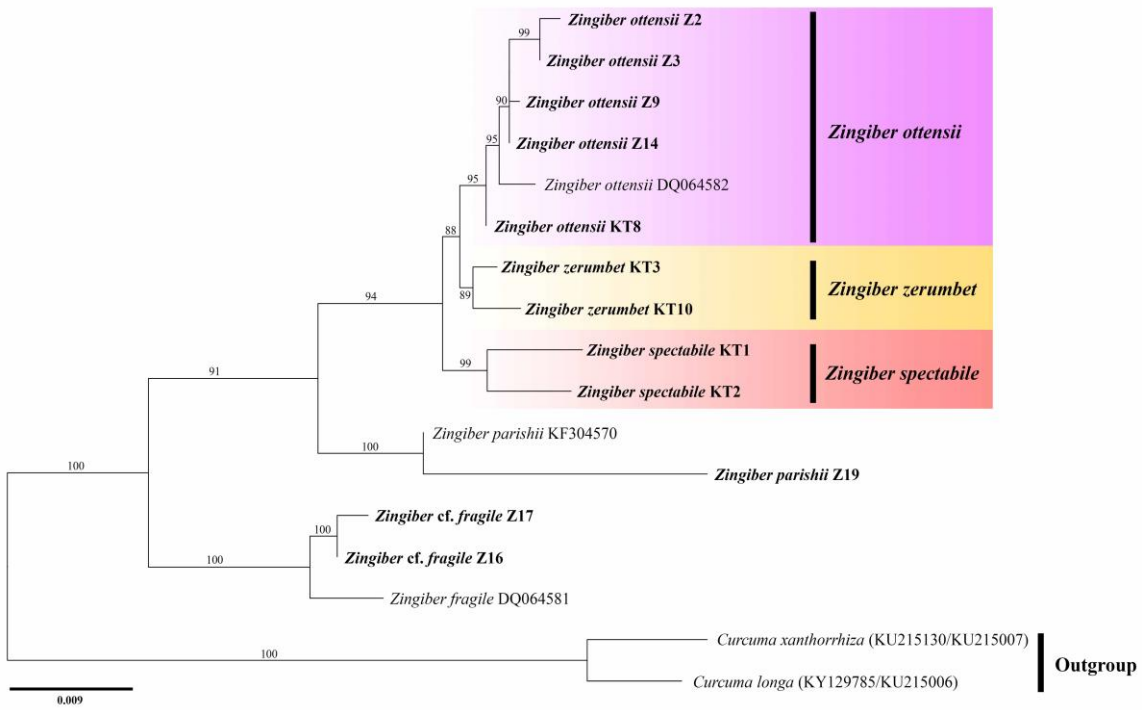


Figure 3 Molecular phylogeny of *Z. ottensii* and *Zingiber* species based on maximum likelihood using two DNA barcode loci *ITS* and *rps*16. The bootstrap values ≥70% is given above the branches.

สรุปผล

ดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณ *ITS* สามารถใช้จัดจำแนกชนิดไพลดำ (*Z. ottensii*) ออกจากกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) ได้ ในขณะที่ตำแหน่ง *rps*16 ไม่สามารถใช้แยกความแตกต่างระหว่างไพลดำ (*Z. ottensii*) และกระทือ (*Z. zerumbet*) แต่สามารถใช้ระบุชนิดกระทือพิลาส (*Z. spectabile*) ได้ การใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ตำแหน่ง *ITS* ร่วมกับ *rps*16 สามารถเพิ่มความเชื่อมั่นในการจัดจำแนกไพลดำ (*Z. ottensii*) และพืชในสกุลขิงชนิดอื่น ๆ ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าไพลดำ (*Z. ottensii*) มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดกับกระทือ (*Z. zerumbet*) มากกว่ากระทือพิลาส (*Z. spectabile*) โดยสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนายจิรัฏฐ์ เงินสว่าง และนางสาวณัฐธร สีหะวงษ์ นักวิชาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างพืชและขอขอบคุณเงินทุนสนับสนุนจากกองทุนสงเสริมวิทยาศาสตร วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการ สงเสริมวิทยาศาสตร วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

Aung, M.M. and Tanaka, N. 2019. Seven Taxa of Zingiber (Zingiberaceae) newly recorded for the flora of Myanmar. Bulletin of the National Museum of Nature and Science. Series B 45(1): 1-8.

Chen, J., Zhao, J., Erickson, D.L., Xia, N. and Kress, W.J. 2015. Testing DNA barcodes in closely related species of *Curcuma* (Zingiberaceae) from Myanmar and China. Molecular Ecology Resources 15: 337-348.

Cubero, O.F. and Crespo, A. 2002. Isolation of nucleic acids from lichens. *In* Protocols in Lichenology. Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring. (ed. I. Kranner, R. P. Beckett and A. K. Varma), pp. 381–392. Berlin: Springer.

Darriba, D., Taboada, G.L., Doallo, R. and Posada, D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods 9: 772.

Edgar, R.C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. Nucleic Acids Research 32: 1792–1797.

Inta, A., Trisonthi, C., Pongamornkul, W. and Panyadee, P. 2023. Ethnobotany of Zingiberaceae in Mae Hong Son, Northern Thailand. Biodiversitas 24 (4): 2114-2124.

Kittipanangkul, N. and Ngamriabsakul, C. 2008. Zingiberaceae diversity in Khao Nan and Khao Luang National Parks, Nakhon Si Thammarat, Thailand. Walailak Journal of Science and Technology 5(1): 17-27.

Kress, W.J., Wurdack, K.J., Zimmer, E.A., Weigt, L.A. and Janzen, D.H. 2005. Use of DNA barcodes to identify flowering plants. PNAS 102: 8369–8374.

Larsen, K., Ibrahim, H., Khaw, S.H. and Saw, L.G. 1999. Gingers Peninsular Malaysia and Singapore. Kota Kinabalu: Natural History Publications. 135 p.

Malek, S.N.A., Ibrahim, H., Lai, H.S., Serm, L.G., Seng, C.K., Yusoff, M.M. and Ali, N.A.M. 2005. Essential Oils of *Zingiber ottensii* Valet. and *Zingiber zerumbet* (L.) Sm. from Sabah, Malaysia. Malaysian Journal of Science 24: 49-58.

Oxelman, B., Lidén, M. and Berglund, D. 1997.Chloroplast *rps*16 intron phylogeny of the tribe Sileneae (Caryophyllaceae). *Plant Systematics and Evolution* 206: 393–410.

Pant, P., Pandey, S. and Dall'Acqua, S. 2021. The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review. Chemistry & Biodiversity 18: e2100345.

Prasetya, E., Lazuardi, L., Harahap, F., Rachmawati, Y., Yusuf, Y., Idrus, S.I.A and Prastowo, P. 2023. Region of Nuclear Ribosomal DNA (*ITS*2) and Chloroplast DNA (*rbc*L and *trn*L-F) as A Suitable DNA Barcode for Identification of *Zingiber loerzingii* Valeton from North Sumatera, Indonesia. Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology 8(3): jtbb76956.

Samuel, A.J.S.J., Kalusalingam, A., Chellappan, D.K., Gopinath, R., Radhamani, S., Husain, H. A., Muruganandham, V. and Promwichit, P. 2010. Ethnomedical survey of plants used by the Orang Asli in Kampong Bawong, Perak, West Malaysia. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 6: 5.

Saudah, Zumaidar, Darusman, Fitmawati, Roslim, D. I. and Juliantari, E. 2022. Molecular authentication of *Etlingera* spp. (Zingiberaceae) in Aceh Province, Indonesia using DNA barcoding. Biodiversitas 23(8): 3976–3983.

Stamatakis, A. 2014. RAxML Version 8: A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies. Bioinformatics 30: 1312–1313.

Tamura, K., Stecher, G. and Kumar, S. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11, Molecular Biology and Evolution 38: 3022–3027.

Tan, W.H., Chai, L.C. and Chin, C.F. 2020. Efficacy of DNA barcode internal transcribed spacer 2 (*ITS* 2) in phylogenetic study of *Alpinia* species from Peninsular Malaysia. Physiology and Molecular Biology of Plants 26: 1889–1896.

Valeton, T. 1918. New notes on the Zingiberaceae of Java and Malaya. Bulletin du Jardin botanique de Buitenzorg 27: 1-176.

Vinitha, M.R., Kumar, U.S., Aishwarya, K., Sabu, M. and Thomas, G. 2014. Prospects for discriminating Zingiberaceae species in India using DNA barcodes. Journal of Integrative Plant Biology 56(8): 760–773.

White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *In* PCR Protocols: a guide to methods and applications. (ed. M.A., Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky and T.J. White), pp. 315–322. New York, USA: Academic Press.

การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี

Study of DNA barcoding in *Piper nigrum* L. var. Chanthaburi

วลัยลักษณ์ ถึงคุณ[1] **และ ปัทมา ศรีน้ำเงิน**[1*]

Thungkhoon, W.[1] **and Srinamngoen, P.**[1*]

[1] คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จ.จันทบุรี 22170

[1] Faculty of Science and Arts, Burapha University, Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22170

** Corresponding Author: pattama@buu.ac.th*

บทคัดย่อ

พริกไทยพันธุ์จันทบุรีหรือพันธุ์ปรางถี่เป็นพริกไทยพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปัจจุบันการระบุพันธุ์พืชมักใช้ลักษณะทางสัณฐานซึ่งทำได้ยาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างดีเอ็นเอบาร์โค้ดของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีด้วยยีน *rbcL* ผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอตำแหน่ง *rbcL* ได้ดีเอ็นเอขนาด 700 คู่เบส เมื่อวิเคราะห์ความเหมือนกับฐานข้อมูล GenBank พบว่ามีความเหมือนกับยีน *rbcL* ของพืชสกุล *Piper* ได้แก่ *Piper nigrum* L. (EF450315.1), *P. laetispicum* (EF591353.1) และ *P. austrosinense* (EF450305.1) ที่ *E* value 0.0 และ Homology identity 99.43 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการศึกษาความสามารถในการเป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ดด้วยโปรแกรม DNA Subway ร่วมกับพืชสกุล *Piper* ทั้งหมด 15 ชนิด พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนยีน *rbcL* ของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีมีความเหมือนกับยีน *rbcL* ของพืชสกุล *Piper* อย่างสูง โดยมีค่า Homology identity สูงถึง 98.26-99.43 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์เมื่อคำนวนด้วย K2P distance ที่ 0.008 สอดคล้องกับแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการ การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* มีความสามารถเพียงพอในการเป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาหรือจัดจำแนกพืชในสกุล *Piper* ได้

คำสำคัญ: พริกไทย ดีเอ็นเอบาร์โค้ด แผนภูมิพันธุกรรม

Abstract

Chanthaburi or Prang-Thee pepper is a native variety in Chanthaburi province. It is identifying plant varieties based on morphological characteristics, which can be difficult. This research aims to study the development of DNA barcodes for the identification Chanthaburi pepper using the *rbcL* gene. The results found that the *rbcL* gene of Chanthaburi pepper is 700 bp. For alignment analyzed against the GenBank database, it was found that there is a similarity with the *rbcL* gene in *Piper nigrum* L. (EF450315.1), *P. laetispicum* (EF591353.1) and *P. austrosinense* (EF450305.1) with *E* value of 0.0 and a homology identity of 99.43%. Subsequently, the capability to be a DNA barcode was studied using the DNA Subway program with all 15 species of the *Piper* genus. It was found that high similarity with the *rbcL* gene of the *Piper* genus, with homology identity ranging from 98.26% to 99.43%. The nucleotide sequence divergence, calculated by K2P distance at 0.008, aligns with the phylogenetic relationship diagram in evolutionary genetics. This research indicates that the *rbcL* gene sequence could be used as a DNA barcode which is basic information for studying or classifying plants in the *Piper* genus.

Keywords: Pepper, DNA barcoding, Phylogenetic tree

บทนำ

พริกไทย (Pepper, *Piper nigrum* L.) เป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพ พบว่าเป็นเครื่องเทศสำคัญที่มีความจำเป็น และมีความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยาสมุนไพร โดยพบว่าพื้นที่ปลูกพริกไทยประมาณร้อยละ 95 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศอยู่ที่จังหวัดจันทบุรี สามารถสร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศปีละจำนวนมากเป็นสินค้าขึ้นชื่อและเป็นพืชเศรษฐกิจของภาคตะวันออก พริกไทยพันธุ์จันทบุรีหรือพันธุ์ปรางถี่เป็นพริกไทยพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดจันทบุรีที่ปลูกกันมานาน ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเนื่องจากมีเมล็ดใหญ่และรสเผ็ดจัด (กัญญา เสนาะสรรพ, 2564) พริกไทยที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ ซีลอน พันธุ์ปะเหลี่ยน พันธุ์มาเลย์ และพันธุ์จันทบุรี ซึ่งภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญและยิ่งเป็นสายพันธุ์ย่อยอาจจะให้สารสำคัญที่เปลี่ยนแปลงไป ในการจำแนกสายพันธุ์หรือพันธุ์จะต้องอาศัยข้อมูล 3 ส่วน คือ อนุกรมวิธานในการแยกเป็นเบื้องต้น ลักษณะทางเคมี สารสำคัญหรือองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางพันธุกรรม โดยเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบันคือการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ด

ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเป็นวิธีการทางชีววิทยาระดับโมเลกุลได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการระบุชนิดหรือกลุ่มของสิ่งมีชีวิตภายในเวลาอันรวดเร็ว วิธีการนี้อาศัยหลักการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสายดีเอ็นเอในบริเวณที่เรียกว่า “ดีเอ็นเอมาตรฐาน” ซึ่งยีนเหล่านี้เป็นบริเวณอนุรักษ์ในพืชสามารถจำแนกชนิดพันธุ์โดยอาศัยการเกิดการกลายพันธุ์บางตำแหน่ง การทำดีเอ็นเอบาร์โค้ดคือการใช้ลำดับเบสของดีเอ็นเอช่วงสั้น ๆ (short genetic loci) ที่มีความผันแปรสูง มาชี้เฉพาะสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้อย่างรวดเร็ว โดยช่วงดีเอ็นเอที่จะใช้เป็นบาร์โค้ดนั้นต้องเป็นช่วงดีเอ็นเอที่ผ่านการตกลงและยอมรับ (standardized genetic loci) ให้เป็นบาร์โค้ดของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ กล่าวคือ สามารถระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในทางปฏิบัติอาจมีการกำหนดตำแหน่ง (locus) ดีเอ็นเอมาตรฐานมากกว่า 1 ช่วงสำหรับใช้เป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกสิ่งมีชีวิตให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีช่วงดีเอ็นเอที่สามารถใช้เป็นบาร์โค้ดสำหรับพืชหลายช่วงด้วยกัน ตัวอย่าง เช่น Ribulose-bisphosphate carboxylase (*rbcL*), MaturaseK (*matK*), Nuclear ribosomal internal transcribed spacers (ITS) region, *psb*A-*trn*H intergenic spacer และ *trn*L-*trn*F intergenic spacer เป็นต้น

ยีน *rbcL* ไม่มีอินทรอน (intron) เป็นยีนในคลอโรพลาสต์จีโนมที่ทำหน้าที่ถอดรหัสเอนไซม์ 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) เป็นหน่วยย่อยขนาดใหญ่ (Large subunit) ความยาวของยีน *rbcL* โดยทั่วไปมีความยาวเฉลี่ย 1,400 คู่เบส (Ford *et al*., 2009) จุดเด่นที่ยีน *rbcL* ที่นิยมนำมาทำเป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ดหรือดีเอ็นเอมาตรฐานคือ มีความเป็นมาตรฐานสากลและให้ลำดับนิวคลีโอไทด์มีคุณภาพดีมาก (วุฒิพงศ์ มหาคำ, 2554) จากการศึกษาพบว่ามีการนำยีน *rbcL* และ *rpoC1* มาใช้ในการจำแนกพืชในสกุล *Piper* ซึ่งเป็นสมุนไพรที่ขึ้นในแถบบริเวณตอนเหนือของประเทศมาเลเซีย (Darlina and Mahboob, 2020) นอกจากนี้ยังมีการนำยีน *rbcL*, *ITS* และ *psbA-trnH* มาใช้ในการศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดและสร้างแผนภูมิทางพันธุกรรมของ *P. longum* (Sneha and Jenifer, 2023) ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้มีการนำเอาเทคนิคดีเอ็นเอบาร์โค้ดมาใช้ในการสร้างเอกลักษณ์ทางพันธุกรรมของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี ซึ่งการทำดีเอ็นเอบาร์โค้ดของพริกไทยจะช่วยให้สามารถจำแนกหรือทดสอบชนิดพันธุ์พริกไทย การอนุรักษ์สายพันธุ์พริกไทย ทั้งยังประโยชน์ต่อการศึกษาสรรพคุณทางยาในอนาคตได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง การสกัดเอ็นเอและการตรวจสอบคุณภาพ

เก็บตัวอย่างใบอ่อนพริกไทยพันธุ์จันทบุรี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากวิสาหกิจชุมชนพริกไทยแปลงใหญ่แก่งหางแมว อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี มาสกัดดีเอ็นเอ โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอสำเร็จรูป Tiangen (Tiangen Biotech (Beijing) Co., Ltd.) กล่าวคือ เติมบัฟเฟอร์ LP1 ปริมาตร 400 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันแล้วเติม RNase A 6 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติม LP2 ปริมาตร 130 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ปั่นเหวี่ยง นาน 5 นาที ดูดส่วนใส่หลอดใหม่ เติมบัฟเฟอร์ LP3 ปริมาตร 1.5 เท่าของส่วนใสดูดผสมให้เข้ากันเบา แล้วย้ายลง CB3 นำไปปั่นเหวี่ยง นาน 30 วินาที เทส่วนใสทิ้งล้างเมมเบรน (ที่มีตะกอนดีเอ็นเอ) ด้วยการเติมบัฟเฟอร์ PW ปริมาตร 600 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงนาน 30 วินาที จากนั้นเปิดฝาคอลัมเพื่อระเหย

แอลกอฮอล์นาน 3 นาที เมื่อแผ่นเมมเบรนแห้ง ทำการ elute ดีเอ็นเอด้วยบัฟเฟอร์ EB ปริมาตร 50-100 ไมโครลิตร ตรวจสอบคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยเครื่อง Nano-spectrophotometer และเจลอะกาโรสความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เก็บตัวอย่างดีเอ็นเอที่มีคุณภาพไว้ที่ – 20 องศาเซลเซียล เพื่อทำการศึกษาในขั้นตอนถัดไป

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมาย *rbcL* ด้วยเทคนิคพีซีอาร์

ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายคือ ยีนมาตรฐาน *rbcL* โดยการนำดีเอ็นเอพริกไทยพันธุ์จันทบุรีมาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ โดยใช้ไพร์เมอร์ที่ออกแบบมาให้จำเพาะกับบางส่วนของยีนมาตราฐาน *rbcL* ได้แก่ rbcL-F ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC และ rbcL-R CGTTCACCTTCTAGTTTACCTACAACAGT (Hasebe *et al*., 1994) โดยการผสมดีเอ็นเอพริกไทยพันธุ์จันทบุรีต้นแบบความเข้มข้น 50 นาโนกรัม, 1x PCR buffer, 0.25 µM rbcL primer, 0.1 mM dNTPs, 2 mM $MgCl_2$ และ 1 U *Taq* DNA polymerase (ThermoScientific, U.S.A) จากนั้นนำไปใส่เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (Thermal cycle, VWR®XT96 ประเทศเยอรมัน) โดยกำหนดขั้นตอนและระยะเวลา ดังนี้ 1) initial denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที 2) denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที 3) annealing ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที 4) extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที (ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 จำนวน 34 รอบ และ 5) final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ตรวจสอบผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้ด้วยวิธีเจลอะกาโรสอิเล็คโทรโฟรีซีส (Agarose gel electrophoresis) โดยการผสมเจลอะกาโรสความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ กับสารย้อมสีดีเอ็นเอ SYBR® Safe DNA Gel Stain (Invitrogen) ทำการแยกผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้เทียบกับดีเอ็นเอมาตราฐาน 100 bp DNA ladder (Thermo Scientific™) โดยใช้กระแสไฟฟ้าที่ 100 โวลต์ นาน 30 นาที จากนั้นทำการตรวจสอบแถบดีเอ็นเอที่ได้ภายใต้แสง Blue-light converter และบันทึกภาพ ด้วยเครื่องถ่ายภาพเจล (gelONE Gel Documentation, Cleaver Scientific, UK) ที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอเป้าหมายของยีน *rbcL* ขนาดประมาณ 700 คู่เบส ทำการ recovery ชิ้นดีเอ็นเอเป้าหมายออกมาจากเจลอะกาโรส และทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ชุดแยกสกัดสำเร็จรูป TIAN quick Midi Purification Kit สารละลายดีเอ็นเอที่ได้ส่งไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing) ตามกรรมวิธีของบริษัท Integrated DNA Technologies, IDS ประเทศสหรัฐอเมริกา

การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคดและแผนภูมิความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับลำดับเบสของยีน *rbcL* ของพริกไทยและพืชชนิดอื่น ๆ วิเคราะห์ความเหมือนด้วยโปรแกรม BLAST กับฐานข้อมูล GenBank วิเคราะห์ความเป็นเอกลักษณ์ของยีนมาตรฐาน *rbcL* รวมทั้ง Sequence Similarity ด้วยโปรแกรม DNA subway (https://dnasubway.cyverse.org/) จากนั้นคำนวณค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (Genetic distance) ระหว่างพริกไทยพันธุ์จันทบุรีและพืชอื่น ๆ ในสกุล *Piper* ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MEGA version 11 โดยการคำนวณและเปรียบค่า Kimura 2-parameter (K2P) distance ทำการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ โดยคำนวณจากโมเดลจัดกลุ่มแบบ UPGMA (unweighted pair-group mean average) โดยกำหนดค่า Bootstrap ที่ 1,000 รอบ ด้วยโปรแกรม MEGA version 11

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาดีเอ็นเอบาร์โคดของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี

จากการทดลองเมื่อทำการสกัดดีเอ็นจากใบอ่อนพริกไทยพันธุ์จันทบุรี พบมีความเข้มข้น 44.10 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร มีค่า $O.D_{260/280}$ เท่ากับ 1.85 (Figure 1) แสดงว่าเป็นดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดีและมีความบริสุทธิ์สูง สามารถนำมาใช้ในการศึกษาความเป็นเอกลักษณ์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการใช้ดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์มาศึกษาจะทำให้ได้ลำดับนิวคลีโอไทด์หรือผลการวิเคราะห์ดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่แม่นยำมากขึ้น ลดความน่าจะเป็นที่จะแปลผลผิดจากการปนเปื้อนหรือการแตกหักของชิ้นดีเอ็นเอ (Meyer and Paulay, 2005) จากการเพิ่มปริมาณบางส่วนของยีน *rcbL* ของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีด้วยเทคนิคพีซีอาร์ พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ ชิ้นดีเอ็นเอมีขนาด 700 คู่เบส (Figure 1) โดยเมื่อนำผลผลิตพีซีอาร์ (PCR product) ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์เปรียบเทียบกับฐานข้อมูลใน GenBank พบว่า พบว่ามีความใกล้เคียงกับพืชในสกุล *Piper* ได้แก่ *P. nigrum* L. (EF450315.1), *P. laetispicum* (EF591353.1) และ *P. austrosinense* (EF450305.1) ที่ *E* value 0.0 และ Homology identity 99.43

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่ามีความใกล้เคียงกันสูงมาก จากนั้นทำการศึกษาความสามารถในการเป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ด ด้วยการวิเคราะห์ความเหมือน (Alignment) ของลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม DNA Subway พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนยีน *rbcL* ของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีมีความเหมือนกับยีน *rbcL* ของพืชสกุล *Piper* อย่างสูง โดยมีค่าความเหมือนหรือ Homology identity สูงถึง 98.26-99.43 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยบางส่วนของยีน *rbcL* ของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีมีความเหมือนกับยีน *rbcL* ของพืชสกุล *Piper* อื่น ๆ ที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ (Table 1)

เมื่อพิจารณาขนาดของยีน *rbcL* ที่ได้จากเพิ่มปริมาณและวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ พบว่ามีขนาด 700 คู่เบส สอดคล้องกับการทดลองของปัทมา ศรีน้ำเงิน (2562) ที่ได้พัฒนาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของกล้วยไม้รองเท้านารีด้วยยีน *rbcL* พบมีขนาด 700 คู่เบส เช่นเดียวกัน ซึ่งความยาวที่เหมาะสมในการนำบางส่วนของยีน *rbcL* มาใช้สร้างดีเอ็นเอบาร์โค้ดจะยาวตั้งแต่ 500-700 คู่เบส (วุฒิพงศ์ มหาคำ, 2554) นอกจากนี้การที่ลำดับนิวคลีโอไทด์ของบางส่วนยีน *rbcL* ของพริกไทยพันธุ์จันทบุรีมีความเหมือนกับยีน *rbcL* ของพืชอื่น ๆ ในฐานข้อมูล GenBank สูงถึง 98.26-99.43 เปอร์เซ็นต์นั้น แสดงให้เห็นว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้มีคุณภาพภาพดี สามารถนำมาใช้ศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังเป็นการบ่งชี้ว่ายีน *rbcL* มีความสามารถนำใช้เป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ดในพริกไทยได้ จาก Table 1 เมื่อนำพืชสกุล *Piper* จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ *P. nigrum* (EF450315.1), *P. laetispicum* (EF591353.1), *P. austrosinense* (EF450305.1), *P. chinense* (EF450314.1), *P. arborescensribulose* (AY572253.1), *P. hancei* (EF591358.1), *P. sarmentosum* (EF591364.1), *P. macropiper* (FJ976159.1), *P. betle* (EF450311.1), *P. longum* (MH287276.1), *P. pseudopothifolium* (MG718198.1), *P. cernuum* (MG718196.1), *P. gaudichaudianum* (MG718197.1) และ *P. aduncum* (AY572252.1) มาวิเคราะห์ค่า similarity homology ร่วมกับพริกไทยพันธุ์จันทบุรี ด้วยโปรแกรม DNA Subway ด้วยการวิเคราะห์ Determine Sequence Relationship พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 98.50-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นการบ่งชี้ถึงความเหมือนหรือใกล้ชิดกันของลำดับนิวคลีโทด์ของยีน *rbcL* ซึ่งยีน *rbcL* เป็นยีนที่พบในคลอโรพลาสต์จีโนมที่ทำหน้าที่ถอดรหัสเอนไซม์ 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco) ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการรวมตัวของ RuBP กับ CO_2 ในวัฏจักรคาลวิน และเป็นยีนที่เหมาะสมนำมาใช้เป็นดีเอ็นเอมาตรฐานหรือบาร์โค้ดเนื่องจากมีวิวัฒนาการของดีเอ็นเอ และอัตราการแทนที่ของดีเอ็นเอค่อนข้างสูง ทำให้มีประสิทธิภาพในการจำแนกและวิวัฒนาการของพืชได้ (ประดิพันธ์ ทองแถม ณ อยุธยา และคณะ, 2565)

การศึกษาแผนภูมิพันธุกรรมของพริกไทยพันธุ์จันทบุรี

ในการศึกษาความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ในตำแหน่งของยีน *rbcL* ในพริกไทยพันธุ์จันทบุรีร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของพืชสกุล *Piper* ด้วยการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้วยฟังก์ชั่น Kimura 2-parameter (K2P) distance ด้วยโปรแกรม MEGA version 11 พบว่าเมื่อทำการคำนวณค่าความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ระหว่างชนิดพืชในสกุล *Piper* จำนวน 15 ชนิด ด้วย K2P distance โดยการเปรียบเทียบครั้งละ 1 คู่ (โดยที่ค่า K2P distance นั้นจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.00 เป็นการบ่งชี้ว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของคู่นั้นมีความแตกต่างกัน 100 เปอร์เซ็นต์) พบมีค่าระหว่าง 0.000-0.017 หรือเฉลี่ย 0.008 โดยค่า K2P distance ระหว่าง *P. betle* และ *P. aduncum* มีค่ามากที่สุด คือ 0.017 หรือมีความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* มากที่สุดนั่นเอง ในขณะที่ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* ที่มีค่า K2P distance น้อยที่สุดคือ 0.000 หรือมีความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์มากที่สุด ได้แก่ ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* ระหว่าง *P. nigrum* var. Chanthaburi - *P. austrosinense*, *P. nigrum* และ *P. laetispicum* เช่นเดียวกับ *P. sarmentosum* - *P. longum* และ *P. cernuum* - *P. pseudopothifolium* (Table 2) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างนิวคลีโอไทด์โดยคำนวนระยะห่างทางวิวัฒนาการระหว่างสายนิวคลีโอไทด์ โดยใช้การคำนวณตามโมเดล K2P distance นั้นเป็นการคำนวนระยะห่างของลำดับนิวคลีโอไทด์จากสมมติฐานฐานที่ว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้ง 4 ชนิด มีอัตราการแทนที่แบบ transition และ transversion ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน ซึ่งวิธีนี้นิยมใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและวิเคราะห์ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ระหว่างชนิด (Kimura, 1980) ในการพัฒนาดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการ ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมหรือการบ่งชี้เอกลักษณ์ทางพันธุกรรม รวมทั้งการจำแนกสายพันธุ์ผ่านการเปรียบเทียบระยะห่างทางพันธุกรรม (Genetic distance) สามารถใช้ยีนมาตรฐาน 1 ชนิด หรือมากกว่าเพื่อการจำแนกที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทีปกา มีเสงี่ยม และคณะ (2561) พบว่าการใช้ยีนมาตรฐาน *rbcL* และ

matK ร่วมกันสามารถจำแนกกล้วยไม้พันธุ์รองเท้านารีได้ดีกว่าการใช้ยีนมาตรฐานเพียงชนิดเดียว ซึ่งยีนมาตรฐาน *rbcL*นั้นมีความเหมาะสมสามารถใช้เป็นเครื่องหมายในการศึกษาพันธุกรรมระดับ single locus ได้เป็นอย่างดี (Patric *et al*., 2016)

จากการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการของพืชสกุล *Piper* และพริกไทยจันทบุรี จำนวน 15 ชนิด ที่ได้จากวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งยีน *rbcL* พบว่าสามารถแยกพืชสกุล *Piper* ออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพืชสกุล *Piper* จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ *P. arborescens*, *P. macropiper, P. sarmentosum*, *P. longum, P. hancei, P. chinense, P. austrosinense, P. nigrum, P. nigrum* var. Chanthaburi, *P. laetispicum* และ *P. betle* โดยพริกไทยพันธุ์จันทบุรี *P. nigrum* var Chanthaburi จัดอยู่ในกลุ่มย่อยเดียวกับ *P. nigrum, P. laetispicum* และ *P. austrosinense* (Figure 2) แสดงว่ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกันอย่างมาก สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ระยะห่างทางวิวัฒนาการระหว่างสายนิวคลีโอไทด์เมื่อคำนวณด้วยค่า K2P distance ที่ปรากฏใน Table 2 โดยพืชสกุล *Piper* กลุ่มย่อยนี้พบเป็นพืชที่มีลักษณะเป็นไม้เลื้อยหรือไม้เถาและมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชีย ในขณะที่พืชในกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพืชสกุล *Piper* จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *P. aduncum, P. gaudichaudianum, P. cernuum* และ *P. pseudopothifolium* จัดเป็นกลุ่มที่แยกสายวิวัฒนาการออกมาจากพืชชนิดอื่น ๆ จากข้อมูลขององค์กร The Royal Botanic Gardens (https://powo.science.kew.org) พบว่า พืชสกุล *Piper* ทั้ง 4 ชนิดนี้ที่มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลาง การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการโดยการใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ในครั้งนี้ สามารถช่วยสนับสนุนและยืนยันความสอดคล้องถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการกระจายตัวของพืชสกุล *Piper* เช่น พืชในสกุลพริกไทย *P. laetispicum* และ *P. austrosinense* เป็นพืชที่เจริญเติบโตพืชเขตร้อน-กึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนแพร่มายังภาคเหนือของประเทศไทย ลำต้นมีลักษณะเป็นเถาและมีสรรพคุณทางยา (Kongxaisavath *et al*., 2020) เช่นเดียวกับ *P. nigrum* var. Chanthaburi อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* เพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถแยกพืชตัวอย่างสกุล *Piper* ทั้งหมดออกจากได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะ *P. nigrum*, *P. nigrum* var Chanthaburi, *P. laetispicum* และ *P. austrosinense* ดังนั้นการนำยีนมาตรฐานชนิดอื่น ๆ เช่น *ITS, matK, rpoB, rpoC1* และ *trnH-psbA* มาวิเคราะห์ร่วมกันจะสามารถสร้างแผนภูมิพันธุกรรมที่มีความสามารถในการจำแนกได้ดียิ่งขึ้น

สรุปผล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการประยุกต์เทคนิคทางชีวโมเลกุลเพื่อศึกษาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของพริกไทยจันทบุรีด้วยยีนมาตรฐาน *rbcL* พบว่ามีขนาด 700 คู่เบส มีความเหมือนกับยีน *rbcL* ในพืชสกุล *Piper* ได้แก่ *P. nigrum* L. (EF450315.1), *P. laetispicum* (EF591353.1) และ *P. austrosinense* (EF450305.1) ที่ *E* value 0.0 และ Homology identity 99.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่ามีความใกล้เคียงกันสูงมาก จากการศึกษาระยะห่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วย K2P distance และแผนภูมิพันธุกรรมสามารถกล่าวได้ว่า ยีน *rbcL* มีความสามารถเพียงพอในการเป็นดีเอ็นเอบาร์โค้ดในพริกไทยพันธุ์จันทบุรี ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์หรือสร้างดีเอ็นเอบาร์โค้ดรวมทั้งจัดจำแนกพืชในพืชสกุล *Piper* ได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัย จากงบประมาณเงินรายได้ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

เอกสารอ้างอิง

กัญญา เสนาะสรรพ์. 2564. พริกไทยพันธุ์จันทบุรี. เอกสารเผยแพร่ 77 ภูมิปัญญาท้องถิ่นทั่วไทย โครงการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรเพื่อเสริมสร้างอัตลักษณ์พื้นถิ่น สำนักงานเกษตรท่าใหม่ จันทบุรี.

ทีปกา มีเสงี่ยม, ธีระชัย ธนานันต์ และนฤมล ธนานันต์. 2561. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและการระบุพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีกลุ่มใบลายโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *rbcL* และ *matK*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(1):

103-112.

ประดิพันธ์ ทองแถม ณ อยุธยา, กุลฑีราณัฐ พูลแก้ว, ปณาลี ทวีสุข, วรางรัตน์ ง่วนชู และวุฒิชัย ฤทธิ. 2565. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและประสิทธิภาพของยีน *rbcL* ในการจัดจำแนกกล้วยไม้ไทยจากแหล่งอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 19(2): 70-81.

ปัทมา ศรีน้ำเงิน. 2562. การพัฒนาดีเอ็นเอบาร์โค้ดของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารี (*Paphiopedilum spp*.) ในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

วุฒิพงศ์ มหาคำ. 2554. DNA barcodes ของพืช: หลักการพื้นฐาน การประยุกต์ใช้ และข้อจำกัด. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 3 (1): 1-30.

Darlina, Md. N. and Shahid, M. 2020. Molecular identification of herbal species belonging to genus *Piper* within family Piperaceae from northern Peninsular Malaysia. Journal of King Saud University – Science, 32(2): 1417-1426.

Ford, C.S., Ayres, K.L., Toomey, N., Haider, N., Van Alphen Stahl, J., Kelly, L. J., Wikstrom, N., Hollingsworth, P.M., Duff, R.J., Hoot, S.B., Cowan, R.S., Chase, M.W. and Wilkinson, M.J. 2009. Selection of candidate coding DNA barcoding regions for use on land plants. Botanical Journal of the Linnean Society 159: 1-11.

Hasebe, M., Omori, T., Kanazawa, M., Sano, T., Kato, M. and Iwatsuki, K. 1994. *rbcL* gene sequences provide evidence for the evolutionary lineages of leptosporangiate ferns. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 91: 5730–5734.

Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution 16(2): 111-120.

Kongxaisavath, D., Kermanee P. and Suwanphakdee, C. 2020. New native and introduced species record of *Piper* (Piperaceae) in Lao PDR. Thai Journal of Botany 12 (1): 163–175.

Meyer, C. P., and Paulay, G. 2005. DNA barcoding: error rates based on comprehensive sampling. PLoS Biology 3(12): e422. doi: 10.1371/journal.pbio.0030422.

Patrick, O., Muoma, J., Mulaya, E., Wekesa, C., Dennis, O. O. and Paul, O. A. 2016. The potential of DNA barcode-based delineation using seven putative candidate loci of the plastid region in inferring molecular diversity of cowpea at sub-species level. American Journal of Molecular Biology 6: 138-158.

Sneha, M. S. and Jenifer, U. P. 2023. DNA barcoding and phylogenetic analysis of Indian medicinal plant *Piper longum*. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy 17(4): 1404-1409.

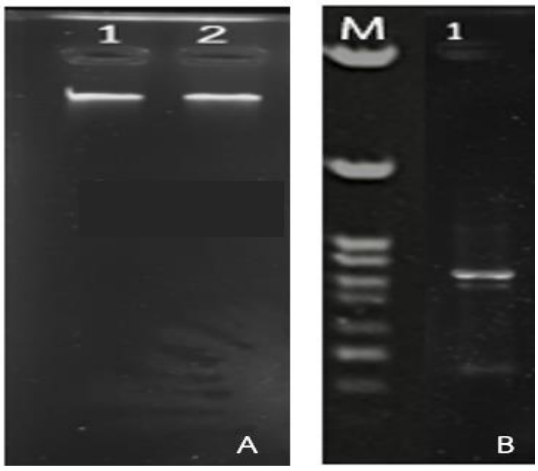


Figure 1 Agarose gel electrophoresis of *P. nigrum* L. var. Chanthaburi A) genomic DNA B) PCR product of *rbcL* gene

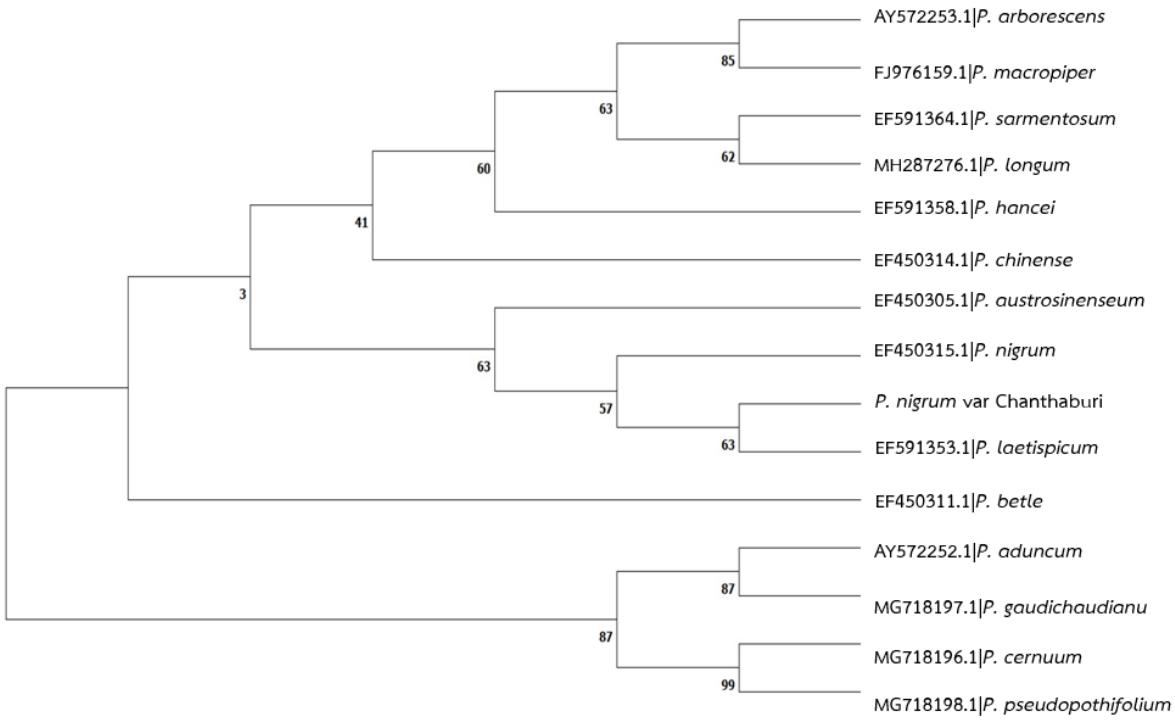


Figure 2 Phylogenetic relationship between different Piper species differentiated based on *rbcL* gene.

Table 1 Statistical simulation of BLAST Sequence homology with *rbcL* gene belonging to *P. nigrum* L. var. Chanthaburi using DNA Subway Database

No.	Scientific name and details	Accession number	*E* value	Homology identity	Mis-match
1	*P. nigrum* ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit gene, complete cds	EF450315.1	0.0	99.43	1
2	*P. laetispicum* ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	EF591353.1	0.0	99.43	1
3	*P. austrosinense* ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit gene, complete cds - chloroplast	EF450305.1	0.0	99.43	1
4	*P. chinense* ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit gene, complete cds	EF450314.1	0.0	99.15	3
5	*P. arborescensribulose* ribulose -1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	AY572253.1	0.0	99.15	3
6	*P. hancei* ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	EF591358.1	0.0	99.15	3
7	*P. sarmentosum* ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	EF591364.1	0.0	99.15	3
8	*P. macropiper* ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	FJ976159.1	0.0	99.41	3
9	*P. betle* ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit gene, complete cds	EF450311.1	0.0	99.00	4
10	*P. longum* voucher QRI 507 ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	MH287276.1	0.0	99.15	3
11	*P. pseudopothifolium* isolate PECB185 *ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (rbcL) gene, partial cds*	MG718198.1	0.0	98.41	8

No.	Scientific name and details	Accession number	*E* value	Homology identity	Mis-match
12	*P. cernuum* isolate PECB182 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	MG718196.1	0.0	98.26	9
13	*P. gaudichaudianum* isolate PECB184 ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds	MG718197.1	0.0	98.28	9
14	*P. aduncum* ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase large subunit (*rbcL*) gene, partial cds - chloroplast	AY572252.1	0.0	98.39	10

**rbcL* = ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxygenase large subunit

Table 2 Pairwise genetic distance matrix of *rbcL* gene sequence among of genus *Piper*

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. *P. aduncum*															
2. *P. arborescens*	0.015														
3. *P. nigrum* var. Chanthaburi	0.015	0.003													
4. *P. austrosinense*	0.015	0.003	0.000												
5. *P. betle*	0.017	0.005	0.005	0.005											
6. *P. chinense*	0.015	0.003	0.003	0.003	0.005										
7. *P. nigrum*	0.015	0.003	0.000	0.000	0.005	0.003									
8. *P. laetispicum*	0.015	0.003	0.000	0.000	0.005	0.003	0.000								
9. *P. hancei*	0.015	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003							
10. *P. sarmentosum*	0.015	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003						
11. *P. macropiper*	0.015	0.000	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003					
12. *P. cernuum*	0.012	0.012	0.012	0.012	0.014	0.012	0.012	0.012	0.009	0.012	0.012				
13. *P. gaudichaudianum*	0.008	0.014	0.014	0.014	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.011			
14. *P. pseudopothifolium*	0.012	0.012	0.012	0.012	0.014	0.012	0.012	0.012	0.009	0.012	0.012	0.000	0.011		
15. *P. longum*	0.015	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.000	0.003	0.012	0.014	0.012	
Average 0.008															

ผลของพันธุ์ ระยะปลูก และปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตง

Effects of Variety, Planting Distance, and Organic Fertilizer on Growth of Rough Giant Bamboo

ทิตย์ธิพงศ์ ประเสริฐศิลป์ พงษ์ศักดิ์ มานสุริวงศ์ และ อมรรัตน์ ชุมทอง*

Thitthipong Prasertsin , Pongsak Mansuriwong and Amornrat Chumthong*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla, 90000, Thailand

**Corresponding author: amornrat.chu@skru.ac.th*

บทคัดย่อ

ไผ่ตง (Rough Giant Bamboo) เป็นไผ่ประเภทเหง้ามีกอขนาดใหญ่ ลำต้นใช้ก่อสร้าง ทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องจักสาน และนิยมนำหน่อมาบริโภค จึงนิยมปลูกไผ่ตงกันแพร่หลาย สามารถเป็นอาชีพหลักหรือทำเป็นอาชีพเสริม ช่วยเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพันธุ์ ระยะปลูก และปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 8 สิ่งทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ ทำการปลูกไผ่ตง 2 พันธุ์ คือ ไผ่ตงดำ และไผ่ตงเขียว มี 2 ระยะปลูก คือ 6x6 เมตร และ 6x8 เมตร และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ชนิด คือ มูลวัว และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง จากการศึกษา พบว่า การปลูกไผ่ตงเขียว โดยใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร หรือ 6x8 เมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผงหรือมูลวัว มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูง 100 เปอร์เซ็นต์ และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านจำนวนกิ่งต่อกอ และความสูงกอของไผ่ตงเขียวได้ดีกว่าไผ่ตงดำ แสดงให้เห็นว่า การศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตไผ่ตงอินทรีย์ต่อไป

คำสำคัญ : ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มูลวัว ไผ่ตงดำ ไผ่ตงเขียว

Abstract

Rough Giant Bamboo is a type of bamboo with large rhizomes. Bamboo stalks are used in construction, furniture, and basketry. The shoots are popularly used for consumption. Therefore, it is widely popular to grow bamboo. It can be your main occupation, or an additional occupation that can increase income for the family. The objective of this research was to study the effect of variety, planting distance, and type of organic fertilizer on growth of Rough Giant Bamboo. A completely randomized design (CRD) of 8 treatments with 5 replicates was designed. Two varieties of Rough Giant Bamboo are planted: Pai Tong Dam and Pai Tong Khiao. There were 2 planting distances (6x6 m and 6x8 m) and 2 types of organic fertilizer (cow manure and powdered bio-organic fertilizer) were applied. The results found that the highest survival rate (100%) was found in the planting Pai Tong Khiao both distances and two types of fertilizer applications. There was also promoted better growth in the number of branches per clump and clump height in the Pai Tong Khiao than Pai Tong Dam. This result indicates that these treatments could be used as a guideline for the further production of organic bamboo.

Keywords: powdered bio-organic fertilizer, cow manure, Pai Tong dam, Pai Tong khiao

บทนำ

ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne) เป็นไผ่ที่มีการใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนของลำต้น เช่น ลำต้นใช้ทำเครื่องเรือน เครื่องจักสาน บ้านพักอาศัย เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ รากที่ยึดกันเหนียวแน่นจะช่วยยึดดินตามบริเวณห้วยหนองคลองบึงไม่ให้พังทลายหรือลดกระแสน้ำที่เชี่ยวกรากจากอุทกภัยได้ นอกจากนี้ หน่อที่มีรสหวานกรอบอร่อยจะถูกนำมาใช้ประกอบเป็นอาหาร ได้ทั้งในรูปของหน่อไม้สด หน่อไม้ดอง หรือแปรรูปอื่น ๆ (กิสณะ และสุพล, 2538; สุทัศน์, 2550) จึงทำให้มีผู้นิยมปลูกไผ่ตงกันแพร่หลายมากขึ้น บางรายยึดเป็นอาชีพหลักหรือทำเป็นอาชีพเสริม ช่วยเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกช่องทางหนึ่งด้วย โดยพันธุ์ไผ่ตงที่นิยมปลูก เช่น ไผ่ตงดำ นิยมปลูกกันมากเนื่องจากมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภคและตลาดต้องการ ให้ผลผลิตสูงโดยน้ำหนักเฉลี่ย 3-6 กิโลกรัม ไผ่ตงดำชนิดนี้จะมีรสหวาน กรอบ เนื้อเป็นสีขาวละเอียดและไม่มีเสี้ยน จึงเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อผลิตหน่อ ส่วนไผ่ตงเขียวเป็นที่นิยมปลูกกันมากเช่นเดียวกัน หน่อมีน้ำหนักเฉลี่ย 1-4 กิโลกรัม ไผ่ตงเขียวมีรสชาติหวานอมขื่นเล็กน้อย เนื้อเป็นสีขาวอมเหลือง สามารถทนความแห้งแล้งได้ดี ให้ผลผลิตสูง มีช่วงการออกหน่อกว้างกว่าไผ่ตงพันธุ์อื่น คือ ออกหน่อถึง 2 ช่วง คือ ต้นฤดูฝนและระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีไผ่ตงออกสู่ตลาดน้อย ทำให้ขายได้ราคาสูง (กิสณะ และสุพล, 2538) ระยะปลูกไผ่ตงที่นิยม คือ 8x8, 6x6, 4x8 และ 4x6 เมตร โดยระยะปลูก 4x6 และ 4x8 เมตร เป็นการปลูกระยะประชิดเพิ่มจำนวนกอต่อไร่ เป็นการใช้พื้นที่อย่างเต็มที่เพื่อให้ลำต้นตรง ป้องกันการหักลมของลำต้นที่เกิดจากลมให้น้อยลง (ทิพวัลย์ และสุภาวดี, 2531) อย่างไรก็ตาม การปลูกไผ่ตงให้ได้ผลผลิตสูง การจัดการปุ๋ยถือเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยปัจจุบันหน่วยงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้องมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีที่มีราคาสูงขึ้น (ธัญพิสิษฐ์ และคณะ, 2562; จารุณี และพินิจ, 2564) สืบเนื่องจากการลงพื้นที่บริการวิชาการของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไทยกลุ่มบ้านภูลิตา ม.10 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา ได้มีความสนใจรวมกลุ่มเพื่อทำการเกษตรด้วยวิธีการทางเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture) เพื่อให้ได้ผลผลิตทางเกษตรหลายชนิดที่ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานการผลิตแบบอินทรีย์ และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP) ได้แก่ ไผ่ตง ผัก เป็นต้น ดังนั้นจึงศึกษาพันธุ์ ระยะปลูก และชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตง เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้ในชุมชนและส่งเสริมการผลิตพืชอินทรีย์แก เกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมปุ๋ยอินทรีย์

ทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง โดยนำหินฟอสเฟต มูลวัวบด มูลไก่ แกลบเผา และขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 2:1:1:1:1 (ต่อปริมาตร) มาผสมให้เข้ากันในเครื่องผสม โดยเติมกากน้ำตาลที่ละลายด้วยน้ำ หัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus megaterium* 1 ลิตร และหัวเชื้อ *Bacillus* sp. H01 1 ลิตร ให้มีความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำส่วนผสมที่เข้ากันมากองหมักไว้ (Figure 1) จนกองปุ๋ยอินทรีย์ย่อยสลายสมบูรณ์ อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยอินทรีย์ลดลงเท่ากับอุณหภูมิด้านนอกกอง ชิ้นส่วนวัสดุเปื่อยยุ่ย มีสีน้ำตาลดำ มีกลิ่นคล้ายดิน หลังจากนั้นนำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และมูลวัวมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter รุ่น HI 2002-02 ยี่ห้อ HANNA การนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้ Conductivity meter รุ่น EC 700 ยี่ห้อ APENA ความชื้นแบบ AOAC ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานกว่า 24 ชั่วโมง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K โดยใช้ชุดตรวจสอบของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนสิ่งทดลองที่เป็นมูลวัว นำมูลวัวแห้งมาแยกสิ่งเจือปน ได้แก่ เศษพืช ฟางข้าว กิ่งไม้ ก้อนหิน เป็นต้น ก่อนนำไปทดลอง



Figure 1 Ingredients of powdered bio-organic fertilizer

2. การเตรียมต้นพันธุ์ การจัดการระยะปลูก และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตง

ทำการปลูกไผ่ตง 2 พันธุ์ คือ ไผ่ตงดำ และไผ่ตงเขียว มี 2 ระยะปลูก คือ 6x6 เมตร และ 6x8 เมตร และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ชนิด คือ มูลวัว และปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง โดยใช้รองก้นหลุมก่อนปลูกอัตรา 1 กิโลกรัม/หลุม และใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดหลังจากปลูกอัตรา 1 กิโลกรัม/กอ ทุก ๆ 2 เดือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 8 สิ่งทดลอง จำนวน 5 ซ้ำ ดังนี้ 1) ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว 2) ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง 3) ไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว 4) ไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง 5) ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว 6) ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง 7) ไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว และ 8) ไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกมาวิเคราะห์สมบัติ ได้แก่ เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K โดยใช้วิธีการดังการทดลองที่ 1 และทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของไผ่ตง ที่อายุ 2 และ 4 เดือน หลังย้ายปลูก ได้แก่ จำนวนกิ่งต่อกอ ความสูงกอ ความเขียวใบ และการรอดตาย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

1. สมบัติของปุ๋ยอินทรีย์และดินปลูก

จากการประเมินสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผงมีสีน้ำตาลดำ มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างละเอียด มีค่า pH 8.2 ด่างปานกลาง มีค่า EC อยู่ที่ 3,340.00 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ที่ระดับต่ำ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียระดับปานกลาง 6-15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และไม่มีไนโตรเจนในรูปไนเตรต ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสระดับสูงมาก 10-12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมระดับปานกลาง 40-80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1) ส่วนมูลวัว พบว่า มีค่า pH 7.57 ด่างเล็กน้อย มีค่า EC อยู่ที่ 923.67 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ที่ระดับต่ำ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียระดับต่ำ 1-5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีไนโตรเจนในรูปไนเตรตระดับต่ำมาก 1-10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสระดับสูงมาก 10-12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมระดับปานกลาง 40-80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1) สำหรับสมบัติของดินในแปลงปลูก พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ที่ระดับต่ำมาก 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH อยู่ที่ 5.13 กรดจัด มีค่า EC อยู่ที่ 34.79 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียระดับต่ำ 0-10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรตระดับต่ำ 1-10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสระดับต่ำ 1-3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมระดับต่ำ 0-40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Table 1)

Table 1 Chemical properties of bio-organic fertilizers and soil before planting

substrate	pH	EC (µS/cm)	Organic matter (%)	N (mg/kg)		P (mg/kg)	K (mg/kg)
				NH_4^+	NO_3^-		
Powdered bio-organic fertilizer	8.27	3,340.00	1.5 (L)	6-15 (M)	0	10-12 (VH)	40-80 (M)
cow manure	7.57	923.67	1.5 (L)	1-5 (L)	1-10 (VL)	10-12 (VH)	40-80 (M)
Soil (sandy loam)	5.13	34.79	1.0 (VL)	0-10 (L)	0-10 (L)	1-3 (L)	0-40 (L)

Note: L= Low, VL= Very Low, M = Medium, VH = Very High

ส่วนความชื้นในดินที่อายุ 2 เดือน หลังย้ายปลูก เป็นช่วงฤดูฝนและสภาพในแปลงทดลองเป็นพื้นที่ลุ่มทำให้เกิดน้ำท่วมขัง จึงไม่สามารถวัดความชื้นได้ ส่วนความชื้นในดินที่อายุ 4 เดือน หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว มีความชื้นสูงที่สุดอยู่ที่ 22.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีความชื้นน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.0 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

Table 2 Soil moisture content in the plot at 4 months after transplanting

Treatments	Soil moisture (%)
Pai Tong khiao + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	6.43 cd
Pai Tong khiao + 6x6 m + cow manure	4.75 cd
Pai Tong dam + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	0.00 d
Pai Tong dam + 6x6 m + cow manure	6.75 cd
Pai Tong khiao + 6x8 m + powdered powdered bio-organic fertilizer	16.30 ab
Pai Tong khiao + 6x8 m + cow manure	22.08 a
Pai Tong dam + 6x8 m + powdered powdered bio-organic fertilizer	0.00 d
Pai Tong dam + 6x8 m + cow manure	11.05 bc
F-test	**
C.V. (%)	11.1

Different letters were significantly different by DMRT; ** = significant at P≤0.01

2. การเจริญเติบโตของไผ่ตง

ด้านจำนวนกิ่งหลังย้ายปลูกเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว มีจำนวนกิ่งสูงที่สุดอยู่ที่ 4.00 กิ่งต่อกอ ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีจำนวนกิ่งน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.50 กิ่งต่อกอ ที่อายุ 4 เดือน หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีจำนวนกิ่งสูงที่สุดอยู่ที่ 4.50 กิ่งต่อกอ ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีจำนวนกิ่งน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.00 กิ่งต่อกอ (Table 3) ในด้านความสูงกอที่อายุ 2 หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว มีความสูงกอสูงที่สุดอยู่ที่ 1.60 เมตร ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว มีความสูงกิ่งน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.51 เมตร และที่อายุ 4 เดือน หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว มีความสูงกอสูงที่สุดอยู่ที่ 1.70 เมตร ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มี

ความสูงกอน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.00 เมตร (Table 3) ในด้านความเขียวใบไผ่ตงที่อายุ 2 หลังย้ายปลูก พบว่า ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติอยู่ในช่วง 24.43-45.50 SPAD Unit และไผ่ตงอายุ 4 เดือน หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว มีค่าความเขียวใบสูงที่สุดอยู่ที่ 46.99 SPAD Unit ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีค่าความเขียวใบน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.00 SPAD Unit (Table 4) การรอดตายของไผ่ตงที่อายุ 2 หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง, ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว, ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง, ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงที่สุด 100.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายน้อยที่สุดอยู่ที่ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไผ่ตงที่อายุ 4 หลังย้ายปลูก พบว่า ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง, ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x6 เมตร + มูลวัว, ไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงเขียว ระยะปลูก 6x8 เมตร + มูลวัว มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงที่สุด 100.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x6 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง และไผ่ตงดำ ระยะปลูก 6x8 เมตร + ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 4; Figure 2, and 3)

Table 3 Number of branches and Height of Rough Giant Bamboo at 2 and 4 months after transplanting

Treatments	Number of branches (branch/clump)		Height of clump (m)	
	2 months	4 months	2 months	4 months
Pai Tong khiao + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	1.75 b	2.50 ab	1.26	1.38 ab
Pai Tong khiao + 6x6 m + cow manure	2.25 ab	2.75 ab	1.60	1.70 a
Pai Tong dam + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	0.50 b	0.00 b	0.73	0.00 b
Pai Tong dam + 6x6 m + cow manure	0.75 b	1.75 ab	0.51	0.71 ab
Pai Tong khiao + 6x8 m + powdered bio-organic fertilizer	2.50 ab	4.50 a	1.54	1.58 a
Pai Tong khiao + 6x8 m + cow manure	4.00 a	4.00 a	1.20	1.36 ab
Pai Tong dam + 6x8 m + powdered bio-organic fertilizer	2.50 ab	0.00 b	1.38	0.00 b
Pai Tong dam + 6x8 m + cow manure	2.00 ab	2.25 ab	1.56	1.55 a
F-test	**	**	ns	**
C.V. (%)	18.46	19.79	16.78	19.79

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; ** = significant at P≤0.01

Table 4 Leaf greenness and survival of Rough Giant Bamboo at 2 and 4 months after transplanting

Treatments	Leaf greenness (SPAD unit)		Survival (%)	
	2 months	4 months	2 months	4 months
Pai Tong khiao + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	36.35	46.84 a	100.00 a	100.00 a
Pai Tong khiao + 6x6 m + cow manure	39.78	46.99 a	100.00 a	100.00 a
Pai Tong dam + 6x6 m + powdered bio-organic fertilizer	24.43	0.00 b	50.00 c	0.00 b
Pai Tong dam + 6x6 m + cow manure	33.60	34.47 a	75.00 b	75.00 a

Pai Tong khiao + 6x8 m + powdered bio-organic fertilizer	41.20	40.87 a	100.00 a	100.00 a
Pai Tong khiao + 6x8 m + cow manure	34.93	40.25 a	100.00 a	100.00 a
Pai Tong dam + 6x8 m + powdered bio-organic fertilizer	45.50	0.00 b	100.00 a	0.00 b
Pai Tong dam + 6x8 m + cow manure	38.88	34.04 a	75.00 b	75.00 a
F-test	ns	**	**	**
C.V. (%)	14.89	12.37	16.89	16.36

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; ** = significant at P≤0.01



Figure 2 Condition of Rough Giant Bamboo plot at a planting distance of 6x6 m, 4 months after transplanting



Figure 3 Condition of Rough Giant Bamboo plot at a planting distance of 6x8 m in 4 months after transplanting

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการปลูกไผ่ตงแบบอินทรีย์ในดินร่วนปนทราย (sandy loam) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไทยกลุ่มบ้านภูลิตา ม.10 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา พบว่า การปลูกไผ่ตงเขียว โดยใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร และ 6x8 เมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผงหรือมูลวัว อัตรา 1 กิโลกรัม/หลุม และอัตรา 1 กิโลกรัม/กอ ทุก ๆ 2 เดือน ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของไผ่ตงเขียวได้ดีกว่าการปลูกไผ่ตงดำ ทั้งในด้านจำนวนกิ่ง และความสูงกอ อีกทั้งยังมีอัตราการรอดตายที่สูง (100 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เนื่องจากแปลงที่ทำการทดลองมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งในระหว่างการทดลองความชื้นในดินต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และในแปลงทดลองไม่มีระบบน้ำอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ทำให้ไผ่ตงดำมีการเจริญเติบโตต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์การตายสูง ในขณะที่ไผ่ตงเขียวสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงกว่า เพราะไผ่ตงเขียวสามารถทนความแห้งแล้งได้ดี (สราวุธ และคณะ, 2554) การรองก้นหลุมปลูกด้วยมูลวัว หรือปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง ช่วยให้ ไผ่ตงเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะในปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง พบว่ามีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งฟอสฟอรัสมีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของรากพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ยงยุทธ และคณะ, 2551)

สรุปผล

การปลูกไผ่ตงเขียว โดยใช้ระยะปลูก 6x6 เมตร และ 6x8 เมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพแบบผง หรือมูลวัว อัตรา 1 กิโลกรัม/หลุม และอัตรา 1 กิโลกรัม/กอ ทุก ๆ 2 เดือน ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของไผ่ตงเขียวได้ดีกว่าการปลูกไผ่ตง อีกทั้งยังมีอัตราการรอดตายที่สูง (100 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสามารถปลูกได้ในดินร่วนปนทราย (sandy loam)

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปี 2566 ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคคลากรสายสนับสนุนคณะเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยและประสานงานต่าง ๆ และเกษตรกรในตำบลท่ามวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำการทดลองในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กิสณะ ตันเจริญ และสุพล ธนูรักษ์. 2538. ไผ่ตง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุณี ติสวัสดิ์ และพินิจ กัลยาศิลปิน. 2564. ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไผ่ตงศรีปราจีน. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรฉะเชิงเทรา กรมวิชาการเกษตร.

ทิพวัลย์ สีจันทร์ และสุภาวดี ภัทรโกศล. 2531. การปลูกไผ่ตง. เกษตรก้าวหน้า 3(2): 1-17.

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก, ต้องใจ ฤทธิ์เพชร และพรชัย หาระโคตร. 2562. ผลของชนิดและอัตราปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของไผ่ตงหม้อ. Thai J. Sci. Technol. 8(1): 20-30.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สราวุธ สังข์แก้ว, อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ และกิตติศักดิ์ จินดาวงศ์. 2554. ไผ่ในเมืองไทย. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด มหาชน, กรุงเทพมหานคร. 263 น.

สุทัศน์ เล้าสกุล. 2550. ไผ่เศรษฐกิจที่น่าสนใจในประเทศไทย. รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7. สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ หน้า 205-214.

ผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้า

Effects of Chemical Fertilizer Types on Yield Quality of Commercial Cherry Tomato Varieties.

นัสรุดดีน ไพเราะ[1] และจักรพงศ์ จิระแพทย์[1*]

Phairoh, N.[1] and Jirapaet, J.[1*]

[1] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จังหวัดนราธิวาส 96000

[1] Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat, 96000.

**Corresponding author: jakkrapong.j@pnu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้า วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ สายพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ ได้แก่ พันธุ์เรดดี้ และพันธุ์เรดสตาร์ และชนิดปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 0-0-60 และ 13-0-46 สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ (1 ซ้ำ/1 ต้น) พบว่า มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้ามีปริมาณและคุณภาพผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่าสีแดง (*a**) ของผิวผลของพันธุ์เรดสตาร์ เท่ากับ 26.58 มากกว่าพันธุ์เรดดี้ สำหรับชนิดปุ๋ยเคมีพบว่า มะเขือเทศที่ให้ปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีจำนวนผล 68.2 ผลต่อต้น น้ำหนักผล 12.12 กรัม น้ำหนักผลทั้งหมด 229.02 กรัม ความกว้างและความยาวผล 24.46 และ 34.93 มิลลิเมตร ความหนาเนื้อ 2.46 เซนติเมตร และค่า *a** 27.13 มากที่สุดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น และปุ๋ยเคมี 13-0-46 และ 0-0-60 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดเท่ากับ 5.59 และ 5.54 องศาบริกซ์ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 และมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดดี้ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมี 13-0-46 มากที่สุด ด้านน้ำหนักผล 12.81 กรัมต่อผล ความยาวผล 35.47 มิลลิเมตร และความหนาเนื้อ 2.49 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

คำสำคัญ : มะเขือเทศเชอรี่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรต คุณภาพผล

Abstract

The research objective was to study the effect of chemical fertilizer types on the yield quality of commercial cherry tomatoes. The experimental design was Factorial in CRD and consisted of 2 factors: 1) 2 commercial cherry tomato varieties, including Reddy, and Red star, 2) chemical fertilizers consisted of 15-15-15, 0-0-60, and 13-0-46, 5 replicates per experiment (1 replicate/1 plant). It was found that the commercial cherry tomatoes had the quantity and quality of the yield, which are not statistically different and except for the red value (a*) of the fruit skin of Red Star variety, which had 26.58, higher than the Reddy variety. For the type of chemical fertilizer, it was found that the chemical fertilizer 13-0-46 had the number of fruits 68.2 fruits per plant, fruit weight 12.12 g., total fruit weight 229.02 g, fruit width and length 24.46 and 34.93 mm, flesh thickness 2.46 cm, and a very high a* value of 27.13 by the highest values were statistically significantly different ($p<0.05$) when compared to other experiments, and the chemical fertilizers 13-0-46 and 0-0-60 had the highest amount of soluble solids equal to 5.59 and 5.54 $^{\circ}$ Brix was a significantly different statistical difference ($p<0.01$) that compared to the chemical fertilizer 15-15-15 and the Ready cherry

tomatoes responded the most to the chemical fertilizer 13-0-46. Fruit weight was 12.81 g/fruit, fruit length was 35.47 mm, and flesh thickness was 2.49 cm. They were statistically significantly different ($p<0.01$).

Keywords: cherry tomato, potassium chloride, potassium nitrate, fruit quality

บทนำ

มะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum*) เป็นผักและผลไม้ที่มีผู้นิยมบริโภคทั้งรับประทานผลสดและนำมาประกอบอาหารรวมทั้งนำมาแต่งจานอาหารเพื่อให้ดูน่ารับประทานมากขึ้น เพราะมีรูปร่างลักษณะรวมถึงสีสันที่หลากหลาย มะเขือเทศมีคุณค่าทางโภชนการสูงเป็นแหล่งแร่ธาตุและวิตามินต่างๆที่จำเป็นสำหรับร่างกาย เช่น วิตามินซี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุเหล็ก รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกไลโคปีน (Lycopene) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) เบต้าแคโรทีน (Beta - carotene) และกรดอะมิโน (Amino acid) เป็นต้น ปัจจุบันมะเขือเทศเชอรี่เป็นพืชที่ได้รับความนิยมสูงมากในกลุ่มรักสุขภาพ เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงทั้งในรูปผลสดหรือทานเป็นผลไม้ และแปรรูปให้บริโภคง่ายขึ้น เช่น อบแห้ง และแช่อิ่ม เป็นต้น (กนกพร และคณะ, 2565) ปริมาณผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ในปี 2565 ประเทศไทยยังคงส่งออกมะเขือเทศมากที่สุดปริมาณ 1,752 ตัน มูลค่า 8,760,000 ล้านบาท เมื่อเทียบกับปี 2564 ประเทศไทยผลิตมะเขือเทศมากกว่าปี 2565 ในปริมาณ 2,585.60 ตัน มูลค่า 127.01 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ กัมพูชา เวียดนาม ญี่ปุ่น ลาว สิงคโปร์ และเมียนมา (กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก, 2564)

จากแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มมากขึ้นการจัดการปุ๋ยในการปลูกมะเขือเทศเพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศมีความจำเป็น ซึ่งปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต (จุฑาทิพย์ และคณะ, 2565) เดิมมะเขือเทศเชอรี่จะมีรสชาติที่แตกต่างจากมะเขือเทศอื่นๆจะมีรสชาติที่ค่อนข้างจืดอมเปรี้ยวเล็กน้อย และมีกลิ่นเฉพาะอ่อนๆ มีรายงานวิจัยของ วราภรณ์ และคณะ (2564) มีเปอร์เซ็นต์ความหวานเฉลี่ยประมาณ 8-10 องศาบริกซ์ ที่ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อมะเขือเทศเชอรี่พบว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมต่อผลผลิตมะเขือเทศและองค์ประกอบผลผลิตว่า การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น 3.67 ถึง 3.97 องศาบริกซ์สัดส่วนของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตเท่ากับ 25:75 และ 0:100 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการเติบโต สร้างผลผลิต และยกระดับคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 (จุฑาทิพย์ และคณะ, 2565) ทั้งนี้ การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตในระยะการพัฒนาของผลมะเขือเทศก่อนการเก็บเกี่ยว จะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และพัฒนาคุณภาพของผลผลิตให้เป็นที่ต้องการของตลาดได้ ที่ผ่านมาแนวทางการให้ปุ๋ยมะเขือเทศเชอรี่จากแปลงกินผัก (Green Park) พื้นที่ต้นแบบศูนย์กลางการรวบรวมและกระจายผลผลิตทางการเกษตร การให้ปุ๋ยจะให้เมื่อปลูกลงแปลงได้ 7 วัน โดยปุ๋ยที่ใช้จะเป็นสูตร 46-0-0 และ 15-15-15 อัตราส่วน 1:1 ละลายน้ำรด 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ใส่ทุกๆ 7 วัน เมื่อต้นมะเขือเทศเชอรี่เริ่มออกดอกให้ใส่ปุ๋ย สูตร 8-24-24 และ 15-15-15 อัตราส่วน 1:1 โดยละลายน้ำรด 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร สำหรับการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศเชอรี่นั้นสามารถเก็บได้เมื่อมีอายุประมาณ 80-85 วันหลังหยอดเมล็ด (กรุง, 2555)

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาทดลองผลของการใช้ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่เพื่อเปรียบเทียบชนิดของปุ๋ยเคมีที่สามารถปรับปรุงคุณภาพการผลิตมะเขือเทศเชอรี่ และสามารถนำข้อมูลที่ได้ส่งเสริมแก่เกษตรกร และผู้ที่สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2566 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2567 สถานที่ทำการวิจัย ฟาร์มพืชศาสตร์ และห้องปฏิบัติการพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส โดยทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ต้นมะเขือเทศเชอรี่ในวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุได้ 14 วัน ทำการย้ายปลูกลงในถุงปลูก ขนาด 8x16 นิ้ว ที่ใช้ขี้เถ้ากาก ปาล์มผสมพีทมอส อัตรา 1:1 (w/w) เป็นวัสดุปลูก แล้วรดน้ำทุกวัน เช้า-เย็น จัดวางถุงปลูกให้มีระยะห่างระหว่างต้น 40 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 70 เซนติเมตร ทำค้างค้ำต้นมะเขือเทศเชอรี่ เมื่อมะเขือเทศเชอรี่อายุ 15 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ จึงทำการศึกษาชนิดของปุ๋ยเคมีต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ สายพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ ได้แก่ พันธุ์เรดดี้ และ

พันธุ์เรดสตาร์ และชนิดปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (ชุดควบคุม), 0-0-60 และ 13-0-46 สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ (1 ซ้ำ/1 ต้น) ทำการใส่ปุ๋ยอัตรา 5 กรัมต่อต้นแก่มะเขือเทศเชอรี่ครั้งแรกในช่วงดอกแรกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นทั้งหมด ใส่ปุ๋ยจำนวน 3 ครั้งทุกๆ 15 วัน โดยใส่ปุ๋ยหลักเพียงอย่างเดียวในช่วงที่มีการออกดอก การติดผล และการพัฒนาของผล เก็บผลผลิตหลังจากใส่ปุ๋ยเคมีตามสิ่งทดลองแล้ว 5 สัปดาห์ เก็บผลผลิต 3 ครั้ง ทุกๆ 7 วัน และนำผลผลิตมาทดสอบคุณภาพผลผลิต โดยสุ่มผลมะเขือเทศเชอรี่ จำนวน 5 ผลต่อซ้ำ บันทึกข้อมูลผลผลิต ประกอบด้วย จำนวนผล (ผลต่อต้น) น้ำหนักผลทั้งหมด (กรัม) น้ำหนักต่อผล (กรัม) ขนาดความกว้างและความยาวของผล (มิลลิเมตร) ความหนาเนื้อ (เซนติเมตร) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) ด้วยเครื่องวัดความหวาน (hand refractometer) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และสีผล ด้วยเครื่อง Hunter lab colorimeter นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม R 4.3.2)

ผลการทดลอง

ผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้า พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มีจำนวนผลต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ชนิดปุ๋ยเคมีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 68.20 ผลต่อต้น รองลงมาคือ ปุ๋ยเคมี 15-15-15 มีจำนวนผล เท่ากับ 59.10 ผลต่อต้น และปุ๋ยเคมี 0-0-60 มีจำนวนผลน้อยที่สุด เท่ากับ 35.70 ผลต่อต้น และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน พบว่า จำนวนผลต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) สำหรับน้ำหนักผล พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มีน้ำหนักผลไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ชนิดปุ๋ยเคมีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีน้ำหนักผลมากที่สุดเท่ากับ 12.12 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีชนิดอื่นๆ เมื่อพิจารณาพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่า มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดดี้ที่ได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีน้ำหนักผลมากที่สุดเท่ากับ 12.81 กรัม แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ (Table 1) ส่วนน้ำหนักผลทั้งหมด พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ชนิดปุ๋ยเคมีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 และ 15-15-15 มีน้ำหนักผลทั้งหมดมากที่สุด เท่ากับ 229.02 และ 199.24 กรัม และปุ๋ยเคมี 0-0-60 มีน้ำหนักผลทั้งหมดน้อยที่สุด เท่ากับ 115.27 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักผลทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

เมื่อพิจารณาคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มีขนาดผลและความหนาเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่า ขนาดผลและความหนาเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีความกว้างผลและความยาวผล เท่ากับ 24.46 และ 34.93 มิลลิเมตร และความหนาเนื้อ เท่ากับ 2.46 เซนติเมตร มีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆ ขณะที่พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดปุ๋ยเคมี พบว่า ความกว้างผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความยาวของผล และความหนาเนื้อของมะเขือเทศพันธุ์เรดดี้ที่ได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 35.47 มิลลิเมตร และ 2.49 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชนิดของปุ๋ยเคมี 13-0-46 และ 0-0-60 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดเท่ากับ 5.59 และ 5.54 องศาบริกซ์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 ที่มีค่าเพียง 5.13 องศาบริกซ์ ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสีของผลมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า ค่าความสว่างของผล (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่าสีแดง (a^*) พบว่า มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดสตาร์มีค่า a^* มากที่สุดเท่ากับ 26.58 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เรดดี้ที่มีค่า a^* เท่ากับ 25.64 และการได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 ทำให้มะเขือเทศเชอรี่มีค่า a^* มากที่สุดเท่ากับ 27.13 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 0-0-60 ที่มีค่า a^* เท่ากับ 25.74 และ 25.46 ตามลำดับ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4)

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้า พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มีจำนวนผล น้ำหนักต่อผล น้ำหนักผลรวม ขนาดของผล และความหนาเนื้อไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมะเขือเทศเชอรี่ที่นำมาใช้ศึกษาเป็นพันธุ์ทางการค้าที่มีจำหน่ายและนิยมปลูกกันทั่วไปจะเป็นพันธุ์ลูกผสมที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์ของบริษัทเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ ที่พัฒนาให้มีเจริญเติบโตดี และมีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรม (เสาวนี และคณะ, 2564) และมะเขือเทศเชอรี่ที่นิยมมารับประทานสดมีน้ำหนักผลประมาณ 5-15 กรัม (กรุง, 2555 และณัฐกฤตา และคณะ, 2562) แต่ชนิดปุ๋ยเคมีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 68.20 ผลต่อต้น และน้ำหนักผลมากที่สุดเท่ากับ 12.12 กรัม สอดคล้องกับ ศัสยมน และคณะ (2560) ทำการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกขี้หนูผลใหญ่ในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า การให้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียม ทำให้ผลผลิตสะสม และน้ำหนักผลของพริกมีค่ามากกว่าใช้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 เมื่อพิจารณาพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่ามะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดดี้ที่ได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีน้ำหนักผลมากที่สุดเท่ากับ 12.81 กรัม แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ซึ่งอาจเนื่องมาจากชนิดของพืชที่มีสายพันธุ์ที่แตกต่างกันจะมีการตอบสนองต่อปัจจัยการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันได้ ในขณะที่ กนกพร และคณะ (2565) กล่าวว่า ปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักสดและจำนวนผลผลิตของมะเขือเทศ

เมื่อพิจารณาคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า พันธุ์มะเขือเทศเชอรี่มีขนาดผลและความหนาเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่า ขนาดผลและความหนาเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีความกว้างผลและความยาวผล เท่ากับ 24.46 และ 34.93 มิลลิเมตร และความหนาเนื้อ เท่ากับ 2.46 เซนติเมตร มีค่ามากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติของธาตุโพแทสเซียมที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผล โดยมีส่วนสำคัญในกระบวนการเคลื่อนย้ายสารในพืช กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ การสังเคราะห์โปรตีน การสร้างแป้ง และน้ำตาล รวมทั้งการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากแหล่งผลิตไปเก็บไว้ในส่วนสะสมอาหาร (ยงยุทธ, 2558) จากผลการศึกษาของ สุรพล และสุชาติ (2557) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเตรต สามารถกระตุ้นการแตกใบ และเพิ่มพื้นที่ใบในต้นเงาะโรงเรียนได้ จึงเป็นการเพิ่มพื้นที่แหล่งสารอาหารให้แก่พืชได้ดีขึ้น สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่าพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชนิดของปุ๋ยเคมี 13-0-46 และ 0-0-60 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดเท่ากับ 5.59 และ 5.54 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ตามที่ Woldemariam และคณะ (2018) กล่าวว่า ระดับปุ๋ยโพแทสเซียมที่ใช้ในมะเขือเทศที่แตกต่างกันจะมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เมื่อใช้ปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมจะเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่หากใช้ในปริมาณที่มากเกินความต้องการจะส่งผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบสู่ผล ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีคุณภาพดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) จุฑาทิพย์และคณะ (2565) รายงานว่า ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟตเพิ่มความหวานให้มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154 ได้ ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสีของผลมะเขือเทศเชอรี่ พบว่า ค่าความสว่างของผล (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่าสีแดง (a^*) พบว่ามะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดสตาร์มีค่า a^* มากที่สุดเท่ากับ 26.58 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เรดดี้ที่มีค่า a^* เท่ากับ 25.64 และการได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 ทำให้มะเขือเทศเชอรี่มีค่า a^* มากที่สุดเท่ากับ 27.13 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่กับชนิดของปุ๋ยเคมี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากรายงานของ เกศกนก และคมกฤษณ์ (2563) กล่าวว่า ค่าสีแดง a^* ของผิวมะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีค่าสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งนี้อาจเกิดจากคุณสมบัติของสายพันธุ์เอง ชนิดของปุ๋ย และสภาพแวดล้อมที่พืชเจริญเติบโตที่จะส่งผลต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเช่นเดียวกัน

สรุปผล

จากการศึกษาผลของชนิดปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์การค้า จึงสามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยเคมี 13-0-46 (โพแทสเซียมไนเตรต) ทำให้มะเขือเทศเชอรี่มีจำนวนผล น้ำหนักผล น้ำหนักผลทั้งหมด ขนาดของผล ความหนาเนื้อ และ

ค่าสีแดงของผิวผลมากที่สุด โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีที่มีโพแทสเซียมสูงจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง และมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์เรดดี้ที่ได้รับปุ๋ยเคมี 13-0-46 มีน้ำหนักผล ความยาวผล และความหนาเนื้อมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กนกพร มานันตพงศ์, อนงนาฏ ศรีประโชติ, ศิริรัตน์ อนุตระกูลชัย, รัฐพล ไกรกลาง และพรทิวา กัญยวงศ์หา. 2565. ผลของการลดปริมาณโพแทสเซียมต่อคุณภาพผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์. วารสารแก่นเกษตร. 50(4) : 1006-1018.

กรุง สีตะธนี. 2555. การปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในภาคกลาง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. 3 หน้า.

กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก. 2564. วิเคราะห์สถานการณ์เศรษฐกิจการค้าไทยรายภูมิภาค. เข้าถึงได้จาก: https://uploads.tpso.go.th/wiekhraaahsthaankaarnesrsthkicchphuumiphaakh_eduuenk.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 13 สิงหาคม 2566]

เกศกนก วงศ์ชยานันท์ และคมกฤษณ์ แสงเงิน. (2563). ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่. วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. 15(1): 115-123

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). ปฐพีวิทยาเบื่องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จุฑาทิพย์ เนตรวัฒน์, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง และศุภชัย อำคา. 2565. สัดส่วนของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซัลเฟตต่อการเติบโต ผลผลิต และ คุณภาพผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ CH154. วารสารแก่นเกษตร. 50(1): 202-207.

ณัฐกฤตา คำหนู, อัญชัญ ชมภูพวง, วิพัฒน์ ดวงโภชน์, วีระพันธ์ กันแก้ว, นาวิน สุขเลิศ และศิลวัฒ พัฒโนดม. 2562. รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การคัดเลือกสายพันธุ์มะเขือเทศผลเล็กรับประทานสด. เข้าถึงได้จาก: https://archive.lib.cmu.ac.th/full/rpf/2562/rpf251-62.pdf [เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2567]

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ. 548 หน้า

วราภรณ์ ทือเกาะ, ปภาดา ผาไชยสงค์ และกัญญารัตน์ ศรีวิชัย. 2564. รายงานปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของ GA_3 ต่อการติดผลของมะเขือเทศพันธุ์สวีทบอย และสวีทเกิร์ล, วิชาปัญหาพิเศษ, สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 21 : 2-34.

ศัสยมน นิเทศพัตรพงศ์ อำไพ ประเสริฐสุข และนันทนา โพธิ์สุข. 2560. ปฏิสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกขี้หนูผลใหญ่ในจังหวัดกาญจนบุรี. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid =2422. [เข้าถึงเมื่อ 30 เมษายน 2567]

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. แปลงใหญ่มะเขือเทศเต่างอย ตัวอย่างผลสำเร็จยกระดับแปลงใหญ่. เข้าถึงได้จาก: https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก./40648/TH-TH. [เข้าถึงเมื่อ 13 สิงหาคม 2566]

สุรพล ฐิติธนากุล และสุชาติ เชิงทอง. 2557. ผลของสาร โพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และไทโอยูเรีย (Thiourea) ต่อการแตกตาในเงาะ (*Nephelium lappaceum* L.) พันธุ์โรงเรียน. แก่นเกษตร 42(3): 26-31.

เสาวนี เขตสกุล, จิรภา ออสติน, อรรถพล รุกขพันธ์, รัชนี ศิริยาน, สุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง, ปัญจพล สิริสุวรรณมา, บุญญาภา ศรีหาตา และเพทาย กาญจนเกสร. 2564. การเปรียบเทียบและทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่. เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2021/09/การเปรียบเทียบและทดสอบพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2567]

Woldemariam, S. H., Lal, S., Zelelew, D. Z. and Solomon, M. T. 2018. Effect of Potassium Levels on Productivity and Fruit Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Journal of Agricultural Studies.

Table 1 Number of fruits, fruit weight, and total fruit weight of commercial cherry tomato varieties using different chemical fertilizers.

Treatment		No. of fruits (fruit/plant)	Fruit weight (g)	Total fruit weight (g)
Commercial varieties	Reddy	50.53±22.08	11.53±1.61	177.54±82.04
(A)	Red star	58.12±28.10	10.94±1.22	184.81±75.28
F-test		ns	ns	ns
Chemical fertilizer	15-15-15	59.10±17.48ab[1/]	10.93±1.46b	199.24±64.52a
(B)	0-0-60	35.70±10.46b	10.67±1.32b	115.27±44.35b
	13-0-46	68.20±31.53a	12.12±1.21a	229.02±73.95a
F-test		**	*	**
A*B		ns	**	ns
CV (%)		40.26	10.08	34.37

Note : ns = not statistically different, * = significantly different ($p<0.05$), ** = very significantly different ($p<0.01$) and

[1/] Mean value followed by different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ using DMRT.

Table 2 Fruit width, fruit length, and flesh thickness of commercial cherry tomatoes using different chemical fertilizers.

Treatment		Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	Flesh thickness (cm)
Commercial varieties	Reddy	23.76±1.04	33.57±2.39	2.38±0.13
(A)	Red star	23.37±1.24	34.08±1.38	2.36±0.10
F-test		ns	ns	ns
Chemical fertilizer	15-15-15	22.96±1.00b[1/]	33.56±1.65ab	2.33±0.09b
(B)	0-0-60	23.28±1.09b	32.99±2.23b	2.31±0.10b
	13-0-46	24.46±0.82a	34.93±1.48a	2.46±0.08a
F-test		**	*	**
A*B		ns	**	**
CV (%)		3.89	4.52	3.47

Note : ns = not statistically different, * = significantly different ($p<0.05$), ** = very significantly different ($p<0.01$) and

[1/] Mean value followed by different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ using DMRT.

Table 3 Total soluble solid and titratable acid of commercial cherry tomato varieties using different chemical fertilizers.

Treatment		Total soluble solid (°Brix)	Titratable acid (%)
Commercial varieties	Reddy	5.40±0.35	0.066±0.003
(A)	Red star	5.45±0.29	0.067±0.003
F-test		ns	ns
Chemical fertilizer	15-15-15	5.13±0.36b[1/]	0.066±0.002
(B)	0-0-60	5.54±0.13a	0.066±0.002
	13-0-46	5.59±0.18a	0.068±0.004
F-test		**	ns
A*B		ns	ns
CV (%)		4.77	4.48

Note : ns = not statistically different, * = significantly different ($p<0.05$), ** = very significantly different ($p<0.01$) and

[1/] Mean value followed by different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ using DMRT.

Table 4 Changes in color value of commercial cherry tomatoes using different chemical fertilizers.

Treatment		Changes in color value		
		L^*	a^*	b^*
Commercial varieties	Reddy	13.44±0.42	25.64±1.19b[1/]	27.51±0.72
(A)	Red star	13.65±0.49	26.58±1.37a	27.94±0.64
F-test		ns	*	ns
Chemical fertilizer	15-15-15	13.68±0.45	25.74±1.03b	27.92±0.62
(B)	0-0-60	13.29±0.21	25.46±1.30b	27.40±0.51
	13-0-46	13.68±0.58	27.13±1.14a	27.86±0.87
F-test		ns	*	ns
A*B		ns	ns	ns
CV (%)		3.00	4.11	2.38

Note : ns = not statistically different, * = significantly different ($p<0.05$), ** = very significantly different ($p<0.01$) and

[1/] Mean value followed by different letters in the same column are significantly different at $p<0.05$ using DMRT.

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (อะมีทรีน อะมิคาร์บาโซน และ ไดยูรอน) ในกล้วยหอมทอง

Phytotoxicity of photosynthesis inhibiting herbicides (ametryn, amicarbazone and diuron) in *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong'

เอกรัตน์ ธนูทอง[1*] จรัญญา ปิ่นสุภา[2] ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย[1] ปรัชญา เอกฐิน[1] เทอดพงษ์ มหาวงศ์[1] และ อุษณีย์ จินดากุล[1]

Tanutong, A.[1*], Pinsupa, J.[2], Rujirapongchai, P.[1], Ekkathin, P.[1], Mahawong, T.[1] and Chindakul, A.[1]

[1] กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1] Weed Science Group Plant, Plant Protection Research and Development office, Department of Agriculture, 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

[2] กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Academic Group, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

**Corresponding author: akekarat.t@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในกล้วยหอมทอง ดำเนินการทดลอง ณ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG และ diuron 80% SC อัตรา 400, 168 และ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช ผลการทดลองพบว่า สารกำจัดวัชพืช ametryn, amicarbazone และ diuron มีความเป็นพิษรุนแรง ที่ 3 วันหลังพ่นสาร โดยใบอ่อนที่ม้วนแบบซิก้าและใบที่สัมผัสสารเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเทา แผ่นใบแห้งและไหม้จากบริเวณขอบใบเข้าหาเส้นกลางใบ ที่ 7 วันหลังพ่นสาร ความเป็นพิษลดลงอยู่ในระดับปานกลาง โดยใบอ่อนที่ม้วนแบบซิก้าเจริญเติบโตได้ปกติ ใบที่ 3 แผ่นใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แห้งและไหม้ แต่ก้านใบ กาบใบ และลำต้นเทียมมีสีเขียวปกติ และที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

คำสำคัญ: กล้วยหอมทอง ความเป็นพิษต่อพืช สารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

Abstract

This research aim to study the phytotoxicity of photosynthesis inhibiting herbicides in *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong'. The experiment was conducted at Mueang Phetchaburi district, Phetchaburi province. The experimental design was arranged in a RCB with five replications and four treatments including ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG and diuron 80% SC at 400, 168 and 400 g ai/rai respectively. compare with nontreated. The results showed that ametryn, amicarbazone and diuron is severely toxic at 3 days after application. The cigar leaf and other leaves exposed to herbicides changes to grayish brown. The leaf blade necrosis from margin

approaches midrib. Then there is moderately toxic at 7 days after application. The cigar leaf can then grow normally. The leaf III changes to brown, necrosis, but the petiole, leaf sheath and pseudostem are still green. *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' can then grow normally 15 days after application.

Keywords: *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong', phytotoxicity, photosynthesis inhibiting herbicides

บทนำ

กล้วยหอมทอง (*Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong') เป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศไทยปีละหลายร้อยล้านบาท จากข้อมูลปี 2566 ประเทศไทยส่งออกกล้วยหอมในรูปผลสดประมาณ 8,136 ตัน คิดเป็นมูลค่า 183 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) การจัดการวัชพืชในแปลงกล้วยหอมปลูกใหม่มีความสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงที่กล้วยหอมมีอายุ 1-3 เดือนหลังปลูก เนื่องจากเป็นระยะที่กล้วยหอมต้องการความชื้นสูง จึงเป็นสาเหตุให้การแข่งขันของวัชพืชเกิดขึ้นสูง การปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งขันกับกล้วยหอมตั้งแต่เริ่มปลูก ส่งผลให้การเจริญเติบโตของกล้วยหอมชะงัก ต้นแคระแกร็น อีกทั้งวัชพืชยังเป็นที่อยู่อาศัยของศัตรูพืชอื่นๆ (พรชัย, 2540; กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2560) การควบคุมวัชพืชมีหลายวิธี เช่น ใช้แรงงานคน เครื่องจักรกล หรือใช้สารกำจัดวัชพืช ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง และขาดแคลนแรงงาน เกษตรกรจึงนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น โดยสารกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้ คือ สาร paraquat เช่นเดียวกับประเทศออสเตรเลียที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat อัตรา 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เพื่อกำจัดวัชพืชในกล้วย (Tony, 2016) แต่ในปัจจุบันประเทศไทยได้ยกเลิกการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ตั้งแต่วันที่1 มิถุนายน 2563 เนื่องจากมีความไม่ปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2563) จากปัญหาการยกเลิกการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ข้างต้น ส่งผลให้เกษตรกรไทยไม่สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวได้อีกต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ ametryn, amicarbazone และ diuron ในกล้วยหอมทอง สำหรับเป็นทางเลือกแทนการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ให้แก่เกษตรกร เพื่อใช้กำจัดวัชพืชในแปลงปลูกกล้วยหอมทอง

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอม

ผสมวัสดุปลูกซึ่งประกอบด้วย ดินและปุ๋ยคอก (มูลวัว) ในอัตราส่วน 3 ต่อ 1 ลงในกระบะซีเมนต์ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร และปลูกกล้วยหอม จำนวน 1 หน่อต่อกระบะ โดยใช้หน่อกล้วยหอมที่มีความสมบูรณ์และใกล้เคียงกัน หลังจากปลูกกล้วยหอมประมาณ 2 เดือน (มีจำนวนใบ 4-5 ใบ) ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธีการทดลอง โดยพ่นลงบนใบของกล้วยหอม ด้วยเครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบรูปพัด (flat fan) ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร ametryn 50% SC	อัตราการใช้ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร amicarbazone 70% WG	อัตราการใช้ 168 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร diuron 80% SC	อัตราการใช้ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
กรรมวิธีที่ 4 ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช (control)	

การบันทึกข้อมูล

1) ความเป็นพิษต่อต้นกล้วยหอม ที่ระยะ 3, 7, 15, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร โดยให้คะแนนจากการประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ ตามระดับคะแนน ดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษ, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง, 10 = พืชปลูกตาย (เอกรัตน์ ธนูทอง และคณะ, 2567)

ระดับคะแนน	ลักษณะที่ปรากฏ
0	พืชปลูกไม่แสดงอาการเกิดพิษ สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติเช่นเดียวกับ control
1	ใบเปลี่ยนสีบริเวณขอบใบไม่ถึงกลางใบ เจริญเติบโตได้ปกติ
2	ใบเปลี่ยนสีบางส่วนแต่ไม่ทั่วทั้งใบ เจริญเติบโตได้ปกติ
3	ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วต้น เจริญเติบโตได้ปกติ
4	ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วต้น หรือใบผิดรูป หรือมีอาการไหม้บริเวณขอบใบไม่ถึงกลางใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนสีเขียวปรากฏ 60% เมื่อเทียบกับ control
5	ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วต้น หรือใบผิดรูป หรือใบไหม้บางส่วนแต่ไม่ทั่วทั้งใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนสีเขียวปรากฏ 50% เมื่อเทียบกับ control
6	ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วต้น หรือใบผิดรูป หรือใบไหม้ทั้งใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนสีเขียวปรากฏ 40% เมื่อเทียบกับ control
7	ใบเปลี่ยนสี หรือใบผิดรูป หรือใบไหม้ทั้งต้น แต่มีส่วนสีเขียวปรากฏ 30% เมื่อเทียบกับ control
8	ใบเปลี่ยนสี หรือใบผิดรูป หรือใบไหม้ทั้งต้น แต่มีส่วนสีเขียวปรากฏ 20% เมื่อเทียบกับ control
9	ใบเปลี่ยนสี หรือใบผิดรูป หรือใบไหม้ทั้งต้น แต่มีส่วนสีเขียวปรากฏ 10% เมื่อเทียบกับ control
10	พืชปลูกตายทั้งหมด

2) ความสูงของต้นกล้วยหอม ที่ระยะ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร โดยวัดจากส่วนลำต้นเหนือดินจากพื้นดินถึงโคนก้านใบของใบที่คลี่ออกแล้ว

3) จำนวนใบและจำนวนหน่อ ที่ระยะ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

4) น้ำหนักสด (ชั่งน้ำหนักสดส่วนลำต้นเหนือดินของกล้วยหอม) และน้ำหนักแห้งของต้นกล้วยหอม (อบแห้งส่วนลำต้นเหนือดินของกล้วยหอมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 120 ชั่วโมง) ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อกล้วยหอม

จากการประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อกล้วยหอมด้วยสายตา โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช (Table 1 และ Figure 1-4) พบว่า สารกำจัดวัชพืช ametryn, amicarbazone และ diuron มีความเป็นพิษรุนแรง (คะแนนเท่ากับ 8, 7 และ 7) ต่อกล้วยหอม ที่ระยะ 3 วันหลังพ่นสาร โดยใบอ่อนที่ม้วนแบบซิก้า (cigar leaf) และใบที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเทา เนื้อใบแห้งและไหม้ (necrosis) อาการไหม้เกิดจากบริเวณขอบใบเข้าหาเส้นกลางใบ (midrib) แต่ก้านใบ (petiole) กาบใบ (leaf sheath) และลำต้นเทียม (pseudostem) ยังมีสีเขียวอยู่ จากนั้นที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร ความเป็นพิษลดลงอยู่ในระดับปานกลาง (คะแนนเท่ากับ 4, 4 และ 5) โดยใบอ่อนที่ม้วนแบบซิก้าเจริญเติบโตได้ปกติ ใบอ่อนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แห้งและไหม้บริเวณขอบใบไม่ถึงกลางใบ ใบที่ 3 (leaf III) แผ่นใบ (leaf blade) เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แห้งและไหม้ บริเวณขอบก้านใบ (petiole margins) เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ แห้งและไหม้ แต่ก้านใบ กาบใบ และลำต้นเทียมยังมีสีเขียวอยู่ เมื่อเข้าสู่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมเจริญเติบโตได้ตามปกติ (คะแนนเท่ากับ 0) เนื่องจากสารกำจัดวัชพืช ametryn อยู่ในกลุ่ม Triazines สามารถเข้าสู่ต้นพืชได้ทั้งทางใบและทางราก แต่สารจะเข้าทางใบได้เร็วมาก จึงมีระดับคะแนนความเป็นพิษสูงถึง 8 คะแนน เมื่อสารเข้าสู่พืชแล้วจะเคลื่อนย้ายผ่านทางเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ (xylem) แล้วไปสะสมบริเวณจุดเจริญ (growing point) ของพืช ในขณะที่สารกำจัดวัชพืช amicarbazone อยู่ในกลุ่ม Triazolinone และสารกำจัดวัชพืช diuron อยู่ในกลุ่ม Ureas สามารถเข้าสู่ต้นพืชทางระบบราก โดยเคลื่อนย้ายผ่านทาง

เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำแล้วเคลื่อนที่ขึ้น (upward) ไปสะสมบริเวณลำต้นและใบของพืช ทั้งนี้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมีกลไกการทำลายพืชโดยยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระบบแสง II ของพืช สารจะไปจับกับ specific site ในคลอโรฟิลล์ ทำให้พืชไม่สามารถสร้าง ATP และ NADPH (ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช) ส่งผลให้พืชแสดงอาการใบซีดเหลือง (chlorosis) จากนั้นจะแสดงอาการใบแห้งและไหม้ (necrosis) ในเนื้อเยื่อพืชที่อายุมากจะแสดงอาการมากกว่าเนื้อเยื่อพืชที่อายุน้อย (คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์พิษวิทยารามาธิบดี, 2567; ทศพล, 2560; Shaner *et al*., 2014)

Table 1 Phytotoxicity of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' at 3, 7, 15, 30, 60 and 90 days after application.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Phytotoxicity					
		3 DAA[1/]	7 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
ametryn 50% SC	400	8[2/]	4	0	0	0	0
amicarbazone 70% WG	168	7	4	0	0	0	0
diuron 80% SC	400	7	5	0	0	0	0
control	-	0	0	0	0	0	0

Note: [1/] DAA = Days after application

[2/] Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10; 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely killed

การเจริญเติบโตของกล้วยหอม

ผลของสารกำจัดวัชพืช ametryn, amicarbazone และ diuron ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอม (Table 2-3) พบว่าความสูงของต้นกล้วยหอมที่ระยะก่อนพ่นสารในทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 42.8-43.6 เซนติเมตร จากนั้นกล้วยหอมมีความสูงลดลงเมื่อได้รับสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร โดยที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมีความสูงอยู่ระหว่าง 74.6-77.6 เซนติเมตร ในขณะที่กรรมวิธีไม่พ่นสารมีความสูง 116.8 เซนติเมตร เช่นเดียวกับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร ซึ่งพบว่าสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลงอยู่ระหว่าง 3,780.0-4,070.0 และ 286.4-310.2 กรัม แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง 5,405.0 และ 441.6 กรัม สำหรับจำนวนใบที่ระยะก่อนพ่นสาร 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ในทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนใบอยู่ระหว่าง 4.6-5.4, 9.2-9.6, 14.8-15.0 และ 17.0-17.8 ใบต่อต้นตามลำดับ ส่วนจำนวนหน่อของกล้วยหอม พบว่า ที่ระยะก่อนพ่นสารและระยะ 30 วันหลังพ่นสาร กล้วยหอมยังไม่มีการแตกหน่อ เมื่อเข้าสู่ระยะ 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร ทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนหน่ออยู่ระหว่าง 3.4-3.8 และ 3.6-4.0 หน่อต่อต้น หากข้อมูลไม่แตกต่างแนะนำให้นำเสนอเป็นกราฟประกอบเนื้อหาผลการศึกษา

ทั้งนี้กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ametryn, amicarbazone และ diuron มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกล้วยหอมไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช เนื่องจากกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวพบความเป็นพิษรุนแรง ที่ระยะ 3 วันหลังพ่นสาร โดยใบที่สัมผัสสารกำจัดวัชพืชเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเทา เนื้อใบแห้งและไหม้ ซึ่งสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวมีกลไกการทำลายพืชโดยยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระบบแสง II ของพืช ในเนื้อเยื่อพืชที่อายุมากจะแสดงอาการมากกว่าเนื้อเยื่อพืชที่อายุน้อย (ทศพล, 2560; Shaner et al., 2014) ส่งผลให้ใบกล้วยหอมที่เจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งคือแหล่งสร้างอาหาร (source) ของพืชถูกทำลายไป จึงไม่มีสารอาหารหรือสารสังเคราะห์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthate) เหลือพอที่จะส่งไปเลี้ยงในส่วนของลำต้นเทียมและเหง้า ซึ่งคือแหล่งใช้หรือแหล่งเก็บสะสมอาหาร (sink) ของพืช

(พูนพิภพ, 2549) ทำให้กล้วยหอมชะงักการเจริญเติบโตในระยะแรก เมื่อเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชที่กล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เอกรัตน์ (2558) ที่ได้ศึกษาแหล่งสร้างและแหล่งใช้อาหารของหงส์เหิน โดยพบว่าเมื่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแป้ง และการสะสมน้ำหนักแห้งของใบมีสัดส่วนสูงกว่าในส่วนอื่นๆ จากนั้นเมื่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีค่าลดลง ส่งผลให้สัดส่วนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในใบและต้น ปริมาณแป้ง และการสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในช่อดอก ปริมาณแป้ง และการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนใต้ดินมีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเมื่ออยู่ในช่วงของการพักตัว หงส์เหินมีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแป้ง และการสะสมน้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดินที่ใกล้เคียงกัน

จากนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร ไม่พบความเป็นพิษต่อกล้วยหอม กล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เอกรัตน์ และคณะ (2566) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในแปลงกล้วยหอมทอง พบว่า สาร ametryn, diuron, glufosinate และ topramezone สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จนถึงระยะ 30 วันหลังพ่นสาร โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอม เช่นเดียวกันกับหลายประเทศที่ยังมีการใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn, aromatic oil, atrazine, dalapon, diuron และ paraquat เช่น สหรัฐอเมริกา และอินเดีย เพื่อกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกกล้วย ซึ่งสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่เป็นพิษต่อกล้วย อีกทั้งยังไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน (Romanowski *et al*., 1967; Choudhury *et al*., 2016; Shivashenkaramurthy *et al*., 2020) รวมถึง Rana and Rana (2016) ทดสอบผสมสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนและหลังวัชพืชงอก ได้แก่ alachlor, ametryn, diuron และ simazine พบว่า สามารถควบคุมวัชพืชในแปลงกล้วยได้เป็นระยะเวลานาน และไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของกล้วย

Table 2 Effect of herbicides on growths of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' at 0, 30, 60 and 90 days after application.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Growths of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong'					
		Plant height (cm)				Fresh weight (g)	Dry weight (g)
		0 DAA[1/]	30 DAA	60 DAA	90 DAA	90 DAA	90 DAA
ametryn 50% SC	400	43.4	54.8 b	66.4 b	77.6 b	4,070.0 b	310.2 b
amicarbazone 70% WG	168	43.6	53.6 b	63.2 b	74.6 b	3,780.0 b	286.4 b
diuron 80% SC	400	42.8	53.4 b	64.0 b	74.8 b	3,910.0 b	292.4 b
control	-	43.6	71.4 a	97.4 a	116.8 a	5,405.0 a	441.6 a
F-test		ns	*	*	*	*	*
C.V. (%)		4.6	7.5	5.3	10.7	14.4	19.0

Note: [1/] DAA = Days after application

* = significant at p <0.05 ns = not significant

Means within the same column followed by the same letter are not signification different by Duncan Multiple Range Test at p< 0.05

Table 3 Effect of herbicides on Number of Leaves and Number of Suckers of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' at 0, 30, 60 and 90 days after application.

Treatments	Rates (g ai/rai)	Growths of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong'							
		Number of Leaves (Leaves/plant)				Number of Suckers (Suckers/plant)			
		0 DAA[1/]	30 DAA	60 DAA	90 DAA	0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
ametryn 50% SC	400	4.8	9.6	14.8	17.6	0.0	0.0	3.4	3.6
amicarbazone 70% WG	168	5.0	9.4	14.8	17.0	0.0	0.0	3.4	3.6
diuron 80% SC	400	5.4	9.2	15.0	17.4	0.0	0.0	3.4	3.6
control	-	4.6	9.3	15.0	17.8	0.0	0.0	3.8	4.0
F-test		ns	ns	ns	ns			ns	ns
C.V. (%)		20.6	9.5	8.8	8.5			23.9	19.0

Note: [1/] DAA = Days after application

* = significant at p <0.05 ns = not significant

Means within the same column followed by the same letter are not signification different by Duncan Multiple Range Test at p< 0.05



ametryn 50% SC amicarbazone 70% WG diuron 80% SC control

Figure 1 Effect of ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG, diuron 80% SC and control on phytotoxicity of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' at 3 days after application (DAA).



ametryn 50% SC amicarbazone 70% WG diuron 80% SC control

Figure 2 Effect of ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG, diuron 80% SC and control on plant height 30 days after application.



ametryn 50% SC | amicarbazone 70% WG | diuron 80% SC | control

Figure 3 Effect of ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG, diuron 80% SC and control on plant height 60 days after application.



ametryn 50% SC | amicarbazone 70% WG | diuron 80% SC | control

Figure 4 Effect of ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG, diuron 80% SC and control on plant height 90 days after application.

สรุปผล

การพ่นสารกำจัดวัชพืช ametryn 50% SC, amicarbazone 70% WG และ diuron 80% SC อัตรา 400, 168 และ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ มีความเป็นพิษรุนแรง ที่ระยะ 3 วันหลังพ่นสาร จากนั้นที่ระยะ 7 วันหลังพ่นสาร ความเป็นพิษลดลงอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อเข้าสู่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2560. การจำแนก และการจัดการวัชพืชในพืชเศรษฐกิจ. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์พิษวิทยารามาธิบดี. สารเคมีกำจัดวัชพืช (Herbicides). เข้าถึงได้จาก: https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/bulletin/bul99/v7n3/Herb [เข้าถึงเมื่อ 6 มิถุนายน 2567].

ทศพล พรพรหม. 2560. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลายพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2563. เข้าถึงได้จาก: https://www.dla.go.th/work/paraquat.pdf [เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2567].

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์ (Weed Science). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ลินคอร์น.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการส่งออกกล้วยสดปี 2566. เข้าถึงได้จาก: https://impexpth.oae.go.th/export [เข้าถึงเมื่อ 25 เมษายน 2567].

เอกรัตน์ ธนูทอง. 2558. การศึกษาแหล่งสร้างและแหล่งใช้อาหารของหงส์เหิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกรัตน์ ธนูทอง, จรัญญา ปิ่นสุภา และปรัชญา เอกฐิน. 2566. ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชต่อการควบคุมวัชพืชในแปลงกล้วยหอมทอง. รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 20 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 7-8 ธันวาคม 2566 หน้า 2130- 2139.

เอกรัตน์ ธนูทอง, จรัญญา ปิ่นสุภา, ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย, ปรัชญา เอกฐิน, เทอดพงษ์ มหาวงศ์ และอุษณีย์ จินดากุล. 2567. ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก (ไกลโฟเซต กลูโฟซิเนต และไดควอต) ในกล้วยหอมทอง. รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 62 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 5-7 มีนาคม 2567 หน้า 313-321.

Choudhury, P.P., R. Singh, D. Ghosh and A.R. Sharma. 2016. Herbicide Use in Indian Agriculture. ICAR – Directorate of Weed Research, Jabalpur, Madhya Pradesh.

Rana, S.S. and Rana, M.C. 2016. Principles and Practices of Weed Management. Department of Agronomy, College of Agriculture, CSK Himachal Pradesh Krishi Vishwavidyalaya, Palampur.

Romanowski, R.R., J.A. Crozier, J.S. Tanaka and R.C. Barba. 1967. Herbicide selectivity trials with bananas (*Musa* spp.) in Hawaii. College of Tropical Agriculture and Human Resources, Hawaii Agricultural Experiment Station, The University of Hawaii.

Shaner, D.L., J.J. Jachetta, S. Senseman, I. Burke, B. Hanson, M. Jugulam, S. Tan, J. Reynolds, H. Strek, R. McAllister, J. Green, B. Glenn, P. Turner and Pawlak, J. 2014. Herbicide Handbook 10th ed. USA: Weed Science Society of America.

Shivashenkaramurthy, M., A.D. Agasimani, S.P. Roopa, M.J. Manju and N. Annapurna. 2020. Effect of diuron herbicide on weeds in banana. Pharmacognosy and Phytochemistry 9(3): 930-934.

Tony Pattison. 2016. Horticulture Innovation Australia. Department of Agriculture and Fisheries (DAF), Banana (R&D Levy). Australia: The University of Queensland.

การปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมยางพาราโดยการปรับระยะปลูกยางพารา

Robusta Coffee Plants were Intercropped with Rubber by Adjusting the Spacing of Rubber Planting

ฑณัช บูรณวัฒน์ [1] สายสุรีย์ วงศ์วิชัยวัฒน์ [1] ศยามล แก้วบรรจง[1] พัฒนพงศ์ แก้วระงับ [1] และ ทรงเมท สังข์น้อย [1]

Buranawat, T.[1], Wongwichaiwat, S.[1], Kaewbanjong, S.[1] and Kaewrangub, P.[1] and Sungnoi, S.[1]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร

[1] Songkhla Agricultural Research and Development Center, Office of Agricultural Research and Development Region 8, Department of Agriculture

**Corresponding author: Songmat@gmail.com*

บทคัดย่อ

การพัฒนาการปลูกกาแฟร่วมยางพาราในสวนยางพาราระบบใหม่ ดำเนินการวิจัย ณ แปลงเกษตรกร อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ซึ่งออกแบบระยะปลูกยางพาราระบบใหม่ 3 x 12 เมตร และปลูกกาแฟโรบัสตาระหว่างแถว 1 - 3 แถว โดยทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟโรบัสตา ระหว่างเดือนตุลาคม 2565 ถึง กันยายน 2566 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นกาแฟที่ปลูกร่วมยางพาราระบบใหม่ มีขนาดความยาวรอบโคนลำต้นโดยวัดจากพื้นดินที่ความสูง 10 เซนติเมตร การปลูกกาแฟที่ 1 แถว 2 แถว และ 3 แถว มีขนาดรอบโคนต้นที่ 28.20, 27.70 และ 25.50 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความสูงต้นในช่วง 230.90 - 257.50 เซนติเมตร มีขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยในช่วง 216.53 - 241.17 เซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของผลผลิตกาแฟ โรบัสตา พบว่า มีจำนวนกิ่งกาแฟที่ให้ผลผลิตที่ปลูกร่วมยางพารา 1, 2 และ 3 แถว จำนวน 65.38, 72.13 และ 86.33 กิ่ง ตามลำดับ มีความยาวกิ่งอยู่ในช่วง 96.02 - 102.10 เซนติเมตร ความยาวข้ออยู่ในช่วง 6.04 - 6.16 เซนติเมตร จำนวนข้อที่ติดดอก 10.08 - 11.83 ข้อ จำนวนผลต่อข้ออยู่ในช่วง 5.78 - 6.67 ผล และมีผลผลิตต่อต้น 8.71, 7.66 และ 9.60 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า การปลูกกาแฟโรบัสตา จำนวน 1 - 3 แถว ร่วมยางพาราในระบบใหม่ สามารถปลูกได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกาแฟโรบัสตา

คำสำคัญ: กาแฟโรบัสตา, ยางพารา, พืชร่วม

Abstract

Development of coffee cultivation with rubber in a new rubber plantation system. This experiment was carried out at a farmer's plot in Saba Yoi District, Songkhla Province, which designed a method for planting rubber using a planting spacing of 3 x 12 meters and planting Robusta coffee between 1-3 rows by recording data on the growth and yield of Robusta coffee during October 2022 and September 2023, it was found that the growth of coffee trees planted with the new rubber system. The girth of the base of the plant is 10 centimeters from the ground. Coffee plantings in 1 row, 2 rows, and 3 rows have girth of 28.20, 27.70 and 25.50 centimeters, respectively. The height of the plant is in the range of 230.90-257.50 centimeters. Canopy width ranged from 216.53 - 241.17 centimeters and canopy width (north-south) ranged from 243.17 - 262.99 centimeters, without statistical difference. In terms of Robusta coffee production, it was found that there were 65.38, 72.13 and 86.33 branches that yield from 1-3 rows of co-planting coffee with rubber, respectively, with

branch lengths in the range of 96.02-102.10 centimeters, node lengths in the range of 6.04-6.16 centimeters, the number of flowering nodes is 10.08-11.83, the number of fruits per node is 5.78-6.67 fruits, and the yield per plant was 8.71, 7.66 and 9.60 kilograms, with no statistical difference. It shows that planting 1-3 rows of coffee with rubber in the new system can be grown without affecting the growth and yield of Robusta coffee.
Keywords: Robusta coffee, Rubber tree, Intercrop

บทนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งตลาดมีการขยายตัวอย่างมาก ทำให้ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปกาแฟในประเทศเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันผลผลิตกาแฟในประเทศกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งใช้เมล็ดกาแฟเพื่อการแปรรูปในโรงงาน แต่ด้วยพื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสตาลดลงจากปี 2557 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 206,405 ไร่ เหลือเพียง 146,405 ไร่ ในปี 2564 ทำให้ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น โดยกาแฟที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์โรบัสตา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) โดยประเทศไทยส่วนใหญ่มีการผลิตกาแฟโรบัสตามากทางภาคใต้ของประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดชุมพรและระนองซึ่งมีพื้นที่ปลูกกาแฟมากที่สุด และมีผลผลิตกาแฟมากถึงร้อยละ 75 ของประเทศ และจากการปรับปรุงพันธุ์กาแฟโรบัสตาในประเทศไทย พบว่า ในพื้นที่ภาคใต้มีการส่งเสริมให้ปลูกกาแฟโรบัสตาพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร เช่น พันธุ์ชุมพร 1 ชุมพร 2 ชุมพร 84-4 และพันธุ์ชุมพร 84-5 (สุรีรัตน์ และคณะ, 2554) อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน เกษตรกรต้องอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลในการเพาะปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2562) สำหรับพืชเศรษฐกิจหลักในภาคใต้ เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล ราคาตกต่ำในบางช่วง จึงทำให้เกษตรกรหลายรายหันมาปลูกพืชเสริมรายได้ และกาแฟก็เป็นพืชทางเลือกที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ภาคใต้ ทั้งในสภาพสวนเชิงเดี่ยว สวนไม้ผลผสมผสาน และเป็นพืชร่วมในสวนยางพารา โดยเฉพาะกาแฟโรบัสตา จะมีความต้องการปลูกร่วมยางพาราเป็นส่วนใหญ่ เพื่อเป็นช่องทางในการเพิ่มรายได้อีกหนึ่งช่องทางนอกเหนือจากรายได้ประจำจากการกรีดยางพารา

ดังนั้น การศึกษาการปลูกกาแฟโรบัสตา จำนวน 1 -3 แถว ร่วมยางพาราระบบใหม่ โดยปลูกกาแฟโรบัสตาร่วม จึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทราบถึงการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสตาได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

แปลงยางพาราปลูกใหม่ จำนวน 5 ไร่ 220 ต้น และพันธุ์กาแฟโรบัสตา พันธุ์ชุมพร 2 , พันธุ์ชุมพร 84-4 จำนวน 200 ต้น ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมักและสารปรับปรุงดิน อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัดต่างๆ ได้แก่ สายวัด เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง เช่น ถุงพลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง สารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช เป็นต้น

วิธีการทดลอง

ดำเนินการพัฒนาการปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมกับยางพาราในสวนปลูกใหม่ภายใต้เงื่อนไขปลูกยางพารา ไม่น้อยกว่า 40 ต้นต่อไร่ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ โดยการพัฒนาการปลูกกาแฟโรบัสตาที่เหมาะสมนี้ทำการทดลองในแปลงยางพาราใหม่ ใช้พื้นที่ทั้งหมด 5 ไร่ โดยมี 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการปลูกกาแฟร่วมยางพาราในระยะปลูกยาง 3x12 เมตร

กรรมวิธีที่ 2 กาแฟ 1 แถว ระหว่างแถวยางพารา ในระยะปลูกยาง 3x12 เมตร

กรรมวิธีที่ 3 กาแฟ 2 แถว ระหว่างแถวยางพาราในระยะปลูกยาง 3x12 เมตร

กรรมวิธีที่ 4 กาแฟ 3 แถว ระหว่างแถวยางพาราในระยะปลูกยาง 3x12 เมตร

สำหรับการดูแลรักษาแปลงปลูกกาแฟโรบัสตา มีการให้น้ำในช่วงแล้ง ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง กำจัดวัชพืชโดยวิธีการตัดหญ้าด้วยเครื่องสะพายไหล่ ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักปีละ 1 ครั้ง มีการปรับปรุงดินโดยการใส่สารปรับปรุงดิน (โดโลไมท์) ปีละ 1 ครั้ง มีการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มให้แต่ละต้นมี 3 - 4 กิ่งหลัก และปลิดกิ่งแขนงออกทุก 3 - 4 เดือน ตัดแต่งกิ่งที่เสียหายออกหลังการเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้น ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชตามความจำเป็น บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ขนาดรอบโคนลำต้น ความสูงลำต้น ขนาดทรงพุ่ม และบันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิต ความยาวกิ่ง ความยาวข้อ จำนวนข้อที่ติดดอก จำนวนผลต่อข้อ และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสตาที่ปลูกร่วมยางพาราระบบใหม่ที่ พบว่า ขนาดรอบโคนลำต้นกาแฟโรบัสตา ที่ปลูกกาแฟ 1 แถว มีขนาดรอบโคนลำต้นสูงสุดที่ 28.20 เซนติเมตร และการปลูกกาแฟ 2 แถว มีขนาดรอบโคนลำต้นรองลงมาที่ 27.70 เซนติเมตร ส่วนการปลูกกาแฟ 3 แถว มีขนาดรอบโคนลำต้น 25.50 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดรอบโคนลำต้นน้อยที่สุดและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

ความสูงลำต้นกาแฟโรบัสตา พบว่า ในการปลูกกาแฟ 1 แถว มีความสูงต้นกาแฟโรบัสตาสูงสุดที่ 257.50 เซนติเมตร รองลงมาคือการปลูกกาแฟ 2 แถว มีความสูงที่ 247.80 เซนติเมตร ส่วนการปลูกกาแฟ 3 แถว มีความสูงต้นกาแฟโรบัสตา 230.90 เซนติเมตร มีความสูงต้นกาแฟโรบัสตาน้อยที่สุดและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

ขนาดของทรงพุ่มกาแฟโรบัสตา ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลขนาดของทรงพุ่มต้นกาแฟโรบัสตา พบว่า ขนาดของทรงพุ่มต้นกาแฟโรบัสตา (ทิศตะวันออก-ตะวันตก) ในการปลูกกาแฟ 1, 2 และ 3 แถว มีขนาดของทรงพุ่มต้นกาแฟโรบัสตาที่ 241.17, 216.53 และ 231.79 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Growth of Robusta coffee planted with rubber in Songkhla Province in 2023

Treatment	Growth		
	Girth (cm)	Height (cm)	Canopy width (cm)
1 Row of Robusta coffee	28.20	257.50	241.17
2 Row of Robusta coffee	27.70	247.80	216.53
3 Row of Robusta coffee	25.50	230.90	231.79
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	9.00	10.60	7.76

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลผลิตกาแฟ

จากการเก็บข้อมูลผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสตา 1, 2 และ 3 แถว ที่ปลูกร่วมยางพาราระบบใหม่ที่ พบว่า จำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสตา มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตในการปลูกกาแฟ 3 แถว สูงสุดที่ 86.33 กิ่ง รองลงมาการปลูกกาแฟ 2 แถว 72.13 กิ่ง ส่วนการปลูกกาแฟ 1 แถว มีจำนวนกิ่งที่ให้ผลผลิตที่ 65.38 กิ่ง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

ความยาวกิ่งที่ให้ผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสตา พบว่า ในการปลูกกาแฟ 3 แถว มีความยาวกิ่งต้นกาแฟโรบัสตาสูงสุดที่ 102.10 เซนติเมตร รองลงมาการปลูกกาแฟ 1 แถว มีความยาว 100.20 เซนติเมตร และน้อยที่สุดในการปลูกกาแฟ 2 แถว มีความยาวกิ่งที่ 96.02 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

ความยาวข้อของกิ่งที่ให้ผลผลิตของต้นกาแฟโรบัสตา พบว่า ความยาวข้อของกิ่งในการปลูกกาแฟ 2 แถว มีความยาวสูงสุด 6.25 เซนติเมตร รองลงมาการปลูกกาแฟ 3 แถว มีความยาวที่ 6.16 เซนติเมตร ส่วนการปลูกกาแฟ 1 แถว มีความยาวข้อของกิ่งน้อยที่สุดที่ 6.04 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

Table 2 Number of Primary branches, Branch length and Length of nod of Robusta coffee planted with rubber in Songkhla Province in 2023

Treatment	Number of Primary branches	Branch length (cm)	Length of nod (cm)
1 Row of Robusta coffee	65.38	100.20	6.04 [a]
2 Row of Robusta coffee	72.13	96.02	6.25 [b]
3 Row of Robusta coffee	86.33	102.10	6.16 [ab]
F-Test	ns	ns	*
CV (%)	25.72	5.57	1.91

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD

จำนวนข้อที่ติดดอกต่อกิ่งของต้นกาแฟโรบัสตา มีความสอดคล้องกันกับจำนวนผลต่อข้อ และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น พบว่าในการปลูกกาแฟ 3 แถว มีแนวโน้มการให้ผลผลิตสูงที่สุด โดยมีจำนวนข้อที่ติดดอก (ข้อต่อกิ่ง) จำนวนผลต่อข้อ (ผลต่อข้อ) และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น) สูงสุดที่ 11.83 , 6.67 และ 9.60 ตามลำดับรองลงมาเป็นการปลูกกาแฟ 1 แถว ซึ่งมีจำนวนข้อที่ติดดอกต่อกิ่ง (ข้อต่อกิ่ง) จำนวนผลต่อข้อ (ผลต่อข้อ) และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น) ที่ 10.97,5.85 และ 8.71 ตามลำดับ ส่วนในการปลูกกาแฟ 2 แถว แนวโน้มการให้ผลผลิตน้อยที่สุดมีจำนวนข้อที่ติดดอก (ข้อต่อกิ่ง) จำนวนผลต่อข้อ (ผลต่อข้อ) และน้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กิโลกรัมต่อต้น) สูงสุดที่ 10.08, 5.78และ 7.66 ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Number of flowering node per primary branch Number of fruit per node and Yield per plant of Robusta coffee planted with rubber in Songkhla Province in 2023

Treatment	Number of flowering node per primary branch	Number of fruit per node (fruits)	Yield per plant (kg)
1 Row of Robusta coffee	10.97	5.85	8.71
2 Row of Robusta coffee	10.08	5.78	7.66
3 Row of Robusta coffee	11.83	6.67	9.60
F-Test	ns	ns	ns
CV (%)	9.80	15.93	23.39

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

การเจริญเติบโตของต้นยางพารา

ขนาดรอบโคนต้นยางพารา มีการวัดที่ความสูง 150 เซนติเมตร พบว่า ขนาดรอบโคนลำต้นยางพาราที่ไม่มีการปลูกร่วมกาแฟโรบัสตามีขนาดรอบโคนลำต้นสูงสุดที่ 46.89 เซนติเมตร และรองลงมาเป็นการปลูกร่วมกาแฟ 1, 2 และ 3 แถว โดยมีขนาดรอบโคนลำต้นยางพาราที่ 45.57, 43.57 และ 41.20 เซนติเมตร ตามลำดับ

Table 4 Growth of Rubber planted with Robusta coffee in Songkhla Province in 2023

Treatment	Girth (cm)
Without Robusta coffee	46.89
1 Row of Robusta coffee	45.57
2 Row of Robusta coffee	43.57
3 Row of Robusta coffee	41.20
F-Test	ns
CV (%)	6.87

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผล

การปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมยางพารา 1 แถว 2 แถว และ 3 แถว ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นได้ดี ไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับ พงศกร และระวี (2560) กล่าวว่า ศักยภาพการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสตามีการเจริญเติบโตที่ดีภายใต้สภาพร่มเงา ถ้ามีการจัดรูปแบบการจัดระยะปลูกที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกาแฟโรบัสตา

การให้ผลผลิตของกาแฟโรบัสตาจากการปรับระยะปลูกยางพาราระบบใหม่ โดยใช้ระยะปลูก 3x12 เมตร พบว่ามีความใกล้เคียงกับการปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว เนื่องจากในช่วง 1-5 ปีแรกของการปลูก ต้นกาแฟยังไม่ได้รับผลกระทบจากร่มเงาจากต้นยางพาราจึงทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดี และสามารถให้ผลผลิตได้ภายใน 3 ปีหลังจากปลูก (ระวี และพรเทพ, 2564)

การเจริญเติบโตของต้นยางพารา ขนาดรอบโคนต้นยางพาราที่มีการปลูกร่วมกาแฟโรบัสตาอยู่ในช่วง 41.20-46.89 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดรอบโคนลำต้นที่ลดลงเมื่อมีการปลูกร่วม เนื่องมาจากระบบรากของต้นกาแฟโรบัสตาและระบบรากของยางพาราเจริญเติบโตได้ดีในระดับความลึกเดียวกันที่ 0-30 เซนติเมตร แต่ระบบรากยางพาราสามารถปรับตัวและเจริญได้ดีที่ระดับความลึก 0-60 เซนติเมตร (ระวี และพรเทพ, 2564)

สรุปผล

จากการปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมยางพารา 1 แถว 2 แถว และ 3 แถว ร่วมยางพาราระบบใหม่ พบว่า ต้นกาแฟโรบัสตามีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นได้ดีและสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับ การปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว เนื่องจากต้นกาแฟโรบัสตายังไม่ได้รับผลกระทบจากร่มเงาจากต้นยางพาราจึงทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดี และเริ่มให้ผลผลิตได้ภายใน 3 ปีหลังจากปลูก ทำให้สามารถเก็บผลผลิตกาแฟและช่วยสร้างรายได้ให้เกษตรกรในช่วงยางพาราก่อนเปิดกรีดได้

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้ร่วมวิจัยในการทำงานวิจัยและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของแปลงในอำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ที่ร่วมดำเนินงานวิจัยให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2562. คู่มือการจัดการการผลิตกาแฟโรบัสตา. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

พงศกร สุธีกาญจโนทัย และระวี เจียรวิภา. 2560. การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานและสรีรวิทยาของใบกาแฟโรบัสตาในสภาพกลางแจ้งและการพลางแสง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2560 หน้า 97-103.

ระวี เจียรวิภา และพรเทพ ธีระวัฒนพงศ์. 2564. ผลกระทบทางนิเวศสรีรวิทยาต่อกาแฟโรบัสตาที่ปลูกร่วมในสวนยางพารา. วารสารยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ 44 มกราคม-มีนาคม 2564 หน้า 11-20.

สุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ ปานหทัย นพชินวงศ์ และศุภรัฐ เลี้ยงเจี้ยง. 2554. เอกสารแนะนำการใส่ปุ๋ยกาแฟโรบัสตา. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

การตรวจสอบการปนของเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลีและสหรัฐเม็กซิโก

The Inspection of Weed Seeds Contamination in Celery Seeds Imported from Italian Republic and United Mexican States

จันทร์พิศ เดชหามาตย์[1] โสภา มีอำนาจ[1] วาสนา รุ่งสว่าง[1] สุรศักดิ์ แสนโคตร[1] อังคณา ทุนสันเทียะ[1] และ ณกานดา ขวัญทองยิ้ม[1]

Dathamart, C.[1], Meeamnat, S.[1], Rungsawang, W.[1], Saenkhot, S.[1], Thoonsanthia A.[1] and Khwantongyim, N. [1]

[1]สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Plant Protection Research and Development office, Department of Agriculture, 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

**Corresponding author: pooklook_d@yahoo.com*

บทคัดย่อ

ในปี 2565-2566 มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจากสาธารณรัฐอิตาลีจำนวน 15 ครั้ง ปริมาณทั้งสิ้น 24,986 กิโลกรัม และนำเข้าจากประเทศเม็กซิโกจำนวน 6 ครั้ง ปริมาณทั้งสิ้น 28,897.50 กิโลกรัม ทำการสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลีและเมล็ดพันธุ์จากประเทศเม็กซิโกแล้วนำมาตรวจสอบการปนของเมล็ดวัชพืชเบื้องต้นและจำแนกชนิดวัชพืช จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดที่มาจากสาธารณรัฐอิตาลีจำนวน 15 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเมล็ดวัชพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Chenopodium album, Helminthotheca echioides* และ *Solanum ptychanthum* สุ่มตัวอย่างเมล็ดที่มาจากประเทศเม็กซิโกจำนวน 6 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเมล็ดวัชพืช 5 ชนิด ได้แก่ *Amaranthus viridis, Chenopodium murale, Echinochloa colona, Melilotus indicus* และ *Polygonum* sp. ซึ่งพบว่าเมล็ดวัชพืชที่ติดปนมานี้มี 4 ชนิดที่มีความสำคัญด้านกักกันพืช ได้แก่ *C. album* ซึ่งเป็นศัตรูพืชกักกันของประเทศไทย ส่วนเมล็ดวัชพืช *C. murale*, *S. ptychanthum* และ *H. echioides* ยังไม่มีรายงานการพบในประเทศไทย และเมื่อนำเมล็ดวัชพืชที่พบมาทดสอบความงอกของเมล็ดโดยเพาะเมล็ดในทรายละเอียดและให้ความชื้นสม่ำเสมอ พบว่า เมล็ดวัชพืชสามารถงอกได้ อย่างไรก็ตาม การติดตามตรวจสอบวัชพืชภายหลังการนำเข้าในแปลงปลูกของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดตากและเชียงใหม่ ไม่พบวัชพืชที่มีความสำคัญด้านกักกันพืช

คำสำคัญ: เมล็ดวัชพืช ศัตรูพืชกักกัน เมล็ดพันธุ์

Abstract

Celery (*Apium graveolens*) seeds imported from Italy and Mexico in 2022-2023 with total 28,897.50 and 24,986 kilograms, respectively. Twenty one samples were randomly sampled to primary examined the contaminated of weed seeds and identified specie of weeds. Fifteen samples of seeds from Italy were sampled. The result showed that seeds samples were contaminated of three weed species namely *Chenopodium album*, *Helminthotheca echioides* and *Solanum ptychanthum.* Five weed species were detected in six samples from Mexico namely, *Amaranthus viridis,Chenopodium murale,Echinochloa colona, Melilotus indicus* and *Polygonum* sp. As a result, four weed species are important quarantine pests i.e., *C. album* which is quarantine pest and other three weed species of *C. murale, S. ptychantum* and *H. echioides* have not been reported in Thailand. Seed germination of the detected weed species were tested using sand and showed germinated. However, the result of inspection at planting areas including Tak and Chiang Mai Provinces, the quarantine pests were not found.

Keywords: Weed Seed, Quarantine Pest, Seeds

บทนำ

ขึ้นฉ่ายจัดเป็นสิ่งกำกัดตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืชจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งกำกัด ข้อยกเว้นและเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 พ.ศ. 2550 ซึ่งกำหนดให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชในวงศ์ Apiaceae เป็นสิ่งกำกัด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550ก) เมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายที่นำเข้าจากต่างประเทศมีโอกาสปนเปื้อนวัชพืชที่เป็นศัตรูพืชร้ายแรงหลายชนิดที่ยังไม่มีรายงานพบในประเทศไทย เช่น *Chenopodiastrum murale, Polygonum aviculare*, *Senecio vulgaris, Amaranthus blitum, Cirsium arvense, Emex australis, Orobanche aegyptiaca, Orobanche crenata, Orobanche minor, Orobanche ramosa* และ *Poa annua* (CABI, 2024) ในปี 2561-2562 มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจากหลายประเทศ ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส อิตาลี และสาธารณรัฐประชาชนจีน จากการสุ่มตัวอย่างและตรวจสอบวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าพบการปนเปื้อนของเมล็ดวัชพืชจำนวน 13 ชนิด ได้แก่ *Chenopodium album*,*Cirsium arvense*, *Phalaris minor*, *Polygonum aviculare* L, *Chenopodium murale, Medicago sativa, Melilotus indicus, Physalis pubescens, Echinochloa crus-galli, Euphorbia falcata, Phalaris* sp., *Picris echioides* และ *Polygonum lapathifolium* (กลุ่มงานวินิจฉัยศัตรูพืชกักกัน, 2562) จากรายชื่อวัชพืชที่ตรวจพบดังกล่าว พบว่า *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Phalaris minor* และ *Polygonum aviculare* จัดเป็นสิ่งต้องห้ามของประเทศไทยตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดศัตรูพืชเป็นสิ่งต้องห้ามตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2550 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550ข) ทั้งนี้จากการตรวจพบวัชพืชทั้งภายในและจากการนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งที่เคยมีรายงานการพบวัชพืชชนิดต่าง ๆ ทำให้มีความเสี่ยงศัตรูพืชจากประเทศต้นทางที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์ผัก เช่น ขึ้นฉ่ายมายังประเทศไทย ดังนั้น การนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศจึงมีความเสี่ยงที่วัชพืชจะติดปนมากับเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้า วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อตรวจสอบชนิดของเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทราบชนิดของวัชพืช แหล่งที่มา และการปรากฏของวัชพืชของประเทศคู่ค้า

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้า สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจากสาธารณรัฐอิตาลีและสหรัฐเม็กซิโกที่นำเข้าทางด่านตรวจพืชตามมาตรฐานสมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (International Seed Testing Association; ISTA, 2021) โดยปริมาณเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายที่ใช้สำหรับตรวจสอบวัชพืชในห้องปฏิบัติการน้ำหนัก 10 กรัม โดยสุ่มตามวิธีการ ดังนี้

1.1 การสุ่มตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในกระสอบ หรือภาชนะอื่น ๆ ที่มีขนาดบรรจุของภาชนะแต่ละใบเท่า ๆ กัน โดยมีน้ำหนักของเมล็ดพันธุ์จำนวน 15 กิโลกรัม ถึง 100 กิโลกรัม

1.1.1 เมล็ดพันธุ์จำนวน 1 - 4 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 3 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

1.1.2 เมล็ดพันธุ์จำนวน 5 – 8 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 2 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

1.1.3 เมล็ดพันธุ์จำนวน 9 – 15 ภาชนะบรรจุ สุ่ม 1 ตัวอย่างขั้นต้น จากแต่ละภาชนะบรรจุ

1.1.4 เมล็ดพันธุ์จำนวน 16 – 30 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 15 ตัวอย่างขั้นต้น จากภาชนะบรรจุทั้งหมด

1.1.5 เมล็ดพันธุ์จำนวน 31 – 59 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 20 ตัวอย่างขั้นต้น จากภาชนะบรรจุทั้งหมด

1.1.6 เมล็ดพันธุ์จำนวนตั้งแต่ 60 ภาชนะบรรจุ สุ่มอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง จากภาชนะบรรจุทั้งหมด

2. การตรวจสอบวัชพืชเบื้องต้น ตรวจสอบตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายด้วยตาเปล่า (visual inspection) และภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (stereo microscope) สังเกตลักษณะสี ผิว และรูปร่างของเมล็ดวัชพืชที่ปนเปื้อนมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่าย แล้วนำไปตรวจสอบวัชพืชขั้นละเอียดเพื่อจำแนกชนิดเมล็ดวัชพืชในห้องปฏิบัติการ (Martin and Berkley ,1968)

3. การตรวจวัชพืชขั้นละเอียดในห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบและจัดจำแนกชนิดของเมล็ดวัชพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (stereo microscope) เพื่อศึกษาและบันทึกลักษณะภายนอกของเมล็ด เช่น สี (colour) ผิว (texture) รูปร่าง (shape) และลายบนผิวของเมล็ด วัดขนาดความกว้าง ความยาวของเมล็ดวัชพืช

4. การทดสอบความงอกของเมล็ดวัชพืช ทดสอบความงอกด้วยวิธีการเพาะในทราย โดยใส่ทรายที่เตรียมไว้ (ทรายละเอียด สม่ำเสมอ และสะอาด) ในกล่องพลาสติกให้แน่นพอสมควร โดยใช้แผ่นไม้ปาดผิวทรายให้ได้ระดับสม่ำเสมอ ค่อยๆ รดน้ำในกล่องทรายให้ทั่วถึง ค่อยๆ เอียงกล่องและดูที่มุมกล่อง หากมีน้ำเริ่มขังที่มุมล่าง แสดงว่ามีความชื้นพอดี วางเมล็ดลงบนทรายแล้ววางกล่องไว้ที่อุณหภูมิห้อง

5. การติดตามตรวจสอบวัชพืชภายหลังการนำเข้า ติดตามตรวจสอบวัชพืชในแปลงผลิตขึ้นฉ่ายหรือในโรงเรือนเพาะเมล็ดขึ้นฉ่ายของเกษตรกรหรือแปลงของบริษัทที่นำเข้าเมล็ดพันธุ์ในพื้นที่ปลูกจังหวัดนครราชสีมา อุบลราชธานี นครปฐม ราชบุรี พะเยา ตาก และเชียงใหม่ โดยสำรวจตรวจหาวัชพืชในแปลงขึ้นฉ่ายและบันทึกข้อมูลวัชพืชที่ตรวจพบ

ผลการทดลอง

มีการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจากประเทศเม็กซิโกจำนวน 6 ครั้ง ปริมาณทั้งสิ้น 28,897.50 กิโลกรัม นำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลี 15 ครั้ง ปริมาณทั้งสิ้น 24,986.00 กิโลกรัม และเมื่อสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายและตรวจสอบการปนของเมล็ดวัชพืชจากสาธารณรัฐอิตาลีและสหรัฐเม็กซิโก พบเมล็ดวัชพืชติดมากับตัวอย่างเมล็ดจากสาธารณรัฐอิตาลี 3 ชนิด ได้แก่ *Chenopodium album* (ตรวจพบ 2 ครั้ง) *Helminthotheca echioides (*ตรวจพบ 5 ครั้ง) และ *Solanum ptychanthum* (ตรวจพบ 2 ครั้ง) พบเมล็ดวัชพืชติดมากับตัวอย่างเมล็ดจากประเทศเม็กซิโก 5 ชนิด ได้แก่ *Amaranthus viridis* (ตรวจพบ 1 ครั้ง), *Chenopodium murale* (ตรวจพบ 2 ครั้ง) *Echinochloa colona* (ตรวจพบ 2 ครั้ง) *Melilotus indicus* (ตรวจพบ 1 ครั้ง) และ *Polygonum* sp. (ตรวจพบ 2 ครั้ง) (Figure 1, Table 1) โดยเมล็ดวัชพืชมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังนี้

1. *Chenopodium album* เมล็ดมีลักษณะกลม มันวาว ขนาด 0.5-1.0 มิลลิเมตร สีน้ำตาลแดงเข้มหรือดำ ภายนอกเมล็ดมีแว็กแข็งปกคลุมเมล็ด (Figure 2A)

2. *Chenopodium murale* เมล็ดกลม มันวาว ขนาด 1.1-1 .5 มิลลิเมตร สีน้ำตาลดำหรือดำเข้ม ขอบเมล็ดแบนคม เมล็ดปกคลุมด้วยผิวขรุขระแข็งเป็นหลุมเล็ก ๆ (Figure 2B)

3. *Polygonum* sp. เมล็ดมีลักษณะมันวาว ลักษณะเป็นสามเหลี่ยม สีเหลืองหรือสีน้ำตาล มีเปลือกหุ้มเมล็ดแข็งสีน้ำตาล เมล็ดมีขนาดกว้างxยาว 1.7x2.0 มิลลิเมตร (Figure 2C)

4. *Echinochloa colona* เมล็ดเป็นรูปไข่ ด้านบนมีลักษณะโค้งนูน ด้านล่างแบน สีน้ำตาลหรือเหลืองอ่อน ผิวเมล็ดเรียบมัน ขนาดกว้างxยาว 2.0x3.0 มิลลิเมตร (Figure 2D)

5. *Amaranthus viridis* เมล็ดมีลักษณะกลม มันวาว สีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำเข้ม เมล็ดมีขนาดกว้างxยาว 1x1.2 มิลลิเมตร (Figure 2E)

6. *Melilotus indicus* เมล็ดมีสีเหลือง น้ำตาล หรือน้ำตาลแดง ผิวขรุขระ มีรอยหยักด้านหนึ่ง เมล็ดมีขนาดกว้างxยาว 1.4x1.5 มิลลิเมตร (Figure 2F)

7. *Helminthotheca echioides* เมล็ดยาวรี สีน้ำตาลเหลือง หรือน้ำตาลเข้ม มันวาว ผิวเป็นคลื่นแนวขวาง ขนาดกว้างxยาว 0.4x2.5 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร (Figure 2G)

8. *Solanum ptychanthum* เมล็ดสีเหลืองอ่อน เมล็ดรูปไข่แบน ปลายเรียวแหลม ขนาดกว้างxยาว 1.1x1.4 มิลลิเมตร (Figure 2H)

เมื่อทดสอบความงอกของเมล็ดวัชพืชที่ตรวจพบ ได้แก่ *C. album, C. murale*, *Solanum ptychanthum,* และ *H. echioides* ด้วยวิธีการเพาะในทรายละเอียด ให้ความชื้นสม่ำเสมอและวางไว้ในสภาพห้อง พบว่า เมล็ดวัชพืชดังกล่าวสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ (Figure 3) และติดตามตรวจสอบวัชพืชภายหลังการนำเข้าแปลงเกษตรกรในพื้นที่ปลูกขึ้นฉ่ายจังหวัดตากและจังหวัดเชียงใหม่ ไม่พบวัชพืชที่มีความสำคัญด้านกักกันพืช (Figure 4)

วิจารณ์ผล

จากข้อมูลรายชื่อเมล็ดวัชพืชที่ตรวจพบ วัชพืชที่มีความสำคัญด้านกักกันพืช ได้แก่ วัชพืช *Chenopodium album* ตรวจพบปนมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจากสาธารณรัฐอิตาลี ซึ่งวัชพืชชนิดนี้มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชร้ายแรงและเป็นศัตรูพืชกักกันตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดศัตรูพืชเป็นสิ่งต้องห้ามตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2550 นอกจากนี้ยังพบเมล็ดวัชพืช *Chenopodium murale, Helminthotheca echioides* และ *Solanum ptychanthum* ซึ่งจากการสืบค้นข้อมูลวัชพืชทั้งสามชนิดเป็นวัชพืชที่ไม่มีรายงานพบในประเทศไทย (CABI, 2024; EPPO, 2024) ทั้งยังเป็นวัชพืชร้ายแรง (Noxious weed) และวัชพืชรุกรานต่างถิ่นของต่างประเทศ (Invasive species) โดยได้ดำเนินมาตรการควบคุม กำกับดูแลโดยอาศัยอานาจตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ในการป้องกันมิให้ศัตรูพืชกักกันติดเข้ามากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายให้ทำลายโดยการเผาทำลายหรือส่งกลับประเทศต้นทาง

สรุปผล

1. จากการสุ่มตัวอย่างและตรวจสอบเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายนำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลีจำนวน 15 ตัวอย่าง พบการปนของเมล็ดวัชพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Helminthotheca echioides* ตรวจพบ 2 ครั้ง *Chenopodium album* ตรวจพบ 5 ครั้ง และ *Solanum ptychanthum* ตรวจพบ 2 ครั้ง และตรวจสอบตัวอย่างเมล็ดจากสหรัฐเม็กซิโก 6 ตัวอย่าง ตรวจพบเมล็ดวัชพืชปนมากับเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Amaranthus viridis* ตรวจพบ 1 ครั้ง *Chenopodium murale* ตรวจพบ 2 ครั้ง *Echinochloa colona* ตรวจพบ 2 ครั้ง *Melilotus indicus* ตรวจพบ 1 ครั้งและ *Polygonum* sp. ตรวจพบ 2 ครั้ง

2. เมื่อทดสอบความงอกของเมล็ดวัชพืชที่ตรวจพบจากเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายที่นำเข้าจากสาธารณรัฐอิตาลีและสหรัฐเม็กซิโก ได้แก่ *C. album, C. murale*, *S. ptychanthum,* และ *H. echioides* โดยเพาะในทรายและให้ความชื้นสม่ำเสมอ พบว่า เมล็ดวัชพืชดังกล่าวสามารถงอกได้

3. การติดตามตรวจสอบในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ขึ้นฉ่ายภายหลังการนำเข้าในพื้นที่จังหวัดตากและเชียงใหม่ ไม่พบศัตรูพืชที่มีความสำคัญด้านกักกันพืช

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นักวิชาการและเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวินิจฉัยศัตรูพืชกักกันทุกท่าน ที่ให้ความความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายวานิช คำพานิช นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550ก. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืชจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งกำกัดข้อยกเว้น และเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 พ.ศ. 2550. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 66 ง. ลงวันที่ 1 มิถุนายน 2550.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550ข. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดศัตรูพืชเป็นสิ่งต้องห้ามตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2550. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 66 ง. ลงวันที่ 1 มิถุนายน 2550.

กลุ่มงานวินิจฉัยศัตรูพืชกักกัน. 2562. รายงานผลการตรวจสอบศัตรูพืช. กลุ่มงานวินิจฉัยศัตรูพืชกักกัน กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

CABI Plantwise Plus. 2024. *Chenopodiaster murale*. (Online) Available source: https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.Species.12652. *Chenopodiaster murale*. (March 8, 2024).

EPPO Global Database. 2024. *Solanum americanum* (SONAM) (Online) Available source: https://gd.eppo.int/taxon/SOLAM. (March 8, 2024).

Martin, A.C. and W.D., Berkley. 1968. Seed Identification Manual. Oxford & IBH Publishing Company. 221 pages.

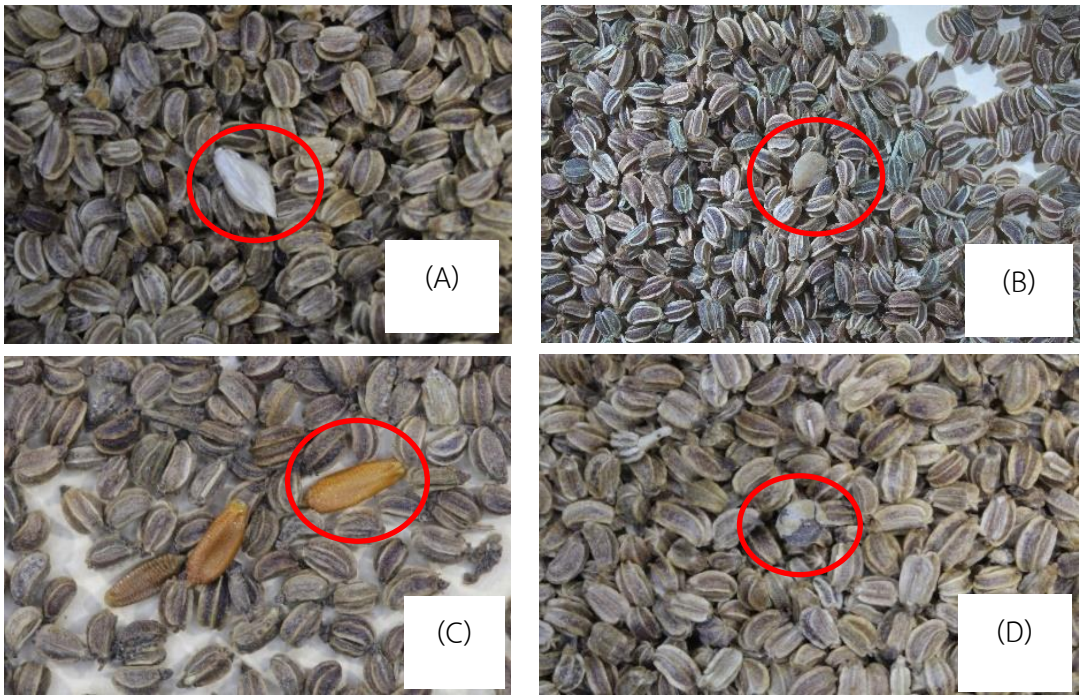


Figure 1 The contamination of weed seeds in celery seeds imported from Mexico and Italy.

(A) *E. Colona* from Mexico (C) *H. echiooides* from Italy

(B) *S. ptychanthum* from Italy (D) *C. murale* from Mexico



Figure 2 The weed species contaminated in celery seeds imported from Mexico and Italy.

(A) *Chenopodium album* (E) *Amaranthus viridis*

(B) *Chenopodium murale* (F) *Melilotus indicus*

(C) *Polygonum* sp. (G) *Helminthotheca echioides*

(D) *Echinochloa colona* (H) *Solanum ptychanthum*

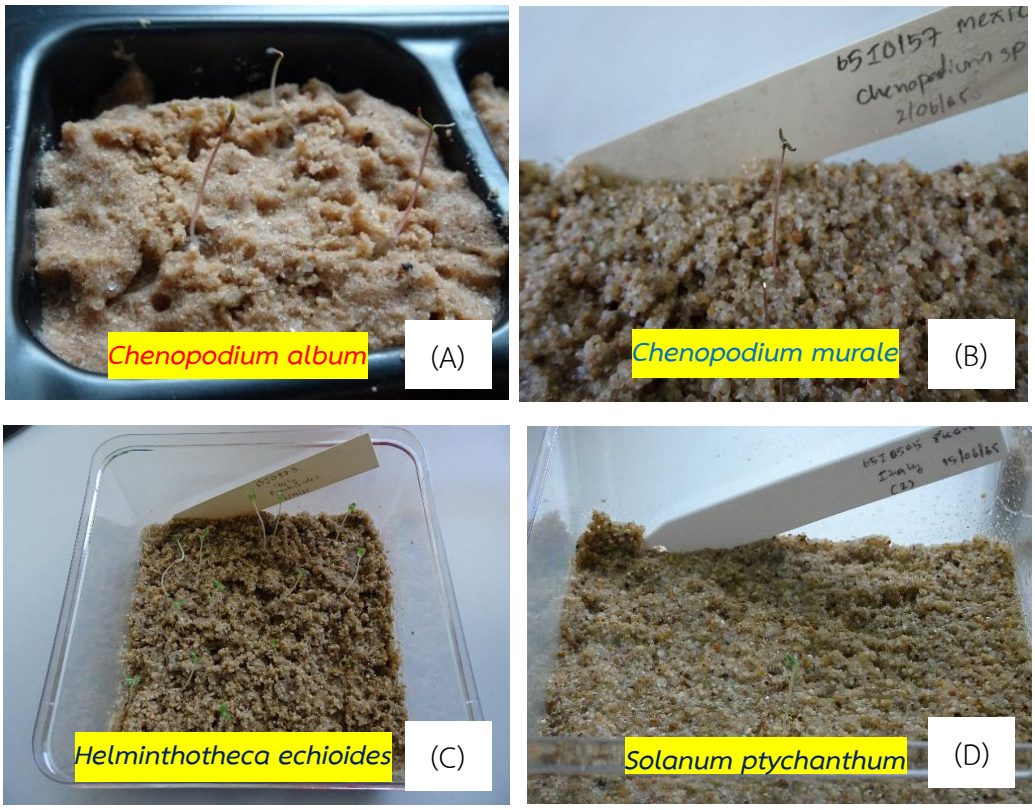


Figure 3 The germination test of contamination weeds.

(A) *Chenopodium album* (B) *Chenopodium murale*

(C) *Helminthotheca echioides* (D) *Solanum ptychanthum*



Figure 4 The inspection at planting areas in Tak and Chiang Mai Provinces.

Table 1 The importation and species of weed detected in celery seeds imported from Mexico and Italy.

Country	Importation (consignment)	Quantity (Kgs.)	Specie of weed	Frequency of weed detected (time)	Status of pest in Thailand
Mexico	6	28,897.50	*Amaranthus viridis*	1	Present
			Chenopodium murale	2	Not present
			Echinochloa colona	2	Present
			Melilotus indicus	1	Present
			Polygonum sp.	2	-
Italy	15	24,986.00	*Chenopodium album*	2	Quarantine pest
			Helminthotheca echioides	5	Not present
			Solanum ptychanthum	2	Not present
Total	**21**	**53,883.50**			

ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* เพื่อป้องกันโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสด

Effect of Seed Coating with *Trichoderma harzianum* to Prevention of Collar Rot Disease in Vegetable Soybean

พรนิภา ถาโน[1*] จุฬารัตน์ หน่อแก้ว[2] ศิรากานต์ ขยันการ[1] และ วราลักษณ์ บุญมาชัย[3]

Thano, P.[1]*, Norkaew, J.[2], Khayankarn, S.[1] and Boonmachai, W.[3]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

[1] Chiang Mai Royal Agricultural Research Center, Hang Dong, Chiang Mai 50230

[2] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2] Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ อ. สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[3] Chiang Mai Plant Seed Research and Development Center, San Sai, Chiang Mai 50290

**Corresponding author: phornnipa.pt@gmail.com*

บทคัดย่อ

การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝนมักพบปัญหาของโรครากและลำต้นเน่าซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิต ปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์มาประยุกต์ใช้เพื่อลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารเคลือบและปริมาณของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ที่เหมาะสม สำหรับการป้องกันโรครากและลำต้นเน่า โดยดำเนินการคัดเลือกความเข้มข้นของสารเคลือบ Carboxymethyl cellulose (CMC) ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 0.1 0.2 และ 0.3 %w/w โดยพบว่า หลังเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน สารเคลือบ CMC ที่ระดับความเข้มข้น 0.3% ลดการสูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดมากที่สุด จึงนำสารเคลือบ CMC ที่ความเข้มข้นดังกล่าว ผสมร่วมกับสปอร์ของเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^6 10^7 10^8 และ 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด โดยพบว่า หลังเคลือบเมล็ดปริมาณสปอร์ของเชื้อรา *T. harzianum* ทุกกรรมวิธี มีความเข้มข้นลดลง 10 เท่า เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 4 เดือน มีปริมาณคงที่ไม่แตกต่างจากหลังเคลือบเมล็ด นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบในทุกกรรมวิธี มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบไปทดสอบการเกิดโรครากและลำต้นเน่าในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย CMC ร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบการเกิดโรคและความรุนแรงของโรคน้อยที่สุดที่ 33.33 และ 27.77% และสามารถลดอัตราความรุนแรงของโรคลงได้ 72.23 % ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบการเกิดโรคพบความรุนแรงของโรค 100% ดังนั้น การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วยสารเคลือบ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3% ผสมกับเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดต่อไป

คำสำคัญ : เคลือบเมล็ดพันธุ์ โรครากและลำต้นเน่า เชื้อรา *Trichoderma harzianum*

Abstract

The cultivation of vegetable soybean is often occurs collar rot disease in the rainy season, which affected the yield. Currently, seed coating technology is being applied to reduce damage caused by the pathogen. The objectives of this research were selected the appropriate concentration of polymer and quantity of *Trichoderma harzianum* for seed coating to prevent collar rot disease. The concentrations of Carboxymethyl cellulose (CMC) at 0.05 0.1 0.2 and 0.3 %w/w were investigated. Four months after storage,

CMC at 0.3% showed the highest reduction in seed germination and was used to mix with spore suspensions of *T. harzianum* at 10^6, 10^7, 10^8 and 10^9 spores/ml for seed coating. After coating, the results showed the spore concentration of all treatments were decreased up to tenfold but the quantities of spore suspensions were not different after storage for 4 months. In addition, the coated seeds in all treatments had a higher germination percentage than the uncoated. Seeds coated were tested for control collar rot disease incidence under greenhouse conditions. The results showed that seeds coated CMC mixed with 10^9 spores/ml of *T. harzianum* had a lowest disease incidence and disease severity at 33.33 and 27.77%, respectively and the highest reduction rate of disease severity at 72.23 % while uncoated seeds treatment had 100% disease incidence and disease severity. Therefore, it was suggested to, coat vegetable soybean seeds with 0.3% CMC mixed with 10^9 spores/ml of *T. harzianum*. This method used to advance the development of coating vegetable soybean seed technology.

Keywords: Seed coating, Collar rot disease, *Trichoderma harzianum*

บทนำ

การปลูกถั่วเหลืองฝักสดในฤดูฝนมักประสบปัญหาโรครากและลำต้นเน่าซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โดยเชื้อราทำลายต้นกล้าบริเวณโคนต้น หากระบาดรุนแรงผลผลิตอาจลดลงถึง 50% ทำให้ใบแห้งตาย และฝักอาจถูกทำลายได้ด้วย นอกจากนี้ทำให้จำนวนต้นถั่วเหลืองต่อไร่ลดลง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก, 2565) ปัจจุบันเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุเป็นวิธีการยกระดับเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพสูงสุดก่อนนำไปใช้เพาะปลูก โดยการเคลือบด้วยธาตุอาหารพืช ฮอร์โมนพืช สารเร่งการเจริญเติบโต สารกำจัดโรคและแมลง เป็นต้น (จักรพงษ์, 2562) เชื้อรา *Trichoderma harzianum* เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคได้หลายชนิด มีกลไกหลายรูปแบบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคพืช ทั้งการแข่งขัน การปล่อยสารปฏิชีวนะ และการเป็นปรสิตโดยตรงต่อเชื้อราโรคพืช (Harman *et al*., 2004) ดังนั้น จึงอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการป้องกันโรคระยะต้นกล้า ลดความเสียหายในระยะงอกและพัฒนาของต้นกล้า ซึ่งเป็นระยะที่อ่อนแอ และเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคมากที่สุด (Mastouri *et al*., 2010) โดยมีรายงานถึงประสิทธิภาพในการป้องกันโรครากและโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium culmorum* ในข้าวสาลี โดยใช้วิธีการเคลือบเมล็ดเช่นกัน สามารถลดการเกิดโรค และความรุนแรงของโรคลงได้ Kthiri *et al*., (2020) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ อาทิเช่น สารเคลือบ ความเข้มข้นของเชื้อรา *T. harzianum* รวมถึงความคงทนของเชื้อราหลังผ่านกระบวนการเคลือบและเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาหากรรมวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ และสามารถรักษาความมีชีวิตรอดของเชื้อรา *T. harzianum* ไว้ได้นานในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการป้องกันกำจัดโรคในระยะต้นกล้าของถั่วเหลืองฝักสด เพื่อให้สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังการเพาะปลูก งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของสารเคลือบและปริมาณเชื้อรา *T. harzianum* ที่เหมาะสม สำหรับการป้องกันโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสด

อุปกรณ์และวิธีการ

เชื้อรา *Trichoderma harzianum* ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มงานวิทยาไมโค สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช กรมวิชาการเกษตร เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง (ปลูกเดือนธันวาคม 2564 เก็บเกี่ยวเดือนมีนาคม 2565) มีความงอกเฉลี่ยก่อนนำมาทดสอบ 85.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับทดสอบและคัดเลือกอัตราสารเคลือบ carboxymethyl cellulose (CMC) จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง (ปลูกเดือนธันวาคม 2565 เก็บเกี่ยวเดือน มีนาคม 2566) มีความงอกเฉลี่ยก่อนนำมาทดสอบ 83.75 เปอร์เซ็นต์ และเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ จากศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร

1. การทดสอบและคัดเลือกอัตราสารเคลือบ carboxymethyl cellulose (CMC) ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่เคลือบเมล็ดพันธุ์) เคลือบด้วย CMC อัตรา 0.05% w/w, 0.1% w/w , 0.2% w/w และ 0.3% w/w เคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ระดับของความเร็วรอบ 70 รอบต่อนาที และระยะเวลาพ่นสารเคลือบ 5 วินาที หยุดพักพ่นสารเคลือบระหว่างรอบ 10 วินาที เป่าลมแห้ง 45 องศาเซลเซียส โดยใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 1 กิโลกรัมต่อ CMC ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องให้มีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเคลือบ (10-12%) แล้วจึงนำเมล็ดไปตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังเคลือบในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยวิธีเพาะทราย (พรนิภา และคณะ, 2567)

2. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา *T. harzianum* และการตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเชื้อรา *T. harzianum* บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 6 กรรมวิธี ได้แก่ เมล็ดไม่เคลือบ เคลือบด้วย CMC ในอัตราที่เหมาะสม เคลือบด้วย CMC ในอัตราที่เหมาะสมร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^6 10^7 10^8 และ 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยการเตรียมสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา ด้วยการเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายสปอร์โดยเทน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 5 มิลลิลิตรลงบนอาหาร PDA จากนั้นใช้แท่งแก้วรูปตัว L ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วเกลี่ยบริเวณผิวหน้าอาหาร แล้วกรองเส้นใยออกด้วยผ้าขาวบางที่นึ่งฆ่าเชื้อ ปรับความเข้มข้นของสารแขวนลอยสปอร์ด้วย Hemacytometer ตามที่กำหนด ใช้สารเคลือบ 100 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มาลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องให้มีความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเคลือบ (10-12%) แล้วจึงนำเมล็ดบรรจุในถุงซิปล็อคเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-65 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน สุ่มเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดแต่ละกรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ 100 เมล็ด นำไปตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ โดยวิธีเพาะทราย และตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเชื้อรา *T. harzianum* บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด โดยการแช่เมล็ดที่เคลือบแล้ว 10 กรัม ในน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนับปริมาณของเชื้อราด้วย Haemacytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หลังจากเคลือบเมล็ดเรียบร้อยแล้ว (0 เดือน) และทุก ๆ เดือนของการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 4 เดือน

3. การทดสอบความสามารถในการควบคุมโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสดในสภาพโรงเรือน เตรียมเชื้อราสาเหตุโรค โดยการใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ตัดปลายเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 3 วัน จำนวน 5 ชิ้น นำมาเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วในขวดรูปชมพู่ 50 กรัม (Paparu *et al*., 2020) บ่มที่อุณหภูมิห้อง 3-4 สัปดาห์ จากนั้นนำมาผสมกับดินปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว อัตรา 10 กรัม ต่อดิน 20 กิโลกรัม แล้วใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละกรรมวิธี ปลูกลงในดินที่มีเชื้อราสาเหตุโรค จำนวน 3 กระถาง ๆ ละ 5 ต้น หลังจากปลูกเชื้อ 14 วัน บันทึกการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีคำนวณเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (Disease severity index ; DSI) และประเมินเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค (% disease incidence) (ขรินทร และคณะ, 2564) โดยเกณฑ์ประเมินระดับคะแนนอาการโรครากและลำต้นเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium* sp. อ้างอิงจาก Paparu *et al*., (2020) ตาม Table 1 แล้วนำเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคมาคำนวณอัตราการลดความรุนแรงของโรค (Reduction rate (%) อ้างอิงจาก Kthiri *et al*., (2020)

Table 1 Definition of Collar rot disease severity scores based on visible symptoms found on vegetable soybean grown in soils infested with *Sclerotium* sp.

Severity score	Description
1	No symptoms; plant healthy
2	Gray water-soaked lesions present on stem above soil, but no visible fungal outgrowth
3	Visible fungal outgrowth on stem base, characterized by silky-white mycelia or sclerotia that gradually darken
4	Partial wilting, where younger leaves begin to wilt and stems begin to shrivel
5	Complete wilting, desiccation and browning of leaves and stem; plant collapse and death (rot)
6	Pre mergence damping-off; complete seed rot, with no sign of germination, or evidence of germination hampered by fungal colonization

Disease severity index (%) = [∑ (class frequency × score of rating class)/(total number of observations × maximal disease index)] × 100

Disease incidence (%) = (Number of plants affected/ Total number of plants observed) × 100

Reduction rate (%) = [(Disease index in control infected plants - Disease index in treated infected plant)/ Disease index in control infected plants]×100

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการควบคุมโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสดในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดสอบและคัดเลือกอัตราสารเคลือบ carboxymethyl cellulose (CMC)

จากการทดสอบผลของสารเคลือบ CMC ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า สารเคลือบ CMC ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลกระทบต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการเคลือบที่เก็บรักษานาน 1 เดือน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย CMC ในแต่ละความเข้มข้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้สารเคลือบ CMC ความเข้มข้น 0.2%w/w มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด แต่เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเก็บรักษานาน 2-4 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ De Camargo *et al*., (2017) ที่รายงานว่าการใช้สาร CMC และสาร CMC ร่วมกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไม่ส่งผลกระทบต่อความงอกของถั่วเหลืองที่นำมาทดสอบทั้ง 2 พันธุ์ และเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นรู ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมความงอกเร็ว (ละอองดาว และคณะ, 2550) ดังนั้นการใช้ CMC ที่ละลายน้ำแล้วมีลักษณะเป็นฟิล์มมาเคลือบเพื่อห่อหุ้มเมล็ดไว้จึงสามารถลดการเสื่อมสภาพความงอกได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกที่เก็บรักษาในเดือนที่ 4 กับค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มต้น (85%) ก่อนการทดสอบ พบว่า กรรมวิธีที่ 5 ที่ใช้ CMC ความเข้มข้น 0.3%w/w เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยลดลง 8.75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย ลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีอื่นมีความงอกลดลง 11.25-13.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) จึงเลือกสารเคลือบ CMC ความเข้มข้น 0.3% w/w ไปใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันโรครากและลำต้นเน่า ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจักรพงษ์ และคณะ (2559) ที่เคลือบเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมด้วย CMC อัตรา 0.8 กรัม ผสมรวมกับ PVP-K-90 อัตรา 1 กรัม ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกดีที่สุด ทั้งหลังการเคลือบและหลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน และเมื่อผ่านไป 2 เดือน เมล็ดพันธุ์ยังคงมีความงอกสูง แต่หลังการเคลือบ 3 เดือนเป็นต้นไป พบว่า ทุกกรรมวิธีของการเคลือบส่งผลให้ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลง

Table 2 Seed germination under laboratory conditions of vegetable soybean coated with different concentrations of polymer.

Treatment	Initial germination (%)	Storage periods (month)			
		1	2	3	4
T1: Uncoated seeds	85	77.00^{ab}	77.00	75.25	75.00
T2: Coating with 0.05% w/w CMC		79.00^{ab}	77.25	75.50	71.25
T3: Coating with 0.1% w/w CMC		75.50^{b}	75.75	74.75	73.75
T4: Coating with 0.2% w/w CMC		82.25^{a}	75.25	73.75	71.75
T5: Coating with 0.3% w/w CMC		79.75^{ab}	77.25	77.00	76.25
CV (%)		4.36	4.01	6.77	5.54

Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT.

2. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อรา Trichoderma harzianum และการตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ในสภาพห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* โดยใช้ CMC ที่ความเข้มข้น 0.3% w/w เป็นสารเคลือบและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-65 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ทำการทดสอบทุกกรรมวิธีหลังเคลือบและเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่เมล็ดพันธุ์ผ่านการเคลือบด้วยสาร CMC ร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า การเคลือบด้วยสารเคลือบ CMC เพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด คือ 76.25 เปอร์เซ็นต์ รองมาคือ การเคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^7 และ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความงอกอยู่ที่ 76.00 เปอร์เซ็นต์ และตามด้วยการเคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^9, 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการเคลือบมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 75.75, 72.50 และ 71.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นรู และมีจำนวนมากซึ่งส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีการเสื่อมความงอกเร็ว (ละอองดาว และคณะ, 2550) การเคลือบด้วย CMC ที่มีลักษณะเป็นฟิล์ม จะไปปิดรูบริเวณเยื่อหุ้ม จึงสามารถลดการเสื่อมสภาพความงอกได้ ทั้งนี้เมื่อสาร CMC ละลายในน้ำจะมีความหนืดซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้ โดยจากการตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเชื้อรา *T. harzianum* บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดหลังการเคลือบ (0 เดือน) และเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-65 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณสปอร์ที่เคลือบบริเวณผิวเมล็ดพันธุ์ลดลง 10 เท่า จากความเข้มข้นก่อนการเคลือบ โดยปริมาณสปอร์ของเชื้อราก่อนเคลือบมีความเข้มข้น 10^6, 10^7, 10^8 และ 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร หลังจากเคลือบและลดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ พบว่า ปริมาณของสปอร์ลดลงเหลือเพียง 10^5, 10^6, 10^7 และ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Fig.1) จากนั้นตรวจนับปริมาณของเชื้อราที่เคลือบบนผิวของเมล็ดพันธุ์ทุกเดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า ปริมาณของเชื้อรา *T. harzianum* มีปริมาณคงที่ตั้งแต่เดือนแรกจนถึงเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา ดังนั้นเพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดและการป้องกันโรคทางดินอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเคลือบเมล็ดร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เสร็จแล้ว ควรนำไปปลูกทันที หรือไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 4 เดือน ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเคลือบทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดได้รับความชื้น เนื้อเยื่อของเมล็ดเกิดการหดตัวและขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เมล็ดย่นและเกิดรอยร้าวขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง (อารมย์, 2544)

3. การทดสอบความสามารถในการควบคุมโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสดในสภาพโรงเรือน

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่เคลือบด้วยเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันไปทดสอบความสามารถในการควบคุมโรครากและลำต้นเน่าในสภาพโรงเรือนเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (negative control) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงของโรคได้มากที่สุด และพบการเกิดโรคน้อยที่สุดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยมี

เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคที่ 27.77 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร CMC ผสม เชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^8 และ 10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ โดยมีความรุนแรงของโรคที่ 49.99 และ 55.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ความเข้มข้นของเชื้อราที่ 10^6 และการเคลือบเฉพาะสารเคลือบ CMC พบเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีระดับความรุนแรงของโรคที่ 72.21 และ 77.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดโรครากและลำต้นเน่า พบว่า การเคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^8, 10^7, 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และการเคลือบเฉพาะสารเคลือบ CMC มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบการเกิดโรคที่ 60.00, 60.00, 66.66 และ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) ในขณะที่ชุดควบคุมการเกิดโรคพบการเกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณอัตราการลดความรุนแรงของโรค พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ระดับความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงของโรคได้มากที่สุดคือ 72.23 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือ การเคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา*T. harzianum* ที่ความเข้มข้น 10^8 และ 10^7สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงของโรคได้ 50.01 และ 44.45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และนอกจากนี้ยังพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงของโรคได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบ CMC เพียงอย่างเดียว คือ 27.78 และ 22.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงและการเกิดโรครากและลำต้นเน่าในถั่วเหลืองฝักสดในสภาพโรงเรือนได้ เช่นเดียวกับ โสภา และคณะ (2552) ที่ได้รายงานว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T15, T42 และ T75 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรครากและโคนเน่าของถั่วเหลืองได้ดีกว่าไอโซเลตอื่น ๆ นอกจากนี้แล้วเชื้อราทั้ง 3 ไอโซเลต มีการเจริญเติบโตเร็ว และสร้างสปอร์ได้มากกว่า 5×10^{10} สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีกลไกในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช คือ การสร้างสารปฏิชีวนะ การแข่งขันเพื่อให้ได้อาหาร การเป็นปรสิตโดยการสร้างเส้นใยพันรัดเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืชแล้วปลดปล่อยเอนไซม์เพื่อย่อยสลายผนังเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค การชักนำความต้านทานรวมไปถึงการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (สายทอง แก้วฉาย, 2555) ดังนั้นในธรรมชาติหากมีปริมาณเชื้อราปฏิปักษ์มากกว่าหรือเท่ากับปริมาณของเชื้อราสาเหตุโรคพืช จะสามารถป้องกันโรคได้อย่างรวดเร็ว และทำให้ต้นพืชเกิดความเสียหายน้อยที่สุด และจากทดสอบของ Kthiri *et al*., (2020) ที่เคลือบเมล็ดข้าวสาลีด้วยเชื้อรา *T. harzianum* สามารถป้องกันโรครากและโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium culmorum* ในสภาพแปลงได้ อีกทั้งยังส่งเสริมความแข็งแรงของต้นกล้าด้วย

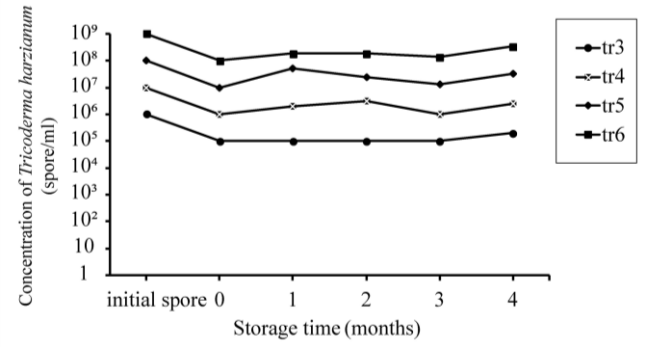
Table 3 Seed germination after coating with *Trichoderma harzianum* for four months and testing of control collar rot disease in greenhouse.

Treatment	Storage periods (month)				Disease severity (%)	Disease incidence (%)	Reduction rates (%)
	1	2	3	4			
Uncoated seeds (positive control)	73.75	73.00	72.00	71.75	0.00^{f}	0.00^{d}	-
Uncoated seeds (negative control)					100^{a}	100.00^{a}	0.00^{e}
Coated with 0.3% CMC	79.25	76.50	76.75	76.25	77.77^{b}	73.33^{ab}	22.23^{de}
CMC+ *T. harzianum* 10^{6} spore/ml	75.00	75.50	75.50	72.50	72.21^{bc}	66.66^{abc}	27.78^{cd}
CMC+ *T. harzianum* 10^{7} spore/ml	77.75	76.25	76.00	76.00	55.55^{cd}	60.00^{bc}	44.45^{bc}
CMC+ *T. harzianum* 10^{8} spore/ml	79.50	78.75	77.00	76.00	49.99^{d}	60.00^{bc}	50.01^{b}
CMC+ *T. harzianum* 10^{9} spore/ml	80.00	78.63	77.50	75.75	27.77^{e}	33.33^{c}	72.23^{a}
CV (%)	5.44	5.35	4.62	5.74	18.39	31.87	30.38

Means within a column followed by the same letter are not significantly at P≤0.05 by DMRT.

Initial germination for coating with *Trichoderma harzianum* at 83.75%

Figure 1 Shelf life of Trichoderma harzianum which coated on vegetable soybean seeds for four months at 20±5 °C RH 60±5 %.



สรุปผล

จากการคัดเลือกความเข้มข้นของสารเคลือบ CMC อัตรา 0.05% , 0.1%, 0.2% และ 0.3%w/w พบว่า สารเคลือบ CMC ที่ 0.3%w/w ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองฝักสดลดลงน้อยที่สุด เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะ 4 เดือน เมื่อใช้เคลือบร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* ที่ความเข้มข้นของสปอร์ที่แตกต่างกัน พบว่า หลังการเคลือบปริมาณของสปอร์เชื้อราลดลงจากปริมาณที่เตรียมสำหรับเป็นหัวเชื้อเริ่มต้น 10 เท่าทุกกรรมวิธี เมื่อตรวจสอบการมีชีวิตรอดของเชื้อราที่เคลือบอยู่บนผิวเมล็ดพันธุ์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20±5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 45±5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน มีปริมาณเชื้อราคงที่ตั้งแต่เดือนแรกจนถึงเดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา และเมื่อนำไปทดสอบการควบคุมโรครากและลำต้นเน่าในสภาพโรงเรือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสาร CMC ผสมเชื้อรา *T. harzianum* ที่ความเข้มข้น 10^{9} สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดความรุนแรงของโรคและลดอัตราความรุนแรงของโรคได้มากที่สุด และพบการเกิดโรครากและลำต้นเน่าได้น้อยที่สุด

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนงานวิจัยในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชไร่บางชนิดในระบบเกษตรอินทรีย์ ศูนย์วิจัยเกษตร

หลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชเชียงใหม่ กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และสำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุน สถานที่ เมล็ดพันธุ์ เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ และเชื้อรา *T. harzianum* สำหรับการดำเนินงานวิจัยของโครงการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ขรินทร ศรีจันทร์กำ, วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์, ศิวิลัย สิริมังครารัตน์ และ ดวงรัตน์ ธงภักดิ์. 2564. การสำรวจและประเมินความรุนแรงโรคราที่สำคัญของยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) ในระบบการผลิตต้นกล้า. วารสารแก่นเกษตร 49(6): 1487-1501.

จักรพงษ์ กางโสภา, มนวิภา ศิริเวช และบุญมี ศิริ. 2559. พอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. วารสารแก่นเกษตร 44(พิเศษ 1): 362-367.

จักรพงษ์ กางโสภา. 2562. การเคลือบเมล็ดพันธุ์. วารสารผลิตกรรมการเกษตร 1(2): 63-76.

พรนิภา ถาโน, ศิรากานต์ ขยันการ, วราลักษณ์ บุญมาชัย และ สุมนา จำปา. 2567. ผลของความเร็วรอบและระยะเวลาพ่นสารเคลือบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2. น. 246-253 ในการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 62 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน 5 - 7 มีนาคม 2567.

ละอองดาว แสงหล้า, สิทธิ์ ประดับแดง, จิดาภา ประดับแดง, คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และเสวต เจริญกาศ. 2550. ผลของลักษณะทางกายภาพที่มีต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ต่างๆ. วารสารวิชาการเกษตร 25(2): 166-176.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก. 2565. โรคที่สำคัญของการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง. น. 30-32 ในโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญของการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองและการป้องกันกำจัด. กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร.

โสภา จอมอิ่น, อังสนา อัครพิศาล, ชาตรี สิทธิกูล และ ชาญณรงค์ ดวงสะอาด. 2552. ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่รวบรวมได้จากจังหวัดเชียงใหม่ ในการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*. วารสารเกษตร 25(1): 21-29.

สายทอง แก้วฉาย. 2555. การใช้ไตรโคเดอร์มาในการควบคุมโรคพืช. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4(3): 108-123.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2544. อิทธิพลของระยะสุกแก่และการลดความชื้นต่อความงอก ความแข็งแรง และการรั่วไหลของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารวิชาการเกษตร 19(1): 58-70.

De Camargo, F.R.T., Silva, I.L., Barros, P.J.R., Ascheri, D.P.R., Rodovalho, R.S., Bellizzi, N.C., Ascheri, J.L.R., Teixeira, I.R., Devilla, I.A. and de Campos, A.J. 2017. Physiological quality of soybean seeds treated with Carboxymethyl Cellulose and fungicide. American Journal of Plant Sciences 8: 2748-2757.

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology 2(1): 43-56.

Kthiri, Z., Jabeur, M. B., Machraoui, M., Gargouri, S., Hiba, K. and Hamada, W. 2020. Coating seeds with *Trichoderma* strains promotes plant growth and enhance the systemic resistance against *Fusarium* crown rot in durum wheat. Egyptian Journal of Biological Pest Control 30(139): 1-10.

Mastouri, F., Björkman, T., and Harman, G. E. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Phytopathology 100(11): 1213-1221.

Paparu, P., Amos, A., Fred, K., Catherine, A., Justine, N., Allan, N., Stephen, M., and Clare, M. 2020. Morphological and pathogenic characterization of *Sclerotium rolfsii*, the causal agent of Southern Blight Disease on common bean in Uganda. Plant Disease 104: 2130-2137.

การศึกษาผลของโรงเรือนระบบเปิดและระบบปิดที่มีต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่เพื่อรองรับระบบเทคโนโลยีแบบแม่นยำในโรงเรือน

Study of the Effects of Open and Closed Greenhouse Systems on Cherry Tomato Seed Yield to Support the Precision Technology System in the Greenhouse

วิมลรัตน์ ดำขำ[1*] สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์[1] เปรมจิตต์ ถิ่นคำ[1] และ พินิจ จิรัคคกุล[2]

Wimolrat Dumkhum[1*], Sittiphong Srisawangwong[1], Premjit Thinkum[1] and Pinit Jirukkalul[2]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260

[1] Khon Kean Seed Research and Development Center, Thapra Sub-district, Mueang, Khon Kaen 40260

[2] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น 320 ม.12 ต.บ้านทุ่ม อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

[2] Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, 320 M 12, Ban Thum, Mueang, Khon Kaen 40000

**Corresponding author: mui-mui@windowslive.com*

บทคัดย่อ

การศึกษา นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ที่ผลิตภายใต้โรงเรือนระบบเปิด(กางมุ้ง) และระบบปิด(Evaporative Cooling System) ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ดำเนินการทดสอบ ณ โรงเรือนทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น เป็นการทดลองการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Paired t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธีๆละ 200 ต้น โดยจัดวาง 5 แถว ๆละ 40 ต้น ระยะห่างระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ได้แก่ กรรมวิธีที่1 ปลูกโรงเรือนระบบเปิด(มุ้งตาข่าย) (เวลากลางวัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 38 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80.3 % เวลากลางคืน อุณหภูมิเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.1 %) และกรรมวิธีที่2 ปลูกในโรงเรือนระบบปิด (Evaporative Cooling System) (กลางวัน 35°C/80.3% RH เวลากลางคืน 27°C/85% RH) ทั้ง 2 โรงเรือน ขนาด 9x30 เมตร ย้ายปลูกมะเขือเทศเมื่อต้นกล้าอายุ 25 วัน ลงในถุงปลูกสีขาวขนาด 8x16 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูก ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: ทรายหยาบ(น้ำจืด): ขี้เถ้าแกลบ อัตรา 6:2:2:0.5 ส่วนโดยปริมาตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ ได้แก่ ความสูง ขนาดทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ที่ระยะต้นกล้าอายุ 25-39 วัน และที่ระยะออกดอก50% อายุ 45-47 วัน ดอกแรกบานอายุ 43-45 วัน เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 70-90 วันหลังจากย้ายปลูก และเก็บข้อมูลผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผลสด และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ จากผลการทดลอง พบว่า ภายใต้สภาพโรงเรือนระบบเปิด ต้นกล้ามะเขือเทศเชอรี่สายพันธุ์แท้ AVRDC#6 อายุ 30-39 วันหลังหยอดเมล็ด มีความสูงลำต้น ทรงพุ่ม และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (22.33 ซม. 12.54 ซม. และ 2.96 มม. ตามลำดับ) สูงกว่าต้นมะเขือเทศที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิด (16.50 ซม. 11.63 ซม. และ 2.87 มม. ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบเปิดมีดอกแรกบานที่อายุ 43 วัน และในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีดอกแรกบานที่อายุ 45 วัน และวัดการเจริญเติบโตที่ระยะดอกบาน 50% พบว่า ภายใต้โรงเรือนระบบเปิด มะเขือเทศเชอรี่สายพันธุ์แท้ AVRDC#6 อายุ 43 วันหลังปลูก มีความสูงต้น (99.05 ซม.) สูงกว่าต้นมะเขือเทศในโรงเรือนระบบปิด (88.50 ซม.) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การเก็บเกี่ยวผลผลิตมะเขือเทศเชอรี่ ครั้งแรกที่อายุ 43 วัน หลังดอกบาน หรือที่อายุ 71 วันภายหลังย้ายปลูก จำนวน 7 ครั้ง เก็บเกี่ยวทุก 7 วัน พบว่า ภายใต้โรงเรือนระบบปิดให้ผลผลิตผลสดมะเขือเทศเชอรี่รวม 1,434 กรัม/ต้น และผลผลิตเมล็ดพันธุ์รวม 7.7 กรัม/ต้น สูงกว่าโรงเรือนระบบเปิด (800 กรัม/ต้น และ 3.49 กรัม/ต้น ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตผลสดและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่ามะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบปิดให้ผลผลิตผลสดเฉลี่ย (204.84 กรัมต่อต้น) และผลผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย (1.11 กรัมต่อต้น) สูงกว่าโรงเรือน

ระบบเปิดที่ให้ผลผลิตผลสดเฉลี่ย (114.34 กรัมต่อต้น) และผลผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย(0.50 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์ มะเขือเทศเชอรี่ โรงเรือน

Abstract

This study aimed to study the yield and quality of cherry tomato seeds produced under open greenhouse systems (netted) and closed systems (Evaporative Cooling System) on the yield and quality of tomato seeds. The study was conducted at the Khon Kaen Plant Seed Research and Development Center. It is a comparison experiment. Data were analyzed using Paired t-test statistics to compare means. By comparing 2 methods, 200 plants each, arranged in 5 rows of 40 plants, spacing between rows 80 centimeters, spacing between plants 50 centimeters. Method 1: Grow in an open greenhouse (daytime; 38 °C/80.3%RH, and nighttime; 32°C/84.1%RH) and method 2: Grown in a closed greenhouse (daytime; 35°C/80.3%RH and nighttime; 27°C/85%RH). Both greenhouses, size 9x30 meters, the tomato plant age 25 days after sowing were transplant into white planting bags, size 8x16 inches, with contained of coconut coir, raw rice husk, coarse sand (freshwater), and rice husk ash in a ratio of 6:2:2:0.5 by volume. Record the growth data of the tomato plants, including height, canopy size, and plant diameter. At the seedling stage, the age is 25-39 days and at the 50% flowering stage, the age is 45-47 days. The first flowers bloom at the age of 43-45 days. Begin harvesting at 70-90 days after transplanting. and collect data on yield, including fresh fruit weight and seed weight. The results showed that under the open system, cherry tomato seedlings of pure line AVRDC#6, 30-39 days after sowing, had significantly higher plant height, canopy, and plant diameter (22.33 cm., 12.54 cm., and 2.96 mm., respectively) than those of tomato plants in the closed system (16.50 cm., 11.63 cm., and 2.87 mm., respectively).Cherry tomatoes grown in the open greenhouse system had their first flowers bloom at 43 days of age, and in the closed greenhouse system their first flowers bloomed at 45 days of age. And growth at 50% flowering stage was measured, found that under the open greenhouse system, cherry tomato seedlings of pure line AVRDC#6, age 43 days after transplanting, had significantly higher plant height (99.05 cm.) than tomato plants in the closed greenhouse system (88.50 cm.).Harvesting cherry tomatoes, the first time was at 43 days after flowering or at 71 days after transplanting for 7 times, harvesting every 7 days found that under the closed greenhouse system, the yield of fresh cherry tomatoes was 1,434 grams/plant and the yield of seeds was 7.7 grams/plant, higher than in the open greenhouse system (800 grams/plant and 3.49 grams/plant, respectively).when comparing the average fresh fruit yield and seed yield. It was found that cherry tomatoes grown in a closed greenhouse system had an average fresh fruit yield (204.84 grams per plant) and an average seed yield (1.11 grams per plant) higher than an open greenhouse system that produced an average fresh fruit yield (114.34 grams per plant).) and average seed yield (0.50 grams per plant), which are significantly different.

Keywords: seed, cherry tomato, greenhouse

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์รายใหญ่ในภูมิภาคเอเชีย 1 ใน 10 ของประเทศที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืช ด้วยปริมาณการส่งออกในปี 2562 มีมูลค่า 7,330 ล้านบาท โดยมะเขือเทศเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการสร้างมูลค่าในการส่งออกเมล็ดพันธุ์ 800.2 ล้านบาท เป็นลำดับสองรองจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด แต่ราคาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีมูลค่าสูง 11.05 -25.19 ล้านบาทต่อตัน ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีศักยภาพในการลงทุนอีกทั้งสภาวะตลาดเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดมะเขือเทศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดในการพัฒนานวัตกรรมการเกษตรไทยทั้งในด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563) ฤดูกาลในการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีเฉพาะในฤดูร้อน โดยฤดูฝนเป็นช่วงที่มีสภาพไม่เหมาะสม มีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย ทำให้ผสมไม่ติด ไม่สามารถผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ได้ จึงเป็นอุปสรรคสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทย การพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชสวนเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สามารถผลิตได้ตลอดปี จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เหมาะสม โดยการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศไทย จะสามารถพัฒนารูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชแต่ละชนิดและพื้นที่ต่าง ๆได้ ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยการผลิต เพื่อความเหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกร (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) และถ้าหากได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำเป็นอย่างดี ทำให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพสูงเพิ่มมากขึ้น และที่สำคัญคือ ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชลงได้มากกว่า 50% (จริยา และคณะ, 2560) ปัจจุบันการผลิตพืชในโรงเรือนมีการใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยหลาย ๆ ประการได้ หากเกษตรกรผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อม จะมีโอกาสในการแข่งขันในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพิ่ม รวมถึงการเพิ่มศักยภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ ต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งการนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้ในโรงเรือน อย่างมีประสิทธิภาพ แม่นยำและก้าวไปสู่ระบบการผลิตแบบอัจฉริยะ AI (artificial intelligence) ดังนั้นการใช้โรงเรือนผลิตพืชเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ ที่ควบคุมปัจจัยการผลิตและสภาพแวดล้อมได้นั้น ทำให้สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ช่วงนอกฤดูกาล และที่สำคัญคือผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและสะอาดปราศจากโรคแมลงศัตรู

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของโรงเรือนระบบเปิดและระบบปิด ณ โรงเรือนทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2565 – กันยายน 2566 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 2 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซ้ำละ 40 ต้น สุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ต้น/ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ปลูกในโรงเรือนระบบเปิด(มุ้งตาข่าย)

กรรมวิธีที่ 2 ปลูกในโรงเรือนระบบปิด(Evap)

การเพาะเมล็ดและการย้ายปลูก

เพาะเมล็ดมะเขือเทศพันธุ์ AVRDC# 6 ในถาดหลุมขนาด 104 หลุม หลุมละ 2 เมล็ด ที่บรรจุพีทมอส รดน้ำอย่างสม่ำเสมอเมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังเพาะ ถอนต้นกล้าให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม ย้ายปลูกต้นกล้าอายุประมาณ 25 วันหลังเพาะ หรือมีใบจริง 2-3 ใบ ย้ายลงปลูกในถุงปลูกสีขาวขนาด 8x16 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูก ขุยมะพร้าว: แกลบดิบ: ทรายหยาบ (น้ำจืด): ขี้เถ้าแกลบ อัตรา 6: 2: 2: 0.5 ส่วนโดยปริมาตร ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันตามสูตร ใช้วัสดุปลูกโดยการตวงให้ปริมาณวัสดุปลูกเท่ากันทุกถุง จำนวน 200 ถุงต่อ 1 โรงเรือน โดยจัดวาง 5 แถว แถวๆ ละ 40 ต้น ระยะห่างระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร เมื่อต้นมะเขือ

เทศอายุ 15-20 วันหลังปลูก ทำค้างพยุงลำต้นมะเขือเทศ ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม สูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 15 วัน ผลเจริญเต็มที่ก่อนเปลี่ยนสี ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กก./ไร่ ทุก 20-30 วันกำจัดวัชพืช และ ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชเมื่อสำรวจพบการเข้าทำลาย เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต เมื่อมะเขือเทศเชอรี่ อายุ 70- 90 วันหลังจากย้ายปลูก บันทึกข้อมูล ดังนี้ การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง ทรงพุ่ม ในระยะต้นกล้าที่อายุ 25-35 วัน ระยะออกดอก 50 % ที่อายุ 40-45 วัน (สุ่มต้นโดยติดป้ายต้นที่จะเก็บข้อมูล จำนวน 5 แถวๆ ละ 20 ต้น) วันดอกแรกบาน วันติดผลมะเขือเทศ จำนวนครั้งของการเก็บเกี่ยว (ใช้ไหมพรมติดช่อดอกที่บานโดยใช้สีแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ติด เก็บเกี่ยวผลผลิตจะเก็บช่อดอกที่ติดไหมพรมครั้งที่1 2 3 และ4) ผลผลิตผลสด (กรัมต่อต้นต่อครั้ง) และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัมต่อต้นต่อครั้ง) และตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานในห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความชื้น ความงอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ AVRDC#6 ในระยะต้นกล้า อายุ 30-39 วันหลังหยอดเมล็ด พบว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนระบบเปิด มีความสูงต้นเฉลี่ย 22.33 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 2.96 มิลลิเมตร และขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 12.54 เซนติเมตร สูงกว่าต้นมะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนระบบปิดที่มีความสูงต้นเฉลี่ย 16.50 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 2.87 มิลลิเมตร และขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 11.63 เซนติเมตร โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) (Table1) สำหรับเวลาในการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบของทั้งสองสภาพการปลูก มีระยะเวลาระหว่าง 39-45 วันจึงเริ่มออกดอก มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบเปิดมีดอกแรกบานที่อายุ 43 วัน และในสภาพโรงเรือนระบบปิดมีดอกแรกบานที่อายุ 45 วัน และวัดการเจริญเติบโตที่ระยะดอกบาน 50% พบว่า ช่วงเวลาการออกดอกติดผลจะประมาณ 47-50 วันหลังปลูก มะเขือเทศเชอรี่ระยะออกดอก 50% ภายใต้สภาพโรงเรือนระบบเปิด มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น 99.05 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 6.11 มิลลิเมตร ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 30.52 เซนติเมตร และโรงเรือนระบบปิดมีค่าเฉลี่ยความสูงต้น 82.50 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 5.77 มิลลิเมตร ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ย 29.17 เซนติเมตร การเจริญเติบโตที่ระยะดอกบาน 50% ภายใต้สภาพโรงเรือนระบบเปิด มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น สูงกว่ามะเขอเทศที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือระบบปิด โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 (Table2)

Table1 Growth of cherry tomato variety AVRDC#6 at the seedling stage in open and closed greenhouse systems

Greenhouse system	Height(cm)	Canopy (cm)	Stem diameter (mm)
open system greenhouse	22.33±24.15	12.54±1.15	2.96±0.08
closed system greenhouse	16.50±8.31	11.63±1.38	2.87±0.07
T-Test[/1]	**	**	**

** means statistically significantly different at 0.01

Table2 Growth of cherry tomato variety AVRDC#6 at 50% flowering stage in open and closed greenhouse systems.

Greenhouse system	Height(cm)	Canopy (cm)	Stem diameter (mm)
open system greenhouse	99.05±17.06	42.72±3.26	6.96±0.03
closed system greenhouse	88.50±41.63	43.95±5.66	7.06±0.06
T-Test[/1]	**	**	ns

ns and ** mean not statistically different from each other and significantly different at 0.01, respectively

จากการบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ในโรงเรือนระบบเปิด พบว่า เวลากลางวัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 38 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80.3 % เวลากลางคืน อุณหภูมิเฉลี่ย 32 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.1 % มีความเข้มแสงที่ 850.6 Lux และในโรงเรือนระบบปิด พบว่าเวลากลางวัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80.3 % เวลากลางคืน อุณหภูมิเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 85 % มีความเข้มแสงที่ 567.3 Lux ดังนั้นอุณภูมิที่เหมาะสมสำหรับการออกดอกติดผลของมะเขือเทศคือเวลากลางวัน 25-30 องศาเซลเซียส กลางคืน 16-20 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิกลางวันสูงกว่า 35 องศา กลางคืนสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส ทำให้ดอกมะเขือเทศร่วง ไม่ติดผลหรือติดผลน้อยมาก(กรุง, 2543)

เก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถดำเนินการได้ที่มะเขือเทศมีอายุ 43-62 วันหลังดอกบาน หรือที่ 70-94 วันหลังจากย้ายปลูก เก็บเกี่ยวจำนวน 7 ครั้ง พบว่า ผลผลิตสดในโรงเรือนระบบปิดได้ 1,434 กรัม/ต้น มากกว่า โรงเรือนระบบเปิดที่ได้ผลผลิตสด 800 กรัม/ต้น ส่วนผลผลิตเมล็ดพันธุ์ในโรงเรือนระบบปิดได้ 7.73 กรัม/ต้น มากกว่า โรงเรือนระบบเปิดที่ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ 3.39 กรัม/ต้น แต่มีแนวโน้มผลผลิตสดและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในโรงเรือนแบบปิดจะสามารถเก็บเกี่ยวได้จำนวนครั้งที่เพิ่มขึ้นมากกว่า (Table 3) และเมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตผลสดมะเขือเทศเชอรี่ ภายใต้สภาพโรงเรือนระเปิดและระบบปิด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 (Table 4) ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ และแนวโน้มหากผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรรี่ 3.4-7.7 กรัมต่อต้น ราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 30,000 บาท ได้ 67.8-153.7 บาทต่อต้น 1 โรงเรือนได้ผลผลิต 1,000 ต้น มีแนวโน้มรายได้ 67,800-153,800 บาท

ด้านคุณภาพผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนระบบเปิด มีความงอก 88% ความชื้น 7.77% และมีน้ำหนัก 1000 เมล็ด 1.90 กรัม ซึ่งมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกับมะเขือเทศที่ปลูกภายใต้สภาพเรือนระบบปิดที่มีมีความงอก 94% ความชื้น 7.60% และมีน้ำหนัก 1000 เมล็ด 2.16 กรัม (Table 5)

Table 3 Fresh produce and seed yield of cherry tomato variety AVRDC#6 in open and closed greenhouse systems. Harvested during August - November 2023

harvest times	Harvest date	Harvest age After planting (day)	Yield weight			
			Fresh fruit grams/plant)		Seed (grams/plant)	
			open system	closed system	open system	closed system
1	30 Aug. 2023	71	7.95	5.70	0.05	0.08
2	14 Sep. 2023	95	8.15	7.90	0.03	0.05
3	20 Sep. 2023	101	49.40	97.25	0.11	0.46
4	27 Sep. 2023	108	60.55	180.6	0.32	0.49
5	11 Oct. 2023	122	419.60	313.3	1.72	1.66
6	26 Oct. 2023	136	171.30	598.9	0.87	3.70
7	5 Nov. 2023	143	83.40	230.25	0.40	1.30
Total			**800**	**1,434**	**3.49**	**7.73**

Table 4 Fresh produce and seed yield of cherry tomato variety AVRDC#6 in open and closed greenhouse systems.

Greenhouse system	Yield weight	
	Fresh fruit (grams/plant)	Seed (grams/plant)
open system greenhouse	204.84±43049.64	0.50±0.37
closed system greenhouse	114.34± 21181.85	1.11±1.67
T-Test/1	**	**

** means statistically significantly different at 0.01

Table5 Comparing the quality of cherry tomato seed production in open and closed greenhouse systems.

Greenhouse system	Germination (%)	Moisture (%)	1,000 seed weight (gm)
open system greenhouse	88.00± 4.916	7.77±0.59	1.90±0.014
closed system greenhouse	94.00±1.916	7.60±0.36	2.16±0.003
T-Test/1	ns	ns	ns

ns mean not statistically different

สรุป

การปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในโรงเรือนระบบปิด และระบบเปิด ที่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์นั้น การเจริญเติบโตระยะต้นกล้าของมะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือนระบบเปิดมีการเจริญเติบโตด้านความสูงทรงพุ่มและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต้นดีกว่าในโรงเรือนระบบ

ปิด ซึ่งทั้ง 2 ระบบจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบประมาณ 39-45 วันจึงเริ่มออกดอก ความเข้มแสงในโรงเรือนระบบเปิด มีความเข้มแสงที่ 850.6 Lux มากกว่าโรงเรือนระบบปิดที่ 567.3 Lux

มะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ AVRDC#6 เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากดอกบาน 43 วัน หรือที่อายุ 70 วันภายหลังจากย้ายปลูก ผลผลิตสดของมะเขือเทศเชอรี่ พันธุ์ AVRDC#6 เก็บเกี่ยว 7 ครั้ง โรงเรือนระบบปิดสามารถให้ผลผลิตสดและผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศได้ 1,434 และ 7.7 กรัม/ต้น สูงกว่าโรงเรือนระบบเปิด

มะเขือเทศเชอรี่ที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือนระบบปิด มีแนวโน้มให้ผลผลิตสดและผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงกว่า แต่ต้นทุนค่าพลังงานอาจไม่คุ้มค่า ซึ่งปกติเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือนระบบเปิด ในฤดูหนาว ตุลาคม - กุมภาพันธ์ จะมีต้นทุนค่าพลังงานน้อย ให้ผลผลิตสูง การผลิตในโรงเรือนระบบปิดอาจไม่คุ้มค่า อาจต้องทดสอบการผลิตในฤดูฝนที่ไม่มีการผลิตเพื่อการค้า เพื่อเปรียบเทียบต่อไป

คำขอบคุณ

การวิจัยศึกษาผลของโรงเรือนระบบเปิดและระบบปิดที่มีต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่เพื่อ รองรับระบบเทคโนโลยีแบบแม่นยำในโรงเรือน สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนจากหลายฝ่ายด้วยกัน ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผู้สนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัย เจ้าหน้าที่กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านแผนงานและงบประมาณ หน่วยงานภายในของกรมวิชาการเกษตรที่มีส่วนในการผลักดันและสนับสนุนดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่างๆ แต่มิได้เอ่ยนามไว้ ซึ่งล้วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้โครงการวิจัยนี้ดำเนินงานจนเป็นผลสำเร็จ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรุง สีตะธนี. 2543. การปลูกมะเขือเทศ. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17 หน้า

ไกรเลิศ ทวีกุล และคณะ (2548) โครงการศึกษาสถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).

จริยา วิสิทธิ์พานิช และคณะ (2560) คู่มือการผลิตผักคุณภาพและปลอดภัยในโรงเรือน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ; 270 หน้า.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563. สถิติการนำเข้า-ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชควบคุม. กรุงเทพฯ.

ผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือน
Effects of Fertilizer Management on Growth and Seed Yield of Cherry Tomato under Greenhouse Conditions.

ศษิษา พิทักษ์[1*] สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์[1] วิมลรัตน์ ดำขำ[1] วีระวัฒน์ โฮมจุมจัง[1] และ สุขสำราญ สืบสำราญ[1]

Pituk, S.[1*], Srisawangwong, S.[1], Dumkum, W.[1], Homjumjung,W.[1] and Suksumran, S.[1]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น 343 หมู่ 15 ตำบลท่าพระ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40260

[1]Khonkaen Seed Research and Development Center, 343 Moo.15, Thaphra, Mueang Khonkaen, Khonkaen, 40260

**Corresponding author: salisapituk@gmail.com*

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 12 ต้น ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ รองก้นหลุมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 15 วัน และเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนเปลี่ยนสี ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ทุก 20-30 วัน กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีรองก้นหลุมสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้น 20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนเปลี่ยนสี ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ทุก 20-30 วัน กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยละลายช้า (IBDU) สูตร 20-5-8 อัตรา 20 กรัม N ต่อต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ 8 กรัม N ต่อต้น พร้อมกับการย้ายปลูกต้นกล้าลงกระถาง และครั้งที่ 2 ใส่ 12 กรัม N ต่อต้น หลังจากครั้งแรก 30 วัน กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 90 และ 120 วันหลังปลูกแบ่งใส่ 2 ครั้ง และกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยละลายน้ำสำหรับมะเขือเทศ จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศที่อายุ 12 สัปดาห์ในสภาพโรงเรือนระบบปิด พบว่า กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีความสูง ขนาดลำต้น และจำนวนดอกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ในกรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงที่สุด (511.39 กรัมต่อต้น) และในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีจำนวนเมล็ดพันธุ์และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ผลการจัดการปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือนระบบเปิด พบว่า ในระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 12 สัปดาห์ กรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีความสูง ขนาดลำต้น จำนวนดอกสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 มีจำนวนผลผลิตรวมสูงที่สุด (191.42 กรัมต่อต้น) ซึ่งในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีจำนวนเมล็ดพันธุ์ และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

คำสำคัญ: มะเขือเทศเชอร์รี่ การจัดการปุ๋ย สภาพโรงเรือน

Abstract

Study of the effects of fertilizer management on growth and seed yield of cherry tomatoes under greenhouse conditions. Plan a random experiment in a complete block (Randomized Completely Block Design, RCBD) with 5 methods, 4 repetitions, namely method 1: add fertilizer at the rate recommended by the Department of Agriculture, that is, cover the bottom of the pit with chemical fertilizer formula 15-15-15 at the rate of 30 kilograms per farm and add fertilizer formula 12-24-12 at the rate of 30 kilograms per rai every 15

days. And when the fruit is fully developed before changing color, add fertilizer formula 13-13-21 at the rate of 30 kilograms per rai by adding it every 20-30 days. Method 2: Add chemical fertilizer to the bottom of the hole, formula 15-15-15, at a rate of 30 kilograms per rai. After 20 days, add chemical fertilizer, formula 12-24-12 at a rate of 30 kilograms per rai. And when the fruit is fully grown before changing color, add fertilizer formula 13-13-21 at the rate of 20 kilograms per rai, applied every 20-30 days. Method 3: Apply slow-release fertilizer (IBDU) formula 20-5-8 at the rate of 20 grams of N per plant were divided into two applications, the first time adding 8 grams of N per plant at the same time as the seedlings were transplanted into pots, and the second time adding 12 grams of N per plant 30 days after the first time. Method 4: Apply chemical fertilizer formula 13-13-21 at the rate of 50 kilograms per rai at the age of 30 and 60 days after planting and chemical fertilizer 13-13-21 at the rate of 100 kilograms per rai at the age of 90 and 120 days after planting, divided into 2 applications. And method 5: Add water-soluble fertilizer for tomatoes. The results of fertilizer management on the yield and quality of cherry tomato seeds in closed greenhouse conditions were found that in the growth stage at 12 weeks of age, treatments 1, 2 and 3 had significantly different plant heights, stem sizes, and number of flowers. In method 1, the total yield weight was the highest (511.39 grams per plant) and methods 1, 2 and 3 showed the highest number of seeds and seed weight were significantly different. The results of fertilizer management on the yield and quality of cherry tomato seeds in open greenhouse conditions were found that in the growth stage at 12 weeks of age, treatments 1, 2 and 3 had significantly different plant heights, stem sizes, and number of flowers. In method 1 had the highest total yield (191.42 grams per plant). Methods 1, 2 and 3 had the highest number of seeds and seed weight, with a statistically significant difference.

Keywords: Cherry tomato, Fertilizer management, Greenhouse conditions

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์รายใหญ่ในภูมิภาคเอเชีย 1 ใน 10 ของประเทศที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืช ด้วยปริมาณการส่งออกในปี 2562 มีมูลค่า 7,330 ล้านบาท โดยมะเขือเทศเป็นพืชผักที่มีศักยภาพการสร้างมูลค่าในการส่งออกเมล็ดพันธุ์ 800.2 ล้านบาท เป็นลำดับสองรองจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดแต่ ราคาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสูงถึง 11.05 -25.19 ล้านบาทต่อตัน ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือมีศักยภาพในการลงทุนอีกทั้งสภาวะตลาดเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เพราะฉะนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดมะเขือเทศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดในการพัฒนานวัตกรรมการเกษตรไทยทั้งในด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563)

การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชผักในฤดูร้อนและฤดูฝน มักประสบปัญหาในการผลิตเนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพไม่เหมาะสม อุณหภูมิสูง แสงแดดจัด และในฤดูฝนมีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย ทำให้ผสมไม่ติดไม่สามารถผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ได้จึงเป็นอุปสรรคสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทยส่งผลให้เกษตรกรต้องหาวิธีการผลิตใหม่ ซึ่งปัจจุบันมีการผลิตพืชในโรงเรือนมีการใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยหลาย ๆ ประการได้ เช่น ผลผลิตที่ปราศจากสารเคมีหรือลดปริมาณสารเคมี พืชเมืองหนาวหรือเมืองร้อนที่ต้องการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและยังป้องกันความเสียหายจากการทำลายของศัตรูพืช เช่น วัชพืช แมลง และโรคพืช การควบคุมการผสมเกสร และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกไว้ให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ระบบการผลิตแบบประณีตจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเพาะปลูกแบบอาศัยสภาพแวดล้อม

มะเขือเทศเชอร์รี่ เป็นมะเขือเทศผลเล็ก ผลมีสีแดงสดหรือสีส้ม มีรสหวานอมเปรี้ยว เนื้อแน่น เมล็ดน้อย รับประทานได้ทั้งผลสดและนำไปประกอบอาหารได้โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับอาหารสุขภาพ ที่นิยมปลูกและรับประทานในครัวเรือน การผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในโรงเรือนนิยมปลูกในระบบพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อลดการปนเปื้อนของสาเหตุโรคที่ติด

ไปกับเมล็ดพันธุ์ แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับการจัดการธาตุอาหาร การให้ปุ๋ยเคมีจึงต้องระมัดระวังเนื่องจากหากใส่ลงในปริมาณที่มากก็มีผลทำให้ต้นมะเขือเทศตายได้ จำเป็นต้องละลายน้ำแล้วลดลงไปหรือแบ่งใส่หลายๆ ครั้ง ดังนั้นการจัดการธาตุเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในสภาพโรงเรือนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ รองก้นหลุมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 15 วัน และเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนเปลี่ยนสีใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่ทุก 20-30 วัน

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีรองก้นหลุมสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากนั้น 20 วันใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนเปลี่ยนสีใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่โดยใส่ทุก 20-30 วัน

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยละลายช้า (IBDU) สูตร 20-5-8 อัตรา 20 กรัม N ต่อต้น แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ 8 กรัม N ต่อต้น พร้อมกับการย้ายปลูกต้นกล้าลงกระถาง และครั้งที่ 2 ใส่ 12 กรัม N ต่อต้น หลังจากครั้งแรก 30 วัน

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่เมื่ออายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก และปุ๋ยเคมี 13-13-21 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่เมื่ออายุ 90 และ 120 วันหลังปลูกแบ่งใส่ 2 ครั้ง

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยละลายน้ำสำหรับมะเขือเทศ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) เตรียมวัสดุปลูกโดยใช้ ขุยมะพร้าว : มะพร้าวสับ อัตราส่วน 2 : 1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันมีการเพิ่มความชื้นให้กองปุ๋ยเป็นระยะและตั้งกองไว้ 30 วัน จึงเก็บตัวอย่างวัสดุปลูก เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยน แล้วจึงบรรจุวัสดุปลูกในถุงปลูกสีขาวขนาด 8x16 นิ้ว โดยชั่งน้ำหนักแต่ละถุงในปริมาณที่เท่ากัน

2) เตรียมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่สำหรับเพาะต้นกล้าในถาดเพาะพีทมอส วางในโรงเรือนอนุบาลต้นกล้า ดูแลรักษาความชื้นให้เหมาะสม เมื่อต้นกล้ามะเขือเทศมีใบจริง 2-3 ใบ จึงย้ายลงถาดปลูกหลังจากนั้นประมาณ 3 สัปดาห์จึงย้ายลงแปลงปลูก

3) เตรียมระบบน้ำให้แก่ต้นพืช

4) ปลูกพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในโรงเรือนขนาด 6x24 เมตร โดยปลูกในถุงปลูกระยะห่างระหว่างแถว 1 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร วาง 6 แถว แถวละ 36 ต้น รวมทั้งหมด 216 ต้นต่อ 1 โรงเรือน (12 ต้นต่อซ้ำ)

5) ดูแลรักษาต้นกล้ามะเขือเทศให้มีความสมบูรณ์แข็งแรงอายุได้ 30 วัน ย้ายลงปลูกในภาชนะที่เตรียมไว้

6) การปฏิบัติดูแลรักษา กำจัดวัชพืช ฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชเมื่อสำรวจพบการเข้าทำลายตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

7) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางต้น

8) ผลผลิต เมื่อมะเขือเทศมีอายุ 45-65 วันหลังย้ายกล้า เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกผลผลิตต่อต้นและน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล

9) ผลผลิตสด (กรัมต่อต้น) ได้แก่ ผลผลิตดี ผลผลิตเสีย (ผลที่มีโรคและแมลงทำลาย ผลเล็ก) และผลผลิตรวม

10) ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัมต่อต้น) โดยเก็บผลมะเขือเทศเมื่อสุกเต็มที่แล้วบ่มในที่ร่มประมาณ 1 วันหลังจากนั้นทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ ผึ่งในที่ร่มให้เมล็ดแห้ง ชั่งน้ำหนักแห้ง นับจำนวนเมล็ด และเก็บไว้ในถุงบรรจุ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของต้นมะเขือเทศหลังปลูก 3-12 สัปดาห์ ภายใต้โรงเรือนระบบเปิดและระบบปิด (EVAP) มีดังนี้

สภาพใต้โรงเรือนระบบเปิด

ความสูง พบว่า ในสัปดาห์ที่ 3 กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ไม่ต่างกัน อยู่ระหว่าง 10.88-11.92 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 4-12 พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ยังคงให้ผลความสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 กรรมวิธีที่ 2 และ 1 ให้ความสูงเพิ่มขึ้นไม่ต่างจากกรรมวิธีที่ 3 โดยในสัปดาห์ที่ 12 มีความสูงคิดเป็น 57.69 59.89 และ 67.26 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ขนาดลำต้น พบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 กรรมวิธีที่ 1 และ 3 ให้ผลไม่ต่างกัน จากนั้นขนาดลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกกรรมวิธี ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีขนาดลำต้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5-12 ทั้งนี้ในสัปดาห์ที่ 12 พบว่าขนาดลำต้นสูงสุดเมื่อมีการให้ปุ๋ยด้วยกรรมวิธี 3 1 และ 2 คิดเป็น 2.85 2.65 และ 2.46 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จำนวนดอก พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ให้จำนวนดอกต่อต้นสูงสุดตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต 4-12 สัปดาห์ ซึ่งกรรมวิธีที่ 3 ให้จำนวนดอกเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 10-12 ทั้งนี้ในสัปดาห์ที่ 12 กรรมวิธีที่ 1 และ 3 ให้จำนวนดอกสูงสุด คิดเป็น 7.09 และ 4.51 ดอกต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จำนวนผลผลิต พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ให้ผลไม่ต่างกัน อยู่ระหว่าง 1.31-1.72 ผลต่อต้น ทั้งนี้กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลการเก็บเกี่ยวสูงสุดในครั้งที่ 2-6 โดยมีผลผลิตรวมสูงสุด คิดเป็น 69.77 ผลต่อต้น นอกจากนี้ยังพบว่าการให้ปุ๋ยด้วยกรรมวิธีที่ 4 ให้จำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นในสัปดาห์ที่ 4-6 (ตารางที่ 4)

น้ำหนักผลผลิต พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับจำนวนผลผลิต กล่าวคือกรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงสุดคิดเป็น 511.39 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 5)

สภาพใต้โรงเรือนระบบปิด (EVAP)

ความสูง พบว่า กรรมวิธีที่ 1 และ 3 ให้ผลความสูงของต้นมะเขือเทศไม่ต่างกันหลังปลูก 3-12 สัปดาห์ โดยมีความสูงเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น โดยมีความสูงที่อายุ 12 สัปดาห์สูงสุดคิดเป็น 67.89 และ 66.57 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ขนาดลำต้น พบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 กรรมวิธีที่ 3 มีขนาดลำต้นสูงสุด คิดเป็น 1.58 เซนติเมตร จากนั้นขนาดลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกกรรมวิธีตามระยะเวลาการปลูก ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีขนาดลำต้นสูงสุด ในสัปดาห์ที่ 5-12 ทั้งนี้ในสัปดาห์ที่ 12 พบว่าขนาดลำต้นสูงสุดเมื่อมีการให้ปุ๋ยด้วยกรรมวิธี 1 และ 3 คิดเป็น 3.53 และ 3.46 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

จำนวนดอก พบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 กรรมวิธีที่ 3 ให้จำนวนดอกสูงสุด คิดเป็น 0.59 ดอก ซึ่งจำนวนดอกของทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 3 และ 1 ให้จำนวนดอกสูงสุด คิดเป็น 5.04 และ 4.98 ดอกต่อต้น ตามลำดับ ที่อายุ 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 8)

จำนวนผลผลิต พบว่า ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 และ 3 ให้ผลไม่ต่างกัน อยู่ระหว่าง 5.67 และ 7.58 ผลต่อต้น ตามลำดับ ในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2-3 พบว่า กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ไม่ต่างกัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ 4 สามารถเริ่มเก็บเกี่ยวได้ในครั้งที่ 4 และ 5 ซึ่งมีค่าสูงสุด คิดเป็น 23.50 และ 5.83 ผลต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เนื่องจากต้นมะเขือเทศเจริญเติบโตผิดปกติ ทั้งนี้กรรมวิธีที่ 1 ให้ผลการเก็บเกี่ยวรวม คิดเป็น 191.42 ผลต่อต้น จากการเก็บเกี่ยว 3 ครั้ง (ตารางที่ 9)

น้ำหนักผลผลิต พบว่า จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 ให้ผลไม่ต่างกัน อยู่ระหว่าง 15.00-22.67 กรัมต่อต้น โดยกรรมวิธีที่ 3 และ 1 มีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงสุด คิดเป็น 416.83 และ 414.45 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศภายใต้โรงเรือนระบบเปิดและระบบปิด (EVAP) พบว่า จากการให้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 1 2 3 ให้ผลจำนวนเมล็ดพันธุ์ และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ไม่ต่างกันทั้งสองระบบ ยกเว้น จำนวนเมล็ดพันธุ์จากการให้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 2 ในระบบโรงเรือนระบบปิด (EVAP) ที่มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ 1 คิดเป็น 57.20 และ 83.08 เมล็ดต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ซึ่งผลการทดลองก็สอดคล้องกับการศึกษาของ Sato et al.,2002 พบว่า ในระยะสืบพันธุ์มะเขือเทศมีความอ่อนไหว

ต่อการสภาพอากาศมากที่สุด โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ความมีชีวิตของละอองเกสรเพศผู้ลดลงส่งผลให้การติดผลลดลง ซึ่งจำนวนผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของน้ำหนักผลผลิต (Sato et al.,2000) ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้มะเขือเทศมีการสะสมปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Shivashankara et al.,2015) นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำยังมีผลทำให้ขั้นตอนการงอกของหลอดเรณูไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มะเขือเทศมีเปอร์เซ็นต์การติดผลลดลงเช่นเดียวกัน (Huang et al.,2011) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่สูงเดินไปส่งผลให้มะเขือเทศมีความอ่อนไหวต่อสภาพความครียดของความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Sato et al.,2002) และส่งผลให้มะเขือเทศมีผลผลิตและคุณภาพลดลง (Xu et al.,2007) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ผลผลิตและคุณภาพของมะเขือเทศเชอร์รี่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมในการปลูก (Panthee et al.,2012; Tinyane et al.,2013) ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศในระบบโรงเรือนถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช รวมทั้งการป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Ro et al.,2021)

สรุปผล

ผลการจัดการปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือนระบบเปิด พบว่า ในระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 12 สัปดาห์ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีความสูง ขนาดลำต้น และจำนวนดอก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งในกรรมวิธีที่ 1 มีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงที่สุด (511.39 กรัมต่อต้น) ซึ่งในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีจำนวนเมล็ดพันธุ์และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ผลการจัดการปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพโรงเรือนระบบปิด พบว่า ในระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 12 สัปดาห์ กรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีความสูง ขนาดลำต้น จำนวนดอกสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีที่ 1 มีจำนวนผลผลิตรวมสูงที่สุด (191.42 กรัมต่อต้น) ซึ่งในกรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 มีจำนวนเมล็ดพันธุ์และน้ำหนักเมล็ดพันธุ์สูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2563. สถิติการนำเข้า-ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชควบคุม. กรุงเทพฯ.

Sato, S., M.M. Peet and J.F. Thomas. 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. Plant, Cell & Environment 23(7): 719-726.

Huang, Y., Y. Li and X. Wen. 2011. The effect of relative humidity on pollen vigor and fruit setting rate of greenhouse tomato under high temperature condition. Acta Agricuturae Boreali-occidentalis Sinica 20(11): 105-110.

Panthee, D.R.., C. Cao, S.J. Debentson, A.P.Breksa, E. van der Knaap and B.B.M. Gardener. 2012. Magnitude of genotype x environment intrractins affecting tomato fruit quality. HortScience 47(6): 721-726.

Ro, S., L. Chea,S. Ngoun, Z.P. Stewart, S. Roeurn, P. Theam, S. Lim, R. Sor,M. Kosal, M. Roeun, K.S. Dy and P.V.V. Prasad. 2021. Response of tomato genotypes under different high temperatures in field and greenhose conditions. Plants 10(3): 449, doi: 10.3390/plants 10030449.

Sato, S., M.M. Peet and J.F. Thomas 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under choronic, mild heat stress. Plant, Cell & Environment 23(7): 719-726.

Sato, S., M.M. Peet and J.F. Thomas. 2002. Determining critical pre-and post-anthesis periods and physiological processes in *Lycopersicon esculentum* Mill. exposed to moderately elevated temperatures. Journal of Experimental Botany 53(371): 1187-1195.

Shivashankara, K.S., K..C. Pavithra, R.H. Laxman, A.T. Sadashiva, T.K.Roy and G.A. Geetha. 2015. Changes in fruit quality and carotenoid profile in tomato (*Solanum lycoperisicon* L.) genotypes under elevated temperature. Journal of Horicultural Sciences 10(1): 38-43.

Tintane, P.P., D.Sivakumar and P.Soundy. 2013. Influence of photo-selective and bioactive compounds in selected tomato cultivars. Scientia Horticulturae 161: 340-349.

Xu, H.L., D.Iraqi and A.Gosselin. 2007. Effect of ambient humidity on physiological activities and fruit yield and quality of greenhouse tomato. Acta Horticulturae 761: 85-92.

Table 1 Effects of fertilizer management on cherry tomato plant height after 3-12 weeks of planting under an open greenhouse system.

Treatments	Height (cm.)/2									
	Week 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10.88 a	14.39 b	19.72 b	28.44 b	35.46 b	39.57 b	45.49 b	66.74 a	55.44 ab	59.89 a
2	11.08 a	13.61 b	18.56 b	27.51 b	34.30 b	39.53 b	42.87 b	55.88 a	53.96 b	57.69 a
3	11.92 a	17.45 a	24.41 a	34.76 a	42.82 a	48.19 c	53.35 a	56.99 a	63.89 a	67.26 a
4	5.71 b	6.40 c	5.33 d	7.64 c	10.32 c	13.56 c	17.74 c	22.48 b	30.35 c	30.06 b
5	5.80 b	6.72 a	8.47 c	11.69 c	14.65 c	18.22 c	67.03 c	26.39 b	29.05 c	32.50 b
average	9.08	11.71	15.30	22.01	27.51	31.81	45.30	45.70	46.54	49.48
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	15.25	21.83	24.79	22.95	22.92	23.43	22.55	55.94	22.79	23.93

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

Table 2 Effects of fertilizer management on cherry tomato stem size after 4-12 weeks of planting under an open greenhouse system.

Treatments	Stem size (cm.)/2								
	Week 4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.21 ab	1.49 a	1.88 ab	2.03 a	2.17 a	2.26 ab	2.65 ab	2.63 a	2.65 a
2	1.15 bc	1.39 ab	1.81 b	1.99 a	2.14 a	2.05 ab	2.48 b	2.34 a	2.46 a
3	1.35 a	1.62 a	2.23 a	2.35 a	2.49 a	2.35 a	3.03 a	2.58 a	2.85 a
4	1.06 bc	0.82 c	0.94 c	1.00 b	1.15 b	1.19 c	1.41 c	1.39 b	1.60 b
5	1.01 c	1.14 b	1.11 c	1.03 b	1.15 b	1.63 bc	1.44 c	1.54 b	1.51 b
average	1.16	1.29	1.59	1.68	1.82	1.90	2.20	2.10	2.21
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	20.12	24.74	29.97	29.68	29.77	44.35	28.21	27.36	28.72

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

Table 3 Effects of fertilizer management on the number of cherry tomato flowers after 4-12 weeks of planting under an open greenhouse system.

Treatments	Number of flowers (flowers/plants)/2								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.28 a	1.03 a	2.00 a	2.42 a	3.17 a	3.82 a	4.57 a	5.20 a	7.09 a
2	0.11 a	0.72 b	1.39 b	1.80 b	2.47 b	2.94 b	3.79 b	4.18 b	4.15 b
3	0.17 b	0.68 b	1.49 b	1.81 b	2.62 b	3.15 b	3.99 ab	4.34 b	4.51 ab
4	0.00 c	0.02 c	0.03 c	0.21 c	0.46 c	0.56 c	1.21 c	1.50 c	2.30 bc
5	0.02 c	0.05 c	0.07 c	0.20 c	0.48 c	0.76 c	0.95 c	1.10 c	1.40 c
average	0.12	0.50	1.00	1.29	1.84	2.25	2.90	3.26	3.89
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	95.09	44.94	33.22	30.78	28.02	24.4	26.7	25.03	83.8

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

Table 4 Effects of fertilizer management on the number of cherry tomato fruits after harvest time 1-6 of planting under an open greenhouse system.

Treatments	Number of fruits (fruits/plant) /2						
	Harvest time 1	2	3	4	5	6	total
1	1.72 a	45.30 a	14.30 a	4.14 b	2.92 a	3.11 b	71.49
2	1.61 a	33.56 b	4.92 b	0.33 c	1.19 bc	0.28 b	41.89
3	1.31 a	35.64 b	6.14 b	2.44 b	1.03 bc	0.28 b	46.84
4	0.05 b	0.00 c	2.19 bc	6.64 a	2.17 ab	12.89 a	23.94
5	0.11 b	1.17 c	0.50 c	0.30 c	0.08 c	0.25 b	2.41
average	0.96	28.92	5.61	2.77	1.48	3.36	37.31
F-test/1	**	**	**	**	**	**	
C.V. (%)	107.38	37.86	92.31	85.28	122.89	172.32	

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

Table 5 Effects of fertilizer management on the weight of fresh cherry tomatoes after harvest time 1-6 of planting under an open greenhouse system.

Treatments	Fruits weight (g/plants)/2						
	Harvest time 1	2	3	4	5	6	total
1	15.69 a	319.45 a	100.14 a	35.28 b	22.50 a	18.33 b	511.39
2	14.31 a	247.22 b	37.50 b	3.33 c	7.78 c	1.67 b	311.81
3	10.83 a	269.45 ab	47.22 b	28.89 b	8.61 bc	1.39 b	366.39
4	0.28 b	0.00 c	8.69 c	62.78 a	19.17 ab	44.72 a	135.64
5	1.11 b	11.11 c	3.33 c	2.78 c	0.55 c	1.67 b	20.55
average	8.44	169.44	39.38	26.61	11.72	13.56	269.16
F-test/1	**	**	**	**	**	**	
C.V. (%)	111.85	36.85	89.21	83.76	111.98	202.13	

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

Table 6 Effects of fertilizer management on cherry tomato plant height after 3-12 weeks of planting under closed greenhouse systems (EVAP).

Treatments	Height (cm.)/2									
	Week 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10.76 a	17.35 a	23.52 a	34.22 a	42.10 a	48.72 a	53.85 a	60.98 a	64.57 a	67.89 a
2	8.77 b	13.12 c	17.88 b	28.52 b	36.51 b	40.56 b	44.94 b	53.08 b	56.11 b	58.63 b
3	9.78 ab	14.96 b	21.37 a	33.98 a	42.02 a	47.93 a	53.48 a	60.33 a	64.43 a	66.57 a
4	4.32 c	4.54 b	5.02 c	8.50 c	10.85 c	15.26 c	18.11 c	25.81 c	30.04 c	32.91 c
5	4.64 c	4.84 b	5.68 c	9.38 c	11.71 c	14.57 c	18.03 c	22.13 c	23.37 c	28.18 c
average	7.65	10.96	14.69	22.92	28.64	33.41	37.68	44.47	47.70	50.84
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	17.17	19.59	19.15	16.58	14.31	14.11	13.95	13.29	14.78	14.79

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT.

Table 7 Effects of fertilizer management on cherry tomato stem size after 4-12 weeks of planting under closed greenhouse systems (EVAP).

Treatments	Stem size (cm.)/2								
	Week 4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.36 b	1.73 a	2.83 a	2.75 a	2.95 a	3.03 a	3.41 a	3.35 a	3.53 a
2	1.06 b	1.51 b	2.55 b	2.48 b	2.68 b	2.78 b	3.14 a	3.09 a	3.12 b
3	1.58 a	1.88 a	2.62 ab	2.60 ab	2.73 ab	2.86 ab	3.15 a	3.13 a	3.46 a
4	0.89 c	0.89 c	1.10 c	1.27 c	1.53 c	1.60 c	1.96 b	2.11 b	2.32 c
5	0.86 c	0.86 c	0.95 c	0.97 d	1.10 b	1.23 d	1.30 c	1.43 c	1.56 b
average	1.15	1.37	2.01	2.01	2.20	2.30	2.59	2.62	2.80
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	13.4	16.01	14.69	15.78	13.52	12.55	14.55	17.31	12.68

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT

Table 8 Effects of fertilizer management on the number of cherry tomato flowers after 4-12 weeks of planting under closed greenhouse systems (EVAP).

Treatments	Number of flowers (flowers/plants)/2								
	Week 4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.38 b	0.87 ab	2.02 a	2.38 a	2.95 a	3.59 a	4.49 a	4.83 a	4.98 a
2	0.29 b	0.74 b	1.67 b	2.07 b	2.70 b	3.09 b	3.80 b	3.96 b	4.17 b
3	0.59 a	0.94 a	1.88 ab	2.17 ab	2.69 b	3.21 b	4.08 b	4.51 a	5.04 a
4	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.19 c	0.48 c	0.78 c	1.30 c	1.80 c	2.44 c
5	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.02 c	0.31 c	0.56 c	0.67 b	0.81 b	0.92 b
average	0.25	0.51	1.11	1.37	1.83	2.25	2.87	3.18	3.51
F-test/1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	6.87	34.71	25.19	21.64	16.45	18.18	15.41	15.38	19.64

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT

Table 9 Effects of fertilizer management on the number of cherry tomato fruits after harvest time 1-5 of planting under closed greenhouse systems (EVAP).

Treatments	Number of fruits (fruits/plant) /2					
	Harvest time 1	2	3	4	5	total
1	0.00 b	142.00 a	49.42 a	0.00 b	0.00 b	191.42
2	5.67 a	76.58 a	33.25 a	6.33 b	0.00 b	121.83
3	7.58 a	101.00 a	57.17 a	5.83 b	0.00 b	107.58
4	0.00 b	0.00 c	0.00 b	23.50 a	14.50 a	38.00
5	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.33 b	0.00 b	0.33
average	2.65	63.92	27.97	7.20	2.17	91.83
F-test/1	**	**	**	**	**	
C.V. (%)	115.17	72.32	113.07	109.68	256.17	

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT.

Table 10 Effects of fertilizer management on the fruits weight after harvest time 1-6 of planting under closed greenhouse systems (EVAP).

Treatments	Fruits weight (g/plants)/2					
	Harvest time 1	2	3	4	5	total
1	15.00 a	177.78 c	152.92 a	53.58 a	15.17 b	414.45
2	16.92 a	227.92 b	48.00 c	16.17 b	0.00 b	309.01
3	22.67 a	297.25 a	83.33 b	13.58 b	0.00 b	416.83
4	0.00 b	0.00 d	0.00 d	62.42 a	35.00 a	97.42
5	0.00 b	0.00 d	0.00 d	1.08 b	0.00 b	1.08
average	10.92	140.57	56.85	29.37	10.03	247.76
F-test/1	**	**	**	**	**	
C.V. (%)	108.91	41.8	75.17	80.12	187.72	

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT

Table 11 Tomato seed yield harvested under open and closed greenhouse systems (EVAP)

Treatments	Open greenhouse systems /2		Closed greenhouse systems (EVAP) /2	
	Number of seeds (seeds/plant)	Seed weight (g/plants)	Number of seeds (seeds/plant)	Seed weight (g/plants)
1	1.39 a	0.0026 a	83.08 a	0.2078 a
2	0.94 a	0.0019 a	57.20 b	0.1646 a
3	0.86 a	0.0018 a	63.80 ab	0.1628 a
4	0.17 b	0.0000 b	0.50 c	0.0013 b
5	0.00 b	0.0000 b	0.05 c	0.0002 b
average	0.67	0.0013	40.93	0.1073
F-test/1	**	**	**	**
C.V. (%)	117.52	141.89	73.67	80.22

/1 ** = significant at 0.01

/2 Means followed by the same common letters are not significantly different (P≤0.05) from each other according to DMRT

ผลของการพอกเมล็ดที่ร่วมกับ GA_3 ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน

Effect of Seed Pelleting with GA_3 on Seed Germination of The Different Vigor of Lettuce seeds

เปรมจิตต์ ถิ่นคำ [1] วิมลรัตน์ ดำขำ [1] สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ [1] ศุภวรรณ มาดหมาย [2] และ เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข [2]

Thinkum, P. [1*], Dumkhum, W. [1], Srisawangwong, S. [1], Mardmai, S. [2] and Banthoengsuk, S. [2]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40260

[1] Khon kean Seed Research and Development Center, Thapra, Mueang, Khon kean 40260

[2] กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] Seed Research and Development Division, 50 Phahon Yothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

**Corresponding author: zodiac.scor1@gmail.com*

บทคัดย่อ

ผักกาดหอมเป็นพืชที่มีความต้องการของตลาด แต่ด้วยเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมมีรูปร่างเล็กและบาง ทำให้การสะสมอาหารในเมล็ดน้อย จึงทำการศึกษาเทคโนโลยีการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงต่างกันด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 10 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ดำเนินการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ตามกรรมวิธีต่างๆ จากการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีทดสอบความงอกมาตรฐาน (Standard germination) ทดสอบความงอกสภาพแปลง (Field emergence) และความเร็วในการงอก (Speed of germination) พบว่า กรรมวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลางร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ความเข้มข้น 2% ให้ผลความงอกมาตรฐาน 98 เปอร์เซ็นต์ และความงอกในสภาพแปลง 97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูง ส่วนวิธีการทดสอบ ความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบความเร็วในการงอก พบว่า กรรมวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลางร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ความเข้มข้น 2% มีความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบความเร็วในการงอกสูงสุด 13 ต้นต่อวัน มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม การพอกเมล็ดพันธุ์ GA_3 คุณภาพเมล็ดพันธุ์

Abstract

Lettuce is a crop with high market demand, but its seeds are small and thin, resulting in low nutrient accumulation. Therefore, a study was conducted on the technology of seed pelleting of lettuce seeds with the plant growth regulator GA_3. The objective was to investigate the effects of seed pelleting with GA_3 at different vigor on seed quality. The experiment was designed in a Completely Randomized Design with 10 treatments, each with 3 replications. Seed pelleting treatments with varying seed vigor were conducted with GA_3. Standard germination, field emergence, and speed of germination tests were performed. Results showed that seed pelleting of medium vigor lettuce seeds with 2% GA_3 concentration resulted in standard germination of 98% and field emergence of 97%, which did not differ statistically from seeds with high vigor.

However, speed of germination tests showed that seed pelleting with 2% GA_3 concentration significantly increased the maximum speed of germination to 13 seedlings per day at a 95% confidence level.

Keywords: lettuce seed, seed pelleting, GA_3, seed quality

บทนำ

ผักกาดหอมเป็นพืชผักที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ทำให้เป็นพืชที่มูลค่าสูง เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ แต่เนื่องจากเมล็ดผักกาดหอมมีขนาดเล็ก รูปร่าง แบน อาหารสะสมในเมล็ดน้อย และหากเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมลดลง ทำให้เสียเวลาและแรงงานในการจัดการ ทำให้เกษตรกร และฟาร์มผู้ผลิตผักระบบอุตสาหกรรมในประเทศไทย จึงต้องนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอก ชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ ส่งผลให้ เมล็ดพันธุ์มีราคาสูง และเพิ่มต้นทุนการผลิตมากขึ้น 5 เท่าตัว (จักรพงษ์ และบุญมี, 2558)

การพอกเมล็ดพันธุ์ (Seed pelleting) เป็นวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์อีกวิธีหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พืชที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน โดยวิธีการทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุพอก หรือวัสดุเติมเต็มชนิดต่างๆ ทำให้เมล็ดพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น มีน้ำหนักเปลี่ยนไปจากเดิม มีขนาดและรูปร่างแน่นอนตามที่ต้องการเพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก (บุญมี, 2558; Zenk, 2004) ซึ่งเทคโนโลยีการพอกเมล็ดพันธุ์ เป็นการจุดประกายให้ผสมสารออกฤทธิ์ต่างๆ เช่น สารชีวภัณฑ์และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สำหรับการเจริญเติมโตของต้นกล้าที่สมบูรณ์ หรือแม้กระทั่งผสมสารที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถรองรับการใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในระบบอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรในอนาคต และสามารถพัฒนาต่อได้ในด้านธุรกิจการเพาะกล้า จึงจำเป็นจะต้องทำให้เมล็ดมีขนาดใหญ่เพียงพอและมีสารที่ช่วยให้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมสามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับการใช้กับเครื่องจักรกลในการเพาะปลูกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในอนาคต ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงต่างกันด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 10 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูง (control)
กรรมวิธีที่ 2 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูง + GA_3 2%
กรรมวิธีที่ 3 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูง + GA_3 4%
กรรมวิธีที่ 4 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูง + GA_3 6%
กรรมวิธีที่ 5 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลาง + GA_3 2%
กรรมวิธีที่ 6 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลาง + GA_3 4%
กรรมวิธีที่ 7 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลาง + GA_3 6%
กรรมวิธีที่ 8 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงต่ำ + GA_3 2%
กรรมวิธีที่ 9 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงต่ำ + GA_3 4%
กรรมวิธีที่ 10 เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงต่ำ + GA_3 6%
หมายเหตุ เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรง 70 – 100 % ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง
เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรง 50 – 69 % ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงปานกลาง
เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำกว่า 50 % ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ

นำเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความชื้นประมาณ 7-10% มาพอกโดยใช้วัสดุพอก ($CaCO_3$) อัตรา 200 กรัม ต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 5 กรัม วัสดุประสาน (HPMC) ความเข้มข้น 3% อัตรา 90 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม 5 กรัม ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 อัตรา 0.05 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ตามกรรมวิธี ลดความชื้นก้อนพอก และทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1. ตรวจสอบความชื้นของก้อนพอก ชั่งก้อนพอก 5 กรัม จำนวน 2 ซ้ำ ใส่กระป๋องอะลูมิเนียม อบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิสูง ระหว่าง 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาวางไว้ในโถดูดความชื้นให้เย็น เป็นเวลา 30 นาที นำมาชั่งน้ำหนักที่หายไปและคำนวณร้อยละความชื้น

$$\text{ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

M1 = น้ำหนักของถ้วยและฝา (กรัม)

M2 = น้ำหนักของถ้วยพร้อมฝาและตัวอย่างเมล็ดก่อนอบ (กรัม)

M3 = น้ำหนักของถ้วยพร้อมฝาและตัวอย่างเมล็ดหลังอบ (กรัม)

2. ตรวจสอบความงอกมาตรฐาน โดยการเพาะบนกระดาษ (Top of paper) จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะในห้องเพาะความงอกอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และให้แสง 8 ชั่วโมง ตรวจนับความงอกครั้งแรก (First count) 4 วันหลังเพาะ ตรวจนับความงอกครั้งสุดท้าย (Final count) 7 วันหลังเพาะ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (ISTA, 2020)

3. ทดสอบความงอกสภาพแปลง โดยสุ่มก้อนพอก จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะในถาดหลุมโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ วางไว้ในโรงเรือน เป็นเวลา 7 วัน และประเมินต้นกล้าผักกาดหอม

4. ทดสอบความเร็วในการงอก (Speed of germination) โดยการเพาะบนกระดาษ (Top of paper) จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะในห้องเพาะความงอกอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และให้แสง 8 ชั่วโมง และนับจำนวนต้นกล้าที่งอกปกติทุกวันจนครบ 7 วัน

$$\text{ความเร็วในการงอก (ต้นต่อวัน)} = \frac{\text{ต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1}}{\text{วันที่ 1 หลังเพาะ}} + \ldots + \frac{\text{ต้นกล้าปกติที่งอกวันสุดท้าย}}{\text{วันสุดท้ายหลังเพาะ}}$$

ผลการทดลอง

ผลการตรวจสอบคุคความชื้นก้อนพอกเมล็ดผักกาดหอมร่วมกับ GA_3 พบว่า ความชื้นของก้อนพอกผักกาดหอม ในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยกรรมวิธีที่ 1 มีความชื้นต่ำที่สุด 16.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 6 มีความชื้น 17.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ กรรมวิธีที่ 8 กรรมวิธีที่ 10 กรรมวิธีที่ 7 กรรมวิธีที่ 2 คือมีความชื้น 17.85, 17.93, 18.05 และ 18.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1) ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในกรรมวิธีที่ 5 ไม่มีความแต่งต่างกันทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 1 โดยเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอกกรรมวิธีที่ 5 มีความงอกมาตรฐานสูงที่สุด คือ 98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 1 มีความงอกมาตรฐานอยู่ที่ 96 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การหาความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบความงอกในสภาพแปลง พบว่า เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในกรรมวิธีที่ 5 ไม่มีความแต่งต่างกันทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 1 โดยเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพอกกรรมวิธีที่ 5 มีความงอกในสภาพแปลงสูงที่สุด คือ 97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 1 มีความงอกในสภาพแปลงอยู่ที่ 96 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การหาความแข็งแรงโดยวิธีหาความเร็วในการงอก พบว่า เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมในกรรมวิธีที่ 5 ไม่มีความแต่งต่างกันทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ 3 โดยมีความเร็วในการงอก 13 ต้นต่อวัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับกรรมวิธีอื่นๆ (Table 2)

Table 1. Seed moisture content of pelleted lettuce seeds.

Treatment	Moisture (%)
T1: High vigor lettuce seeds (control)	16.70 e
T2: High vigor lettuce seeds + GA_3 2%	18.10 abcd
T3: High vigor lettuce seeds + GA_3 4%	18.54 a
T4: High vigor lettuce seeds + GA_3 6%	18.48 ab
T5: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 2%	18.43 ab
T6: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 4%	17.65 d
T7: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 6%	18.05 abcd
T8: Low vigor lettuce seeds + GA_3 2%	17.85 cd
T9: Low vigor lettuce seeds + GA_3 4%	18.33 abc
T10: Low vigor lettuce seeds + GA_3 6%	17.93 bcd
C.V. (%)	1.94

Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT

Table 2. Standard germination tested, seed vigor tested by field emergence and speed of germination tested of lettuce seeds.

Treatment	Germination (%)	Field emergence (%)	Speed of germination (plant/day)
T1: High vigor lettuce seeds (control)	95 ab	95 abc	12.5 b
T2: High vigor lettuce seeds + GA_3 2%	93 bc	93 bcd	12.0 bc
T3: High vigor lettuce seeds + GA_3 4%	96 ab	96 ab	13.2 a
T4: High vigor lettuce seeds + GA_3 6%	94 b	93 cd	11.8 cd
T5: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 2%	98 a	97 a	13.4 a
T6: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 4%	92 bcd	91 d	11.4 de
T7: Medium vigor lettuce seeds + GA_3 6%	82 f	80 f	10.8 fg
T8: Low vigor lettuce seeds + GA_3 2%	85 ef	82 f	10.5 g
T9: Low vigor lettuce seeds + GA_3 4%	88 de	86 e	11.2 ef
T10: Low vigor lettuce seeds + GA_3 6%	89 cde	88 e	11.5 cde
C.V. (%)	3.03	2.04	3.06

Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT

วิจารณ์ผล

เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม เป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก รูปร่างแบน มีน้ำหนักเบา และการสะสมอาหารในเมล็ดพันธุ์น้อย จึงไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทำให้ความงอก และความแข็งแรงลดลง การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการพอกเมล็ดพันธุ์มีความจำเป็นต่อการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ (จักรพงษ์ และบุญมี, 2562) ซึ่งการพอกเมล็ดพันธุ์ช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น และสามารถเพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ได้

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ร่วมกับสารพอกต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม จากผลการทดลอง พบว่า ในการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลางร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 2% ให้ผลทั้งความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบความงอกในสภาพแปลง ไม่แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงสูงไม่ผสมสารควบคุมการเจริญเติบโต แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ในด้านความแข็งแรงโดยวิธีทดสอบความเร็วในการงอก สอดคล้องกับงานวิจัยของจักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ (2558) ที่กล่าวไว้ว่า HPMC มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี จึงไม่ไปขัดขวางการดูดน้ำของเมล็ดพันธุ์อีกทั้งราก ที่งอกจากเมล็ดสามารถแทงทะลุผ่านวัสดุประสานและ วัสดุพอกได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการพอกมีดัชนีความงอกไม่ต่างกัน เมล็ดพันธุ์ที่มีค่าดัชนีความงอกสูงจะบ่งชี้ว่าเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงด้วย (จวงจันทร์, 2529)

สรุปผล

การใช้วัสดุพอกและวัสดุประสาน ($CaCO_3$+HPMC) ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 2% ในเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมที่มีความแข็งแรงปานกลาง ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม มีคุณภาพสูงที่สุด และสามารถยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมขึ้น และยังสามารถช่วยส่งเสริมการปลูกผักกาดหอม ในระบบอุตสาหกรรมของประเทศไทย ให้มีง่ายขึ้น ประหยัดแรงงาน และเวลาในการปลูกผักกาดหอมมากขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัย ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต GA_3 ร่วมกับสารพอกต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ววน. ขอบคุณผู้ช่วยวิจัย ทีมงาน และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามในการดำเนินการทดลองให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโยลีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2558. ศักยภาพของการใช้ Carboxymethylcellulose และ Hydroxypropyl methycellulose เป็นวัสดุประสานสำหรับการพอกเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม. ว.แก่นเกษตร 43 (พิเศษ 1) 268-273.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2562. การเปลี่ยนแปลงความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) หลังการพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฟอสฟอรัส. ว.เกษตรพระจอมเกล้า 37(2) 274-283.

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพ และยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น

ISTA. 2020. International Rules for Seed testing. Seed Science and technology. Glattbrugg, Switzerland. 300 P.

ศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์หยี

Study on Breaking Dormancy Method of the Velvet Tamarind Seeds (*Dialium indum* Linn.)

นูรอาดีลัฮ เจะโด[1] ศรัญญา ใจพะยัก[2] สิริมนต์ พร้อมมูล[3] และ ลักษมี สุภัทรา[4]

Jehdo, N.[1], Jaiphayak, S.[2*], Prommool, S.[3] and Suphatthra, L.[4]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปัตตานี จ.ปัตตานี

[1] Pattani Agricultural Research and Development Center, Pattani, 94180

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส จ.นราธิวาส

[2] Pattani Agricultural Research and Development Center, Narathiwat, 96140

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรรือเสาะ จ.นราธิวาส

[3] Ruso Agricultural Research and Development Center, Narathiwat, 96150

[4] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จ.สงขลา

[4] Office of Agricultural Research and Development Region 8, Songkha, 90110

**Corresponding author: maii_sa@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์หยี ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปัตตานี อำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) กรรมวิธีควบคุม 2) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง 3) แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที 4) แช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75% นาน 10 นาที 5) แช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 85% นาน 10 นาที และ 6) ตัดปลายเมล็ด ผลการศึกษา พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง การแช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที การแช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75% และ 85% นาน 10 นาที และตัดปลายเมล็ด สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดหยีได้ ส่วนกรรมวิธีควบคุมไม่สามารถทำลายการพักตัวของเมล็ดหยีได้ การตัดปลายเมล็ดมีความงอกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ยที่ 86.67% ต้นที่ผิดปกติเฉลี่ยที่ 4.30 % รองลงมาคือ ส่วนแช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75% นาน 10 นาที มีความงอกเฉลี่ยที่ 76.50% ต้นที่ผิดปกติเฉลี่ยที่ 4.53% จะเห็นได้ว่าการตัดปลายเมล็ด เป็นกรรมวิธีที่สามารถทำลายการพักตัวได้ดีที่สุดและและไม่มีผลทำให้เมล็ดและต้นกล้าเกิดความเสียหาย

คำสำคัญ: หยี เมล็ดแข็ง การทำลายการพักตัว

Abstract

Study on breaking dormancy method of the velvet tamarind seeds was carried out at Pattani Agricultural Research and Development Center, Mealan district, Pattani province. The experiment design was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications and 6 treatments. The experiment consisted of 6 treatments as follows: 1) non – treated seed (control) 2) soaked – seed in water for 12 hours 3) soaked – seed in hot water 70 °C for 15 minutes 4) soaked – seed in sulfuric acid 75 % for 10 minutes 5) soaked – seed in sulfuric acid 85 % for 10 minutes and 6) clipped-seed. The results showed that soaked-seed in water for 12 hours, hot water 70 ๐C for 15 minutes, sulfurice acid 75 and 85% for 10 minutes and clipped-seed were found to break dormancy of velvet tamarind seeds. The clipped-seed gave the highest germination of 86.67%, normal seedlings 82.37% and abnormal seedlings 4.30%. followed by the soaked – seed in sulfuric acid 75 %

for 10 minutes gave germination of 76.50, and abnormal seedlings 4.53%. It indicated that the clipped-seed was the methods of breaking the dormancy without damaging the germination and seedling growth.

Keywords: *Dialium Indum* Linn, Hard seed, Dormancy Breaking

บทนำ

หยี จัดอยู่ในวงศ์ Fabaceae เป็นผลไม้ยืนต้นชนิดหนึ่งที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่อยู่ในวงศ์เดียวกับมะขาม แค สะตอ เนียง ชงโค และชัยพฤกษ์ เป็นต้น มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dialium indum* Linn. มีชื่อสามัญว่า Velvet Tamarind (เต็ม, 2523; อุดร, 2551) และมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปแต่ละท้องถิ่น เช่น ภาคกลาง เรียกว่า หยี คนไทยมุสลิมทางภาคใต้เรียกว่า กรันหยี ภาคอีสาน เรียกว่า นางดำ และลูกเค็ง ต้นหยีสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพล้อมทั่วไปในธรรมชาติ หยีจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่อมีอายุประมาณ 15-17 ปี หลังปลูก และให้ผลผลิตได้มากที่สุดเมื่อมีอายุ 30 ปีขึ้นไป ผลผลิตออกในช่วงปลายปี คือ ประมาณช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน ของทุกปี

เมล็ดหยี มีขนาดเล็กมากอยู่ภายในเนื้อผล ผิวเมล็ดเรียบ มีสีเทาอมดำรูปทรงกลมแบนอยู่เพียง 1 เมล็ด ยาวประมาณ 12-14 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 7-9 มิลลิเมตร และหนาประมาณ 3-4 มิลลิเมตร (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2560; อุดร, 2551; Schmidt and Nguyen, 2005 ; Suranant, 2001) ในสภาพธรรมชาติเมล็ดพันธุ์หยีมีความงอกต่ำ เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดหนา และแข็ง ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีการพักตัวนาน ส่วนใหญ่เกษตรกรใช้วิธีแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง ก่อนนำเมล็ดพันธุ์ไปปลูก แต่ก็ยังพบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกต่ำมาก ซึ่งโดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ในวงศ์ Fabaceae สวนใหญ่จะมีอัตราการพักตัวของเมล็ดซึ่งเกิดจากเปลือกหุมเมล็ดมีลักษณะแข็ง (Hard seed coat) ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่าน เมื่อนำเมล็ดไปปลูกหรือเพาะความงอกโดยไม่มีการทำลายการพักตัวกอน เมล็ดจะมีความงอกต่ำ และงอกไม่สม่ำเสมอ หรือตองใชเมล็ดในอัตราที่สูง การทำลายการพักตัวของเมล็ดแข็ง มีหลักการคือทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดมีรอยขีดขวน จนน้ำสามารถซึมผ่านได้ (จวงจันทร, 2521) วิธีการหลักๆ ที่ International Seed Testing Association (ISTA, 2013) แนะนำให้ใชในหองปฏิบัติการ ได้แก่ การตัดเปลือกหุ้มเมล็ดโดยตรง วิธีนี้ทำให้เมล็ดที่มีเปลือกหุ้มแข็งที่มีชีวิตสามารถงอกได้ทั้งหมด วิธีการแชเมล็ดในกรดซัลฟูริกเข้มข้น สวนวิธีการอื่นๆ ได้แก่ การขัดเมล็ดด้วยกระดาษทราย การอบด้วยความร้อน และการแชน้ำร้อนเป็นวิธีที่ใชได้กับเมล็ดที่มีปริมาณมาก อุณหภูมิและเวลาในการอบหรือการแชน้ำรอน จะแตกต่างกันไปในเมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดหยี โดยเลือกใช้กรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์หยี และเพื่อเพิ่มความงอกงอกของเมล็ดพันธุ์หยีให้มากขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกเมล็ดหยีจากแหล่งผลิต อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ที่เก็บเกี่ยวในปี 2565 มาล้างทำความสะอาด และตากแดดลดความชื้นของเมล็ด จากนั้น นำเมล็ดหยีมาดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีที่ทำลายการพักตัว วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 6 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (Control)
กรรมวิธีที่ 2 แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำอุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 3 แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
กรรมวิธีที่ 4 แช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที
กรรมวิธีที่ 5 แช่เมล็ดพันธุ์ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที
กรรมวิธีที่ 6 ตัดปลายเมล็ด

นำเมล็ดพันธุ์หยีที่ผ่านการทำลายการพักตัวทั้ง 6 กรรมวิธี มาเพาะเมล็ดโดยใช้วิธีเพาะ แบบ Between paper (BP) วางไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยแต่ละกรรมวิธี มีจำนวน 4 ซ้ำๆ 100 ประเมินความงอกครั้งแรก ที่อายุ 4 วันหลังเพาะเมล็ด และประเมินความงอกครั้งสุดท้าย ที่อายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด บันทึกความงอก ต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ วัดขนาดความสูง และความกว้างทรงพุ่มของต้นกล้า

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีทดลองโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์ความงอก

เมล็ดหยีที่ผ่านการทำลายการพักตัวทั้ง 6 กรรมวิธี เริ่มมีความงอกที่ 4 – 18 วันหลังเพาะ โดยการตัดปลายเมล็ดมีความงอกเร็วสุดที่ 4 วันหลังเพาะ และเมื่อประเมินความงอก ที่อายุ 21 วันหลังเพาะ พบว่า การทำลายการพักตัวของเมล็ดหยีด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการตัดปลายเมล็ดมีความงอกเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 86.67 % รองลงมา คือ การแช่ด้วยกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 75% และ การแช่ด้วยกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 80% มีความงอกเฉลี่ย คือ 76.50% และ 60.00% ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุม ไม่มีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Table 1)

เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติ

เมล็ดหยีที่ผ่านการทำลายการพักตัวตามกรรมวิธีทั้ง 6 กรรมวิธี พบว่า มีจำนวนต้นกล้าหยีผิดปกติ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการแช่เมล็ดหยีด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง มีผลทำให้เกิดต้นกล้าหยีที่ผิดปกติน้อยที่สุด 2.17 % (Table 1)

เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดไม่งอก

เมล็ดหยีที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว (Control) พบว่า มีจำนวนเมล็ดที่ไม่งอกสูงสุด 100% โดยสามารถแยกเป็น 96.15% และ จำนวนเมล็ดตาย 3.85% การทำลายการพักตัวด้วยการตัดปลายเมล็ด มีจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่งอกน้อยที่สุด มีเมล็ดแข็ง เฉลี่ยที่ 5.75 % ส่วนการแช่ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75% และการแช่ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 85% มีจำนวนเมล็ดที่ตายมากกว่าเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ (18.00% และ 29.55% ตามลำดับ) (Table 2)

Table 1 Percentage of germination and abnormal seedlings of velvet tamarind seeds using different breaking dormancy methods.

Treatment	Germination (%)	Abnormal seedlings (%)
Non – treated seed (control)	0.00 ^{f}	0.00 ^{d}
Soaked – seed in water for 12 hours	18.67 ^{e}	2.17 ^{c}
Soaked – seed in hot water 70 oC for 15 minutes	38.50 ^{d}	3.95 ^{b}
Soaked – seed in sulfuric acid 75 % for 10 minutes	76.50 ^{b}	4.53 ^{a}
Soaked – seed in sulfuric acid 85 % for 10	60.00 ^{c}	3.86 ^{b}
Clipped-seed	86.67 ^{a}	4.30 ^{ab}
F-test	*	*
CV (%)	4.44	10.73

- Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using DMRT at 5% probability level.

Table 2 Percentage of hard seed and dead seed of velvet tamarind seeds using different breaking dormancy methods.

Treatment	Hard seed (%)	Dead seed (%)
Non – treated seed (control)	96.15 [a]	3.85 [d]
Soaked – seed in water for 12 hours	73.86 [b]	4.47 [d]
Soaked – seed in hot water 70 °C for 15 minutes	54.50 [c]	7.00 [c]
Soaked – seed in sulfuric acid 75 % for 10 minutes	5.50 [e]	18.00 [b]
Soaked – seed in sulfuric acid 85 % for 10	30.45 [d]	29.55 [a]
Clipped-seed	5.75 [e]	7.58 [c]
F-test	*	*
CV (%)	3.75	7.31

- Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using DMRT at 5% probability level.

ขนาดของต้นกล้า

เมล็ดหยีที่ผ่านการทำลายการพักตัวของเมล็ด ทั้ง 6 กรรมวิธี เมื่อนำมาเพาะเมล็ดโดยใช้วิธีเพาะ แบบ Between paper (BP) นาน 21 วัน ส่งผลให้ขนาดของต้นกล้าหยีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านความสูง ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ โดยการตัดปลายเมล็ด และการแช่ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 75% นาน 10 นาที ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด คือ 9.64 เซนติเมตร และ 9.50 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 8.95 เซนติเมตร และ 8.77 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับจำนวนใบ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีที่ทดลอง (Table 3)

Table 3 Seedling size and number of leaves of velvet tamarind seeds using different breaking dormancy methods.

Treatment	Seedling size (cm.)		Number of leaves
	Height	Width	
Non – treated seed (control)	0.00 [c]	0.00 [e]	0.00 [c]
Soaked – seed in water for 12 hours	8.50 [b]	7.68 [c]	4.00 [b]
Soaked – seed in hot water 70 °C for 15 minutes	8.18 [b]	8.05 [b]	4.40 [a]
Soaked – seed in sulfuric acid 75 % for 10 minutes	9.50 [a]	8.77 [a]	4.00 [b]
Soaked – seed in sulfuric acid 85 % for 10	8.35 [b]	7.25 [d]	4.00 [b]
Clipped-seed	9.64 [a]	8.95 [a]	4.00 [b]
F-test	*	*	*
CV (%)	3.34	3.03	6.58

- Mean in each column followed by different letters indicated significant difference using DMRT at 5% probability level.

วิจารณ์ผล

เมล็ดหยีที่ไม่ผ่านการทำลายการพักตัว มาเพาะเมล็ดโดยใช้วิธีเพาะ แบบ Between paper (BP) วางไว้ในอุณหภูมิห้อง ที่อายุ 21 วัน พบว่า ไม่มีการงอกเกิดขึ้น ซึ่งในสภาพธรรมชาติเมล็ดหยีมีความงอกต่ำ เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดแข็งหนาส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีการพักตัวนาน และงอกช้า ส่วนการทำลายการพักตัวโดยการตัดปลายเมล็ดหยีมีความงอกเฉลี่ยสูงที่สุด 86.67 % รองลงมาคือ คือ การแช่กรดซัลฟูริก เข้มข้น 75 % และ 80 % มีความงอกเฉลี่ย 76.50% และ 60.00% ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Olayode and Alba (2009) พบว่า การแช่เมล็ดหยีในกรดซัลฟูริก นาน 15 นาที เมล็ดพันธุ์มีความงอก 59.20 % นอกจากนี้จากการศึกษาของ Ogbu และ Otah (2017) พบว่า การแช่เมล็ดหยีในน้ำร้อนอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

เมล็ดพันธุ์มีความงอก 42.50 % หลังจากเพาะเมล็ดประมาณ 2 เดือนแล้ว ต้นกล้าจะเจริญเติบโต สามารถแตกใบอ่อน และสามารถย้ายต้นกล้าลงแปลงปลูกได้ และจากการศึกษาของ Ajiboye และคณะ (2014) โดยการแช่เมล็ดพันธุ์หยีในกรดซัลฟูริก นาน 5, 10 และ 15 นาที แล้วนำไปเพาะในถาดเพาะ พบว่า หลังจากเพาะเมล็ด 8 วัน เมล็ดหยีมีความงอก 20, 60 และ 90 % ตามลำดับ ส่วนการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่า หลังจากเพาะเมล็ด 21 วัน เมล็ดพันธุ์หยีมีความงอก 0, 50, 40, 30 และ 20 % ตามลำดับ และเช่นเดียวกันกับการศึกษาวิธีการทำลายการพักตัวที่เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์ถั่วอาหารสัตวเขตรอนบางชนิด พบว่า เมล็ดที่ไม่มีการทำลายการพักตัว มีความงอกเพียง 27 % มีเมล็ดแข็ง 61 % สวนที่เหลือ 12 % เป็นเมล็ดตาย และตนงอกผิดปกติ ซึ่งนับว่าเป็นเมล็ดที่มีความงอกคอนข้างต่ำและมีสัดสวนของเมล็ดแข็งคอนขางสูง การทำลายการพักตัวโดยการตัดเปลือกหุ้มเมล็ด และการแชกรดกำมะถันเข้มข้น (นาน 2 - 8 นาที) พบว่าทำให้เมล็ดมีความงอกสูงสุด (86 - 91 %) โดยไม่ทำให้เมล็ดตายเพิ่มมากขึ้น (สรายุทธ และคณะ, 2550)

สรุปผล

วิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดหยี โดยการตัดปลายเมล็ดเป็นวิธีการทำลายการพักตัวของเมล็ดหยี ที่ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด ต้นกล้าปกติเฉลี่ยที่สูงสุด มีต้นกล้าที่ผิดน้อย เมล็ดเกิดความเสียหายน้อยที่สุด แต่หากเมล็ดมีปริมาณมาก การตัดปลายเมล็ดอาจทำให้ใช้เวลาในการทำลายการพักตัวที่นาน การทำงานช้าลง ส่วนการแช่กรดซัลฟุริก 75% เป็นการทำลายการพักตัวที่รวดเร็ว ใช้เวลาไม่นาน และสามารถให้ต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดแข็งได้ไม่แตกต่างกับการตัดปลายเมล็ด โดยจะต้องปรับระยะเวลาในการแช่กรดซัลฟุริกเหมาะสม เพื่อลดเมล็ดตายน้อยลง ดังนั้นการตัดปลายเมล็ดและการแช่กรดซัลฟุริกเข้มข้น 75 % จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการทำลายการพักตัวของเมล็ดหยี เพื่อใช้ขยายพันธุ์ต่อไป

คำขอบคุณ

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ในการสนับสนุนงบประมาณสำหรับงานวิจัย และขอขอบคุณข้าราชการ ลูกจ้างประจำ พนักงานราชการ ตลอดจนพนักงานจ้างเหมาบริการของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปัตตานี และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 ที่ให้การสนับสนุน และอำนวยความสะดวกในด้านงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ: กลุ่มหนังสือเกษตร.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. พรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หจก. พันนี่พับบลิช กรุงเทพฯ.

อุดร เจริญแสง. 2551. ไม้ผลพื้นบ้าน: หยี. วารสารเกษตรชายแดนใต้. 1 : 8-10.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2560. แหล่งที่มา: http://www.tistr.or.th/sakaerat/plant%20in%20sakaerat/plant%20list/039%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%A5%E0%B8%87.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 9 มีนาคม 2563].

สรายุทธ์ ไทยเกื้อ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และพิมพาพร พลเสน. 2550. วิธีการทำลายการพักตัวที่เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ดแข็งของเมล็ดพันธุ์ถั่วอาหารสัตวเขตรอนบางชนิด. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว ประจำปพ.ศ. 2550 กรมปศุสัตว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 35 – 50.

Ajiboye, A. A., Fawibe, O. O., Atayese, M. O. and Agboola D. A. 2014. Some aspects of the seed germination and seedling growth of two Savanna tree species: Prosopis Africana and Dialium guineense. Journal of Advanced Laboratory Research in Biology: 188 – 193.

ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. Glattbrugg: The international Seed Testing Association.

Ogbu, J. U. and Otah O. I.. 2017. Germination response of velvet tamarind (*Dialium guineense* Willd.) seeds treated with pre-sowing soaking in water at varying temperatures and durations. GSC Biological and

Pharmaceutical Sciences. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences 01(02): 007-012.

Olayode, O. and E. G. Alba. 2009. Seed sources and pre-treatment effects on the emergence of Velvet Tamarind (*Dialium guineense* Willd) seedlings. [On-line]. Available: https://www. Tandfonline com/doi/abs/10.1080/10549810903344587?scroll=top&needAccess=true& journalCode=wjsf20. [accessed on 20 March 2020].

Schmidt, L. and Nguyen, V. A. 2005. *Dialium cochinchinense* Pierre. Seed Leaflet 91: 1-7.

Suranant, S. 2001. Under – Utilizer Tropical Fruits of Thailand. Faculty of Agriculture Kasetsart University. Bangkok. Thailand.

ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในระบบเกษตรอินทรีย์

Effects of Using Organic Fertilizers Together with PGPR Biofertilizers to Increase the Quantity and Quantity of Cherry Tomato Seeds in An Organic Farming System

ศษิษา พิทักษ์[1*] ศิริลักษณ์ พุทธวงค์[1] วีระวัฒน์ โฮมจุมจัง[1] สุขสำราญ สืบสำราญ[1] และ สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์[1]

Pituk, S.[1*], Buddhawong, S.[1], Homjumjung, W.[1], Suksumran, S.[1] and Srisawangwong, S.[1]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น 343 หมู่ 15 ตำบลท่าพระ อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40260

[1] Khonkaen Seed Research and Development Center, 343 Moo.15, Thaphra, Mueang Khonkaen, Khonkaen, 40260

**Corresponding author: salisapituk@gmail*

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ (Plant Growth Promoting Rhizobacteria : PGPR) เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในระบบเกษตรอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ดินปลูกที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ โดยดำเนินการในโรงเรือน ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยผสมดินปลูก วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพตามวิธีทดสอบ ได้แก่ 1) ปุ๋ยคอกมูลไก่อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% 2) ปุ๋ยคอกมูลไก่อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 3) ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% 4) ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 และ 5) ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ผลการศึกษาพบว่า ดินปลูกที่ใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ให้ปริมาณจำนวนผล (28 ลูกต่อต้น) น้ำหนักผลรวม (124 กรัมต่อต้น) สูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ซึ่งการใส่ปุ๋ยพีจีพีอาร์ 1 ร่วมกับปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% หรือ 100% และปุ๋ยคอกมูลไก่อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % มีผลทำให้จำนวนเมล็ดรวม และน้ำหนักเมล็ดแห้งรวมแตกต่างกันทางสถิติ โดยเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 29.75% และ 40 % ตามลำดับ ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าทุกกรรมวิธีทำให้เมล็ดมะเขือเทศเชอร์รี่มีความงอกของเมล็ดพันธุ์ระหว่าง 96.50-99.00 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: มะเขือเทศเชอร์รี่ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ระบบเกษตรอินทรีย์

Abstract

Study of the results of using organic fertilizers together with PGPR biofertilizers to increase the quantity and quality of cherry and quality of cherry tomato seeds in an organic farming system. The objective is to obtain planting soil that is effective in increasing the quantity and quality of cherry tomato seeds. It is carried out in a greenhouse. Khon Kaen Plant Seed Research and Development Center. A Completely Randomized Design (CRD) experiment with 5 treatments 4 replicates, with potting soil mixtures was planned organic material and biological fertilizers according to testing methods including 1) Chicken manure at a rate comparable to the soil analysis value 100% 2) Chicken manure at a rate comparable to the soil analysis value 100% together with PGPR1 biofertilizer 3) Aerated compost at a rate comparable to the soil analysis value 100% 4) Aerated compost at a rate comparable to the soil analysis value 100% combined with PGPR 1 biofertilizer and 5)

Aerated compost at a rate comparable to the soil analysis value 75% combined with PGPR 1 biofertilizer. The results of the study found that planting soil with aerated compost at a rate comparable to the soil analysis value of 75% combined with PGPR 1 biofertilizers gave the highest and different fruit number (28 fruits per plant) and total fruit weight (124 grams per plant). Statistically significant with not adding PGPR 1 biofertilizer. The application of PGPR 1 biofertilizer together with aerated compost at a rate comparable to the soil analysis value of 75% or 100% and chicken manure at a rate comparable to the soil analysis value of 100% resulted in the total number of seeds and the total dry seed weight was statistically different. This increased from not adding PGPR1 biofertilizers by 29.75% and 40.00% respectively. The results of the seed quality analysis found that every method produced cherry tomato seeds with seed germination between 96.50-99.00% which is within the standard criteria.

Keywords: Cherry tomatoes, PGPR 1 biofertilizers, Organic farming system

บทนำ

กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชได้สำรวจข้อมูลแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร และเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ของบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่ายเมล็ดพันธุ์พืชผักอินทรีย์เพื่อการส่งออกจำนวนมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตมีประเด็นปัญหาและความเสี่ยงที่อาจกระทบต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ในระบบอินทรีย์ คือ การจัดการธาตุอาหารที่พืชมีความต้องการในระยะที่พืชติดผลและสร้างเมล็ด เนื่องจากการผลิตพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ไม่มีการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์ทางเคมี ดังนั้น แหล่งธาตุอาหารพืชจึงมาจากปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อย แต่มีปริมาณธาตุอาหารรองและจุลธาตุเพียงพอต่อความต้องการของพืช อีกทั้งการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังทำให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อน มีการระบายอากาศดี การอุ้มน้ำและการไหลซึมของน้ำดี และส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินโดยเฉพาะปุ๋ยชีวภาพในกลุ่มแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัยอยู่บริเวณรอบรากพืช (rhizosphere bacteria) และมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนและสามารถสร้างฮอร์โมนพืช (phytohormones) เช่น ฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (auxins) ซึ่งกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ การแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนสภาพเซลล์ สร้างเอนไซม์โคติเนส (chitinase) และลามินาริเนส (laminarinase) ย่อยเส้นใยเชื้อราโรคพืช สร้างสารปฏิชีวนะที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ (หนึ่ง, 2548; ธงชัย, 2550 และ Glick et al., 1999) ดังนั้น การศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยพีจีพีอาร์ 1 เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ในระบบเกษตรอินทรีย์ จึงเป็นประโยชน์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่อินทรีย์คุณภาพดีในสภาพโรงเรือน

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ปุ๋ยคอก (มูลไก่) อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยคอก (มูลไก่) อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % กรรมวิธีที่ 4 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 และกรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR 1

เตรียมต้นกล้าพืชและย้ายปลูก

เพาะมะเขือเทศเชอร์รี่ในถาดเพาะที่บรรจุพีทมอส วางในโรงเรือนอนุบาลต้นกล้า ดูแลรักษาความชื้นให้เหมาะสม เมื่อต้นกล้ามะเขือเทศมีใบจริง 2-3 ใบ จึงย้ายลงถาดปลูก โดยใช้วัสดุปลูก (ดิน ปุ๋ย อินทรีย์และขี้เถ้าแกลบ อัตรา 2:1:1) หลังจากนั้นประมาณ 3 สัปดาห์ จึงย้ายลงปลูกในถุงปลูกสีขาวขนาด 8x16 นิ้ว เจาะรูระบายน้ำด้านข้าง 4 รู ที่บรรจุวัสดุปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด วางถุงปลูกในโรงเรือนขนาด 8x32 เมตร จำนวน 20 ต้น/ซ้ำ ระยะห่างระหว่างต้น 10 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 20เซนติเมตร ระยะระหว่างทางเดิน 50 เซนติเมตร ตัดใบและกิ่งแขนงที่โคนต้นออก เมื่อเริ่มติดผลอ่อนให้ตัดผลชุดที่ 1-3 ออก

เพื่อให้ต้นและผลมะเขือเทศสมบูรณ์ เก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศเมื่ออายุประมาณ 75-90 วัน หลังย้ายปลูก โดยเมื่อมะเขือเทศเปลี่ยนสีจากผลสีเขียวเป็นสีเหลือง บันทึกจำนวนผลผลิตผลสดมะเขือเทศต่อต้น น้ำหนักผลผลิตผลสดต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และผ่าผลมะเขือเทศเพื่อแยกเมล็ดออกจากเนื้อ หมักเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศระยะเวลา 12-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง ลดความชื้นเมล็ดโดยการผึ่งเมล็ดในที่ร่ม อากาศถ่ายเทสะดวก แล้วบรรจุเมล็ดในภาชนะที่ป้องกันความชื้น นำเมล็ดมาทดสอบคุณภาพ ได้แก่ ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ ความชื้นของเมล็ด ความงอก และความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอรี่ในระบบเกษตรอินทรีย์ โดยใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 มีผลทำให้จำนวนผลสด น้ำหนักผลสด จำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % และการใส่ปุ๋ยคอก (มูลไก่) อัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% ซึ่งให้จำนวนผลสด น้ำหนักผลสด จำนวนเมล็ดและน้ำหนักแห้งเมล็ดต่ำสุด (Table 1) จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยคอก (มูลไก่) และปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % มีผลทำให้จำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดแห้งแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 เป็นปุ๋ยชีวภาพกลุ่มแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizobacteria : PGPR) ที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) และช่วยส่งเสริมการเจริญ เติบโตของพืชได้ โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจน เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช สามารถสร้างฮอร์โมนพืช (phytohormones) เช่น ฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (auxins) ซึ่งกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์พืช การแบ่งเซลล์ และการเปลี่ยนสภาพของเซลล์ (กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2564)

ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเชอร์รี่ภายหลังการจัดการธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศในระบบเกษตรอินทรีย์ (Table 2) พบว่า ในทุกกรรมวิธีทดสอบทำให้ผลความงอกของเมล็ดพันธุ์อยู่ระหว่าง 96.50-99.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยการใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 100 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 มีความงอกของเมล็ดพันธุ์สูงสุด และการใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ 100 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ทำให้มีความแข็งแรงและความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์สูงสุด คือ 97.17 และ 99.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ สมปอง (2547) ที่ศึกษาการปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ผสมปุ๋ยหมักที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาลเพื่อมูลค่าให้กับปุ๋ยหมัก พบว่า การใส่เชื้อ *Azotobacter* sp., *Beijerinkia* sp. และ *Azospirillum* sp. ในปุ๋ยหมักกากตะกอนโรงงานน้ำตาลผสมชานอ้อยในอัตราส่วน 2 : 1 จะช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักได้ร้อยละ 6-16 และ 20-30 ตามลำดับ เมื่อนำปุ๋ยหมักที่ใส่เชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดมาปลูกมะเขือเทศ ในกระถางทดลอง พบว่ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตและมีการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่เชื้อแบคทีเรีย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในระบบการปลูกพืชในรูปของปุ๋ยชีวภาพและวัสดุปรับปรุงดิน

สรุปผล

การใช้ปุ๋ยหมักเติมอากาศอัตราเทียบเคียงตามค่าวิเคราะห์ดิน 75 % ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ให้จำนวนผลสด น้ำหนักผลสด และจำนวนเมล็ดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีผลให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงสูง

เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2564. *คู่มือ...ปุ๋ยชีวภาพ.* กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร.

ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 300 หน้า

สมปอง หมื่นแจ้ง. 2547. การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานน้ำตาล แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการผลิตพืช. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หนึ่ง เตี่ยอำรุง. 2548. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแบคทีเรีย PGPR (Plant Growth Promotion Rhizobacteria). วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 12 (3) : 249-258.

Boddey, R.M. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: contributions and prospects for improvement. *In* Plant and Soil. 174: 195-209.

Glick, B.R., Patten C.L, Holquin G. and Penrose.D.M., 1999. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial college Press, Waterloo, Ontario, Canada.

Menuchang, Sompong, Panichsakpatana, Supamard, Ando, Shotaro, Yokoyama, Tadashi. 2004. Phylogenetic and physiological characterization of indigenous *Azospirillum* isolates in Thailand Soil Science and Plant Nutrition. 50: 413-421.

Table 1 Effects of plant nutrient management on cherry tomato yield components in an organic farming system.

	Treatments	Number of fresh fruits (fruits/plant)	Fresh fruit weight (g/plant)	Number of seeds (seeds/plant)	Dry seed weight (g/plant)
T1	chicken manure	10.00 c	39.00 b	38.00 b	0.10 b
T2	chicken manure with PGPR1	21.00 ab	91.00 ab	82.00 ab	0.24 a
T3	Force-aerated compost	11.00 bc	39.00 b	36.00 b	0.10 b
T4	Force-aerated compost with PGPR1	20.00 abc	77.00 ab	90.00 b	0.28 a
T5	Force-aerated compost with PGPR1	28.00 a	124.00 a	121.00 a	0.25 a
	average	20.00	74.00	73.00	0.19
	F-test	**	**	*	*
	C.V. (%)	38.98	48.78	45.24	42.82

Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

*= significant at 0.05, ** = significant at 0.01

Table 2 Seed quality analysis results of plant nutrient management on tomato yield components in the organic farming system.

	Treatments	Seed Purity (%)	Seed moisture (%)	Seed Germination (%)	AA-test (%)
T1	Chicken manure	99.63	8.10	96.50	96.43
T2	Chicken manure with PGPR1	99.73	8.10	97.67	95.83
T3	Force-aerated compost	99.27	8.80	98.17	96.50
T4	Force-aerated compost with PGPR1	99.88	8.43	99.00	97.17
T5	Force-aerated compost with PGPR1	99.58	8.50	98.33	95.67
	average	99.62	8.39	97.93	96.40
	F-test	ns	ns	ns	ns
	CV (%)	13.72	12.53	10.34	11.68

Means followed by the same common letters are not significantly different ($P \leq 0.05$) from each other according to DMRT.

ns = non significant

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (*Phallus atrovolvatus*) ด้วยการประยุกต์ใช้ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า

Enhancement of Thai Strain Bamboo Mushroom (*Phallus atrovolvatus*) Production Through the Utilization of The Biochar Derived from Spent Mushroom Substrate

วราพร ไชยมา[1*] อนุสรณ์ วัฒนกุล[1] จิตรา กิตติโมรากุล[1] และ ภรณี สว่างศรี[1]

Chaiyama, V.[1*], Wattanakul, A.[1], Kittimorakul, J.[1] and Sawangsri, P.[1]

[1]สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร 50 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพฯ 10900

[1]Biotechnology Research and Development Office, Department of Agriculture, 50 Phahonyothin Rd., Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

**Corresponding author: varapornc18@gmail.com*

บทคัดย่อ

เห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (*Phallus atrovolvatus*) จัดเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณทางยาสูงและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แต่ในขั้นตอนการผลิตเชื้อขยายและการผลิตดอกยังพบปัญหา เช่น เส้นใยเจริญช้า อัตราการปนเปื้อนสูง ผลผลิตต่ำและไม่ได้คุณภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 ด้วยการประยุกต์ใช้ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า (DOA -Mushchar) โดยเริ่มจากพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าอาหารสูตรข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar 0.4 % เชื้อเห็ดเจริญได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยเส้นใยเห็ดเจริญเต็มขวดภายใน 10.17 วัน และผลการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 2 พบว่าเชื้อเห็ดร่างแหในอาหารสูตรขี้เลื่อย+รำ+DOA - Mushchar 4% เจริญได้ดีมีอัตราการเจริญเฉลี่ย 17.56 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนผลในการผลิตดอกเห็ดร่างแหพบว่าในสูตรอาหารฟางข้าว+ DOA - Mushchar 5% ให้ผลผลิตสูงถึง 2,598.75 กรัม/ตะกร้า (B.E.(%) =12.98) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ DOA - Mushchar สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาสูตรอาหารในกระบวนการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทยเพื่อเพิ่มปริมาณ และลดระยะเวลาการผลิต อีกทั้งยังเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย

คำสำคัญ : *Phallus atrovolvatus*, ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า, เชื้อขยายขั้นที่ 1

Abstract

The Thai Strain Bamboo mushroom (*Phallus atrovolvatus*) is highly medicinal and economically beneficial. Sluggish mycelium growth, low productivity, and poor quality continue to affect production. This study uses biochar derived from spent mushroom substrates (DOA-Mushchar) to improve mushroom production technique for *Phallus atrovolvatus* DOA-Ph1. For the master spawn experiment, sorghum + DOA-Mushchar 0.4% produced the highest mycelial growth. Mycelium covered the spawn substrate in 10.17 days. Regarding mother spawn output, the average mycelial growth rate was 17.56 per day when using the sawdust + bran + DOA - Mushchar 4% combination. The rice straw + DOA-Mushchar 5% mixture yielded the highest reticulated mushrooms, 2,598.75 g/basket (B.E.(%)=12.98). Our investigation found that DOA-Mushchar exhibits significant

potential to induce mushroom quantity and reduce the production time of Thai Strain Bamboo mushroom. Furthermore, agricultural waste is utilized to achieve optimal efficiency.

Keywords: *Phallus atrovolvatus*, Biochar derived from spent mushroom substrates, Master spawn

บทนำ

เห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (*Phallus atrovolvatus*) จัดเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณทางยาสูงและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกใหม่ในการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย ปัจจุบันได้รับความนิยมมากขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตเห็ดของไทย มีรายงานพบว่าสารสกัดจากเห็ดร่างแหมีฤทธิ์ปรับสมดุลภูมิคุ้มกัน โดยจากรายงานของ Chaiyama *et al*. (2020a) พบว่าสามารถลดการอักเสบ ดัชนีการอักเสบ และบรรเทาความรุนแรงโรคลำไส้อักเสบในหนูทดลองได้ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และต่อต้านการเกิดเนื้องอกอีกด้วย (Wasser, 2002) ข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานและองค์ความรู้เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ยา และการแพทย์ต่อไป แต่ในขั้นตอนการผลิตเชื้อขยายและการผลิตดอกยังพบปัญหา เช่น เส้นใยเจริญช้า อัตราการปนเปื้อนสูง ผลผลิตต่ำและไม่ได้คุณภาพ และการผลิตดอกจากเดิมที่มีส่วนประกอบหลายอย่าง ได้แก่ ขี้เลื่อย รำ ปูนขาว ดีเกลือ ยิปซั่ม ทำให้ยุ่งยากต่อการเตรียมการผลิตและมีต้นทุนสูง (วราพร และคณะ, 2557) การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่าซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้ง (waste) หลังการเพาะเห็ดมาเป็นวัตถุตั้งต้นในการผลิตไบโอชาร์ (DOA - Mushchar) และนำกลับมาใช้เป็นสารปรับปรุงในสูตรอาหารสำหรับเพาะเห็ด ปรับปรุงการผลิตเห็ดร่างแหด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งคุณสมบัติของ DOA-Mushchar จะสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของโครงสร้างของวัสดุเพาะเห็ด เช่น เพิ่มความจุในการอุ้มน้ำ และปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสม ช่วยส่งเสริมและลดระยะเวลาการเจริญของเส้นใยในวัสดุเพาะส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตเห็ด การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้ DOA - Mushchar เป็นส่วนผสมในการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย *P. atrovolvatus* สายพันธุ์ DOA-Ph1 ช่วยให้การผลิตเห็ดปลอดภัยมีประสิทธิภาพสูง ทำให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจด้วยการเพาะเห็ด ซึ่งเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน มีรายได้เพิ่มขึ้น ชุมชนมีความเข้มแข็ง มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเชื้อเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1) และการเตรียมไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า

การเตรียมแม่เชื้อเห็ด โดยนำเชื้อเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย *P. atrovolvatus* สายพันธุ์ DOA-Ph1 เป็นสายพันธุ์บริการของกรมวิชาการเกษตร (เห็ดร่างแห-1) ย้ายเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) บ่มเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน แล้วจึงนำไปใช้ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การเตรียมไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า นำก้อนเชื้อเห็ดเก่าซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเห็ด โดยการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ก้อนเชื้อเก่าจากเห็ดนางรมภูฏาน เนื่องจากเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมเพาะมากที่สุด ก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก จากนั้นนำมาคัดเลือกก้อนที่ยังไม่มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ นำถุงพลาสติกออก แบ่งก้อนเห็ดเป็น 4 – 6 ชิ้น นำมาตากให้แห้งในพื้นที่ถ่ายเทสะดวก จากนั้นนำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตไบโอชาร์ด้วยเทคนิค Pyrolysis โดยใช้เตาเผาแบบเตาเบ็บซี (BEBC Stove) ซึ่งเป็นเตาพลังงานชีวมวลผลิตแก๊สหุงต้มและไบโอชาร์ระดับครัวเรือน ขนาดบรรจุ 50 ลิตร เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตจะได้ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าสกุลนางรมให้ชื่อว่า DOA - Mushchar นำไบโอชาร์มาบดด้วยเครื่องบดแห้งอเนกประสงค์ให้เป็นผงละเอียด แล้วจึงนำไปใช้ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษาผลของ DOA - Mushchar ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 1 (Master spawn) ของเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD, completely randomized design) ทำการทดลอง 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 3 ขวด ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1) ข้าวฟ่าง 100 เปอร์เซ็นต์ (กรรมวิธีเปรียบเทียบ) กรรมวิธีที่ 2) ข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 0.1 โดยน้ำหนัก) กรรมวิธีที่ 3) ข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 0.2 โดยน้ำหนัก) กรรมวิธีที่ 4) ข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 0.3 โดยน้ำหนัก) และกรรมวิธีที่ 5) ข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 0.4 โดยน้ำหนัก)

เตรียมเมล็ดข้าวฟ่างต้มสุก แล้วนำไปผสมกับ DOA - Mushchar ในอัตราส่วนตามกรรมวิธีต่าง ๆ บรรจุลงขวดแก้วปริมาณ 150 กรัม นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ปล่อยไว้ให้เย็น จากนั้น ทำการใส่แม่เชื้อวุ้นเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 แล้วนำไปบ่มเลี้ยงเส้นใยในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (30±2 องศาเซลเซียส) หลังจาก ปลูกเชื้อนาน 7 วัน จึงทำการทำการบันทึกข้อมูล 1) อัตราการเจริญ/จำนวนวันที่เจริญเต็มขวด 2) อัตราการปนเปื้อน และ 3) ประเมินความหนาแน่นของเส้นใยโดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ เส้นใยเห็ดร่างแหเจริญอย่างสม่ำเสมอและคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (+++) เส้นใยเจริญคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (++) และเส้นใยเจริญคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (+)

3. การศึกษาผลของ DOA - Mushchar ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 2 (Mother spawn) ของเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (โดยทำการทดลองในถุงพลาสติก วัสดุที่ใช้ผลิตเชื้อขยายมี 6 สูตร (กรรมวิธี) แต่ละสูตรมี 50 ถุง ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ สูตรที่ 1) ขี้เลื่อย + รำ + ปูนขาว + ดีเกลือ + ยิปซัม (อัตราส่วน 90 : 5 : 1 : 2 : 2 โดยน้ำหนัก) (วราพร และคณะ, 2557) สูตรที่ 2) ขี้เลื่อย + น้ำตาล + ยิปซัม (อัตราส่วน 98 : 1 : 1 โดยน้ำหนัก) (วราพร และคณะ, 2558) สูตรที่ 3) ขี้เลื่อย + รำ + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 2 : 1 โดยน้ำหนัก) สูตรที่ 4) ขี้เลื่อย + รำ + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 2 : 2 โดยน้ำหนัก) สูตรที่ 5) ขี้เลื่อย + รำ + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 2 : 3 โดยน้ำหนัก) และสูตรที่ 6) ขี้เลื่อย + รำ +DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 2 : 4 โดยน้ำหนัก) นำวัสดุแต่ละสูตรผสมให้เข้ากัน เติมน้ำทำให้มีความชื้นประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 7 x 12 นิ้ว ถุงละ 300 กรัม อัดวัสดุให้แน่นพอสมควร ปิดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อแบบปล่อยความดันไอที่อุณหภูมิ 90 - 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นตั้งก้อนเห็ดไว้ให้เย็นจึงใส่เชื้อขยายขั้นที่ 1 ที่เลี้ยงไว้ในเมล็ดข้าวฟ่าง ลงไป 10-15 เมล็ดต่อถุง บ่มเลี้ยงที่ช่วงอุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด หลังจากปลูกเชื้อได้ 7 วัน จึงเปรียบเทียบระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเจริญเต็มก้อน โดยทำการวัดอัตราการเจริญ/จำนวนวันที่เส้นใยเจริญเต็มถุง อัตราการปนเปื้อน และประเมินความหนาแน่น ของเส้นใย โดยแบ่งเป็น 3 ระดับคือ เส้นใยเห็ดร่างแหเจริญอย่างสม่ำเสมอและคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (+++) เส้นใยเจริญคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (++) และเส้นใยเจริญคลุมวัสดุทดสอบมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ (+)

4. การศึกษาผลของ DOA - Mushchar ต่อเกิดดอกเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1) บนวัสดุเพาะ

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกหรือบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยทำการทดลองวัสดุเพาะมี 4 สูตร (กรรมวิธี) แต่ละสูตรมี 5 ตะกร้า (ซ้ำ) ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ 1) ฟางข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ 2) ฟางข้าว + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 1 โดยน้ำหนัก) 3) ฟางข้าว + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 2.5 โดยน้ำหนัก) และ 4) ฟางข้าว + DOA - Mushchar (อัตราส่วน 100 : 5 โดยน้ำหนัก) จากนั้นนำฟางข้าวหมักกับน้ำเปล่า 1 คืน นำฟางข้าวหมักผสมตามสูตรของแต่ละกรรมวิธีให้เข้ากันโดยให้มีความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์นำวัสดุที่หมักแล้วใส่ในตะกร้าพลาสติกปริมาณ 5 กิโลกรัม ให้สูงประมาณ 20 เซนติเมตร อัดให้แน่นพอสมควร ใส่เชื้อขยายเห็ดร่างแห โดยเจาะเป็นหลุมเล็กๆ ใส่ก้อนเชื้อขนาดเท่าหัวแม่มือ กระจายให้ทั่ว เมื่อเส้นใยเดินเต็มผิวหน้าวัสดุเพาะจึงโรยทับด้วยดินขุยไผ่หนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร รดน้ำตามพอชุ่ม และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ รอจนกระทั่งเห็ดออกดอก ทำการบันทึก

ข้อมูล 1) อัตราการเจริญ/จำนวนวันที่เจริญเต็มวัสดุเพาะ 2) ประเมินอัตราการปนเปื้อน 3) น้ำหนักสดผลผลิต และ 4) เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเฉลี่ยต่อน้ำหนักวัสดุแห้ง โดยใช้สูตร

$$\text{Beneficial efficiency (B.E. (\%))} = \frac{\text{น้ำหนักเห็ดสดที่ได้รับ}}{\text{น้ำหนักวัสดุแห้งที่ใช้เพาะ}} \times 100$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของ DOA - Mushchar ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 1 ของเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1)

การทดสอบระดับความเข้มข้นของ DOA - Mushchar ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 1 ของเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 ผลการศึกษาพบว่าเชื้อเห็ดร่างแหในกรรมวิธีที่ 5 (ข้าวฟ่าง + DOA - Mushchar อัตราส่วน 1 : 0.4 โดยน้ำหนัก) และกรรมวิธีที่ 4 (ข้าวฟ่าง+ DOA - Mushchar อัตราส่วน 1 : 0.3 โดยน้ำหนัก) เจริญได้ดีเร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยเส้นใยเห็ดเจริญเต็มขวดภายใน 10.17 และ 10.25 วัน ตามลำดับ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 3 และ 2 เส้นใยเห็ดเจริญเต็มขวดใช้เวลาเฉลี่ย 13. 92 และ 15.42 วัน ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 (ข้าวฟ่าง 100 เปอร์เซ็นต์) เส้นใยเห็ดเจริญได้ช้าที่สุด คือ 17.58 วัน และการประเมินอัตราการเจริญของเส้นใย (mycelia growth rate) พบว่า ในกรรมวิธีที่ 5 และ 4 มีอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยคือ 10.82 และ 10.73 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนในกรรมวิธีที่ 3, 2 และ 1 มีอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยเป็น 7.90, 7.14 และ 6.26 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (Table1, Figure 1) และการประเมินความหนาแน่นของเส้นใย พบว่ากรรมวิธีที่ 4 มีระดับความหนาแน่นของเส้นใยอยู่ในระดับดีมาก (+++) ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ มีระดับความหนาแน่นในระดับปานกลาง (++) และการประเมินการปนเปื้อนขณะการบ่มเลี้ยงเส้นใย พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (ควบคุม) พบอัตราการปนเปื้อนสูงสุด คือ 3.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีอัตราการปนเปื้อน 2.1 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ไม่พบการปนเปื้อน (Table1)

Table 1 Incubation periods, mycelial density and percentage contamination of *Phallus atrovolvatus* master spawn, treated with various concentrations of DOA - Mushchar

Treatment	DOA-Mushchar (%)	Incubation Period (Day)[1/]	Mycelial Density[2/]	Contamination (%)
1. boiled sorghum 100% (Control)	0	17.58 d	++	3.18
2. boiled sorghum + DOA - Mushchar	0.1	15.42 c	++	2.1
3. boiled sorghum + DOA - Mushchar	0.2	13.92 b	++	1.8
4. boiled sorghum + DOA - Mushchar	0.3	10.25 a	+++	None
5. boiled sorghum + DOA - Mushchar	0.4	10.17 a	++	None

[1/] Means followed by the same letter in the column were not significantly different at the 5 % level by LSD

[2/] + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium.

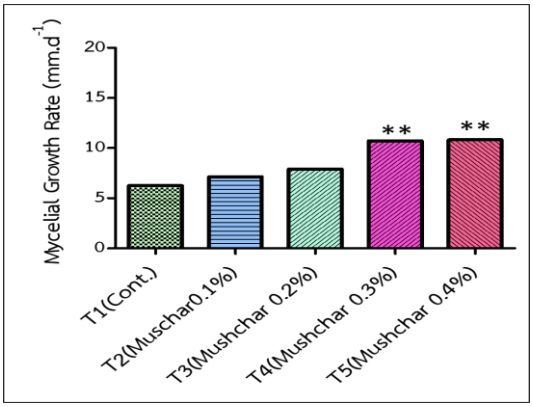


Figure 1 The mycelial growth rate (measured in mm/day) of *Phallus atrovolvatus* strain DOA-Ph1 master spawn, treated with various concentrations of DOA – Mushchar. The asterisk indicates significant difference ($p < 0.01$) compared to the control group.

2. ผลของ DOA - Mushchar ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 2 ของเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1)

การทดสอบประสิทธิภาพของ DOA - Mushchar ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 2 ของเชื้อเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 ผลการศึกษาพบว่าในกรรมวิธีที่ 6 และ 5 (เติม DOA - Mushchar 4 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เส้นใยเห็ดร่างแหเจริญได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยเส้นใยสามารถเจริญเต็มก้อนใช้เวลาเฉลี่ย 18.05 และ 18.15 วัน ตามลำดับ มีอัตราการเจริญของเส้นใยต่อวันเฉลี่ย 17.56 และ 17.49 มิลลิเมตรต่อวัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมทั้งสองกรรมวิธี (สูตรไม่เติม DOA - Mushchar) เส้นใยจากกรรมวิธีควบคุมใช้เวลานานถึง 34.45 วัน เส้นใยจึงเจริญเต็มก้อนวัสดุเพาะ (อัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ย 9.22 มิลลิเมตรต่อวัน) ในขณะที่ในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหใช้เวลาเจริญเต็มก้อนเชื้อนาน 29.65 และ 25.05 วัน และมีอัตราการเจริญของเส้นใยต่อวันเฉลี่ยเป็น 10.71 และ 12.67 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (Figure 2) ส่วนการประเมินความหนาแน่นของเส้นใย พบว่าในทุกๆ กรรมวิธี มีระดับความหนาแน่นของเส้นใยอยู่ในระดับดีมาก (+++) และการประเมินการปนเปื้อนขณะการบ่มเลี้ยงเส้นใย พบว่า ในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 (ควบคุม) พบอัตราการปนเปื้อนสูงสุด คือ 1.15 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ 3 พบอัตราการปนเปื้อนเพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กรรมวิธีที่ 4,5 และ 6 ไม่พบการปนเปื้อน (Table 2)

Table 2 Incubation periods, mycelial density and percentage contamination of *Phallus atrovolvatus* mother spawn, treated with various concentrations of DOA - Mushchar

Treatments	DOA-Mushchar (%)	Incubation Period (Day)[1/]	Mycelial Density[2/]	Contamination (%)
1. sawdust+ rice bran+ lime+epsom salt+ gypsum	0	34.45 d	+++	1.15
2. sawdust+ sugar+ gypsum	0	29.55 c	+++	1.18
3. sawdust+ rice bran + DOA-Mushchar	1	29.65 c	+++	0.10
4. sawdust+ rice bran + DOA-Mushchar	2	25.05 b	+++	None
5. sawdust+ rice bran + DOA-Mushchar	3	18.15 a	+++	None
6. sawdust+ rice bran + DOA-Mushchar	4	18.05 a	+++	None

[1/] Means followed by the same letter in the column were not significantly different at the 5 % level by LSD

[2/] + denotes the density of the mycelium. More + indicates more dense growth of the mycelium

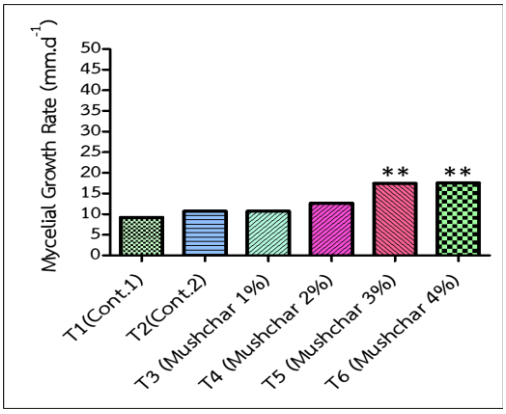


Figure 2 The mycelial growth rate (measured in mm/day) of *Phallus atrovolvatus* strain DOA-Ph1 mother spawn, treated with various concentrations of DOA – Mushchar. The asterisk indicates significant difference ($p < 0.01$) compared to the control group.

การเติม DOA - Mushchar ลงในสูตรผสมของเชื้อขยายขั้นที่ 2 ช่วยให้เส้นใยเห็ดร่างแหเจริญได้ดีและเร็วกว่าสูตรอาหารที่ไม่มี DOA - Mushchar (ชุดควบคุม) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nam และคณะ (2018) รายงานว่าการเติมไบโอชาร์จากกะลาปาล์ม (20 กรัม) ส่งเสริมให้เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) เจริญได้อย่างรวดเร็ว โดยเส้นใยเห็ดเจริญเต็มถุงใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 21 วัน ขณะที่กรรมวิธีควบคุมใช้เวลา 35 วัน เส้นใยจึงจะเจริญเต็มก้อน จากคุณสมบัติของไบโอชาร์ที่มีเครือข่ายรูพรุน (porous network) ขนาดเล็กสูงของ DOA - Mushchar จึงทำหน้าที่ช่วยกักเก็บน้ำและดูดซับธาตุอาหารจากรำข้าว และช่วยให้การส่งผ่าน (translocation) ของน้ำและธาตุอาหารผ่านเครือข่ายรูพรุนได้ง่ายขึ้น ช่วยส่งเสริมให้เส้นใยเจริญได้ดี และเร็วยิ่งขึ้น (Zhu *et al*., 2017) ไบโอชาร์จึงทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นแหล่งที่อยู่ กักเก็บ และรักษาน้ำ ธาตุอาหารที่ได้จากรำข้าว และขี้เลื่อย ซึ่งเป็นผสมหลักของวัสดุเพาะเชื้อขยายขั้นที่ 2 แต่อย่างไรก็ตาม การเจริญของเส้นใยเห็ดขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหาร และน้ำ ที่ได้จากรำข้าว และขี้เลื่อย ดังนั้นหากจะเพาะเลี้ยงด้วยไอชาร์เพียงอย่างเดียว ก็ไม่สามารถช่วยให้เส้นใยเห็ดเจริญเร็วขึ้นได้

3. ผลของ DOA - Muschar ต่อการเกิดดอกเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1) บนวัสดุเพาะ

จากการศึกษาผลของ DOA - Muschar ต่อการให้ผลผลิตของเห็ดร่างแห พบว่าเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทย (DOA-Ph1) สร้างตุ่มดอกขนาดเล็ก ในเวลา 10-15 วัน และดอกเห็ดใช้เวลาเจริญเติบโตอีกประมาณ 30-35 วัน จนอยู่ในช่วงที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการเก็บผลผลิต (Figure 3) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิต พบว่าทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบ โดยเฉพาะในกรรมวิธีที่ 4 (ฟางข้าว : DOA - Muschar อัตราส่วน 100 : 5 โดยน้ำหนัก) พบว่าให้ผลผลิตสูงถึง 2,598.75 กรัมต่อตะกร้า และมีค่า B.E. เท่ากับ 12.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คิดเป็น 1.5 เท่า เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 และ 2 มีผลผลิตดอกเห็ดคือ 2,596.25 และ 2,337.5 กรัมต่อตะกร้า และมีค่า B.E. เท่ากับ 12.75 และ 11.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีเปรียบเทียบซึ่งไม่มีการเติม DOA - Muschar พบว่าให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 1,732.0 มีค่า B.E. เท่ากับ 8.66 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประเมินอัตราการปนเปื้อน พบว่าในกรรมวิธีที่ 1 (ควบคุม) พบอัตรา การปนเปื้อนสูงสุด คือ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 มีอัตราการปนเปื้อน 13.33, 6.67 และ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) แสดงให้ว่าการเติมไบโอชาร์เป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร และน้ำ ที่มีประโยชน์พร้อมปลดปล่อยส่งผ่านเครือข่ายรูพรุนขนาดเล็กปริมาณมหาศาล ส่งผลให้เห็ดร่างแหสามารถดูดซับ และนำไปสร้างดอกเห็ดได้อย่างเพียงพอ และคุณสมบัติสำคัญคือ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งจะช่วยรักษาความชื้นให้เหมาะสมในระยะการสร้างดอกเห็ด เนื่องจากเห็ดร่างแหในระยะไข่ (egg stage) เป็นระยะต้องการความชื้นสูง หากขาดน้ำหรือความชื้นไม่พียงพอ จะส่งผลให้ระยะไข่ เกิดการฝ่อ และเหี่ยวไป จนไม่สามารถเจริญดอกเห็ดที่สมบูรณ์ในที่สุด (Yang *et al*., 2013) การศึกษาครั้งนี้ แสดง

ให้เห็นว่าการเติม DOA - Muschar ในวัสดุเพาะเห็ดมีผลต่อการช่วยส่งเสริมการเจริญทั้งเส้นใย และเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

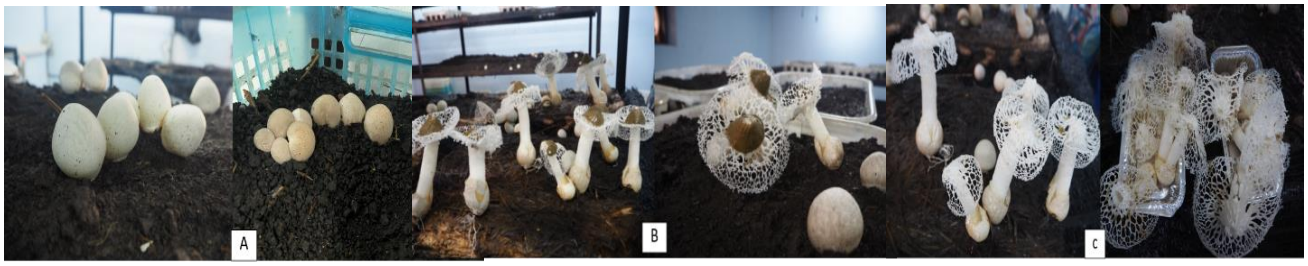


Figure 3 Different stages of *Phallus atrovolvatus* (DOA-Ph1); **A)** egg stage, **B)** fruiting body, and **C)** detached cap of the mature mushroom

Table 3 Yield, beneficial efficiency, and percentage contamination of *Phallus atrovolvatus* sawdust spawn, treated with various concentrations of DOA - Mushchar

Treatments	DOA-Mushchar (%)	Yield (g/basket)[1/]	B.E. (%)	Contamination (%)
1. paddy straw 100%	0	1,732.00 c	8.66	20.00
2. paddy straw + DOA-Mushchar	1	2,337.50 b	11.69	13.33
3. paddy straw + DOA-Mushchar	2.5	2,596.25 a	12.75	6.67
4. paddy straw + DOA-Mushchar	5	2,598.75 a	12.98	6.67

[1/] Means followed by the same letter in the column were not significantly different at the 5 % level by LSD (Least significant difference)

สรุปผล

ศึกษาการประยุกต์ใช้ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่าในการผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ DOA-Ph1 โดยเริ่มจากผสมสูตรอาหารในการผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 1 พบว่าเชื้อเห็ดร่างแหที่เติม DOA - Mushchar 0.4 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เจริญได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ที่ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยเห็ดจะมีความหนาแน่นกว่า และเมื่อนำมาใช้ผลิตเชื้อขยายขั้นที่ 2 พบว่าเส้นใยเห็ดร่างแหที่ผสม DOA-Mushchar 4 เปอร์เซ็นต์ เจริญได้ดีที่สุด และผลจากให้ผลผลิตดอกเห็ดร่างแห พบว่าทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบโดยเฉพาะในกรรมวิธีที่เติม DOA-Mushchar อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังลดอัตราการปนเปื้อนอีกด้วย

ในขบวนการผลิตเห็ด การจัดการกับวัสดุเหลือทิ้งหลังการเพาะเห็ด (ก้อนเชื้อเห็ดเก่า เศษดอกเห็ด) เป็นปัญหาสะสมมานาน ซึ่งยังไม่มีการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การนำวัสดุเหลือทิ้งหลังการเพาะเห็ด มาผลิตเป็นไบโอชาร์และนำไบโอชาร์ที่ได้กลับมาใช้ในการผลิตเห็ด หรือสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ไบโอชาร์ที่ใช้กับการเกษตรด้านอื่นๆ เช่น เป็นสารบำรุง/ปรับปรุงดิน จึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลอย่างมาก ที่จะสามารถขยายผลส่งเสริมให้เกษตรกร/ผู้ประกอบการ นำไปพัฒนาต่อยอดต่อไป การปรับปรุงพัฒนาสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการผลิตเห็ดแต่ละชนิด ยังเป็นเรื่องหลักที่ควรให้ความสำคัญในกระบวนการผลิตเห็ดให้ได้คุณภาพ ตรงกับความต้องการของตลาด และผู้บริโภค อีกทั้งยังต้องคำนึง ต้นทุนการผลิตให้ส่งผลให้ได้

ผลตอบแทน ที่คุ้มทุน คุ้มค่ามากที่สุด การนำหลักการ zero waste มาใช้ในระบบการผลิตเห็ดอย่างเป็นรูปธรรม สามารถขยายผลการศึกษาในเห็ดชนิดอื่นๆ ได้โดยมีกรรมวิธีการทดลองเช่นเดียวกัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) สำหรับแหล่งทุนสนับสนุนงานวิจัยในโครงการพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตเห็ดร่างแหสายพันธุ์ไทยและเห็ดหลินจือด้วยการประยุกต์ใช้ไบโอชาร์จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า

เอกสารอ้างอิง

วราพร ไชยมา, อนุสรณ์ วัฒนกุล และกรกช จันทร. 2557. ศึกษาเทคโนโลยีการเพาะเห็ดร่างแหในภาคกลาง. *ใน* รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 67-103.

Chaiyama, V., Keawsompong, S., LeBlanc, J.G., de LeBlanc, A.D.M., Chatel, J.M. and Chanput, W., 2020 a. Action modes of the immune modulating activities of crude mushroom polysaccharide from *Phallus atrovolvatus*. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, *23*, p.100216.

Chaiyama, V., Mau, J.L. and Keawsompong, S., 2020 b. Morphological characteristics, molecular identification and antioxidant activities of *Phallus atrovolvatus* (Agaricomycetes) isolated from Thailand. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, *22*(8).

Nam, W.L., Su, M.H., Phang, X.Y., Chong, M.Y., Liew, R.K., Ma, N.L. and Lam, S.S. 2018. Production of bio-fertilizer from microwave vacuum pyrolysis of palm kernel shell for cultivation of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Science of The Total Environment 624: 9-16.

Yang, W., Guo, F., & Wan, Z. (2013). Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. *Saudi journal of biological sciences*, *20*(4), 333-338.

Wasser, S. J. A. M. B. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied microbiology and biotechnology*, *60*, 258-274.

Zhu, X., Chen, B., Zhu, L., & Xing, B. (2017). Effects and mechanisms of biochar-microbe interactions in soil improvement and pollution remediation: a review. *Environmental pollution*, *227*, 98-115.

การใช้เทคนิคแลมป์เพื่อการตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาเหตุโรคใบขาวในอ้อย

Using LAMP Technique for Detection Phytoplasma Causing White Leaf Disease in Sugarcane

วีรกรณ์ แสงไสย์[1*] เบญจวรรณ รัตวัตร์[1] Youichi Kobori[2] และ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล[1]

Saengsai W. [1*], Ruttawat B.[1], Youichi K. [2] and Sakuanrungsirikul S.[1]

[1]ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1]Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000.

[2]Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan

** Corresponding author: weerakorn.saengsai@gmail.com*

บทคัดย่อ

โรคใบขาวจัดเป็นโรคอ้อยที่สำคัญที่สร้างความเสียหายอย่างมากต่ออุตสาหกรรมอ้อยของไทย การแพร่กระจายของโรคที่ส่งผลเสียหายมากที่สุด และสามารถถ่ายทอดไปกับท่อนพันธุ์ ปัจจุบันการตรวจคัดกรองโรคมีความยุ่งยากซับซ้อน ใช้เวลานานและค่าใช้จ่ายสูง ทำให้การตรวจโรคไม่แพร่หลาย การควบคุมโรคจึงขาดประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีการตรวจแบบใหม่ด้วยเทคนิค LAMP ที่ใช้งานง่าย รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายต่ำกว่า ดำเนินการโดยออกแบบไพร์เมอร์จากยีน *Imp* ของเชื้อไฟโตพลาสมาโรคใบขาว จำนวน 3 คู่ ใช้เครื่อง Thermostatic colorimeter และน้ำยาสำเร็จรูปในการทดลอง ผลการทดลองพบว่า วิธี LAMP มีความไวสูงสามารถตรวจหาเชื้อไฟโตพลาสมาได้ต่ำถึง $1.58X10^{-1}$ copy/µl เทียบเท่ากับการตรวจด้วยวิธี nested-PCR ที่ใช้ในการทดลองนี้ ไพร์เมอร์ที่ได้มีถูกต้อง แม่นยำ และจำเพาะต่อเชื้อในอ้อยโดยสามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว แต่ไม่สามารถตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในตัวอย่างจากหญ้าและมันสำปะหลังได้ การตรวจสอบด้วยเทคนิค LAMP ใช้เวลาทั้งหมด 60 นาที ในขณะที่วิธี nested-PCR ใช้เวลาประมาณ 2 วัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการ LAMP ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความรวดเร็ว และง่ายในการใช้งาน สามารถนำมาใช้ในการตรวจคัดกรองโรคไฟโตพลาสมาในอ้อยก่อนการขยายพันธุ์หรือคัดเลือกแปลงแม่พันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โรคใบขาว อ้อย การขยายพันธุ์อ้อย เทคนิคแลมป์

Abstract

Sugarcane white leaf (SCWL) disease is the most important diseases that impact great lost in sugarcane industries in Thailand. a major disease transmitted through cuttings, poses a significant threat to sugarcane crops. The most damaging route is through propagation of the infected seed canes by the farmers. The highly sensitive detection techniques of the infected seed canes are available but the applications are not widespread because of the technical complications and high cost. Disease prevention and control are thus less effective. This research presented a new simple, rapid and less expensive method based on loop-mediated isothermal amplification (LAMP) system. A set of three primer pairs was designed based on SCWL phytoplasma *Imp* gene. The result revealed that the LAMP system was as sensitive as those produced by the nested-PCR tested set. The lowest detectable concentration of phytoplasma was equivalence to $1.58X10^{-1}$ copy/µl. The LAMP primers showed the accuracy and specificity in detection of sugarcane white leaf phytoplasma and non-detectable of the phytoplasmas in grass and cassava. Detection the phytoplasma using LAMP technique was completed within 60 minutes. It is concluded here that this LAMP method provides a

simpler, faster and sensitive mean for the detection of phytoplasmas associated the sugarcane diseases. This method can be used as an effective detection technique for the mass screening of the sugarcane prior to propagation or selection for the healthy mother plant plots in the field.

Keywords: White leaf disease, Sugarcane, Sugarcane propagation, LAMP technique.

บทนำ

โรคสำคัญที่ส่งผลเสียหายอย่างมากต่อการผลิตอ้อยในไทยและประเทศเพื่อนบ้านได้แก่ โรคใบขาว (sugarcane white leaf: SCWL) โรคใบขาวร่วมกับอาการกอฝอย (sugarcane grassy shoot : SCGS) และโรคกอตะไคร้ (sugarcane green grassy shoot : SCGGS) โรคทั้งสามชนิดนี้เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาที่ต่างกัน จากการจัดแบ่งกลุ่มโดยใช้ความแตกต่างของลำดับเบสภายในยีน 16S rRNA ของเชื้อไฟโตพลาสมาชนิดต่างๆ (IRPCM, 2004) พบว่าเชื้อ SCGS และ SCWL ถูกจัดอยู่ภายในกลุ่ม 16SrXI-B เชื้อสองชนิดนี้มีความใกล้ชิดมาก และมีอาการร่วมกันคือทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาวต่างกันที่การแสดงอาการแตกกอฝอย ส่วนอ้อยที่ติดเชื้อ SCGGS นั้นจะไม่แสดงอาการใบขาว แต่แตกกอเขียวคล้ายกอตะไคร้ เชื้อนี้มีความแตกต่างจากสองเชื้อแรกและแยกกลุ่มออกมาอย่างชัดเจน แต่ยังไม่พบการรายงานจัดกลุ่ม (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2555; Abeysinghe *et al*., 2016; Zhang, *et al*., 2016, Rao *et al*., 2012, Marcone, 2002). มีรายงานว่า SCWL และ SCGS มีเพลี้ยจั๊กจั่นสองชนิด คือ *Matsumuratettix hiroglyphicus* และ *Yamatotettix flavovitatus* เป็นพาหะ (Hanboonsong *et al*., 2006) แต่ SCGGS ยังไม่มีรายงานการศึกษา อย่างไรก็ตามความเสียหายเกิดจากเกษตรกรนำท่อนพันธุ์ที่ติดเชื้อไปปลูกขยายต่อ จากรายงานพบว่าการแสดงอาการของโรคขึ้นกับปัจจัยหลักสามชนิด คือ ปริมาณเชื้อภายในต้น ความแข็งแรงของพืช และสภาพภูมิอากาศ (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2558) ในประเทศไทยโรค SCWL และ SCGS จะแสดงชัดเจนในสภาพดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มดินทราย และจะพบเห็นอาการเด่นชัดหลังสภาวะแล้งยาวนานแล้วตามด้วยฝนตกซึ่งเกิดน้ำท่วมขัง (กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และคณะ, 2554) การตรวจคัดกรองโรคใช้เทคนิค nested-PCR ที่มี 16S rRNA เป็นยีนเป้าหมาย โดยเจาะจงที่บริเวณ 16S-23S ITS (Hanboonsong, *et al*, 2002; 2006) ซึ่งพบว่าวิธีการนี้มีความไวสูง สามารถตรวจจับเชื้อในปริมาณที่ต่ำกว่า 1 copy/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัมได้ แต่วิธีการนี้ใช้ระยะเวลานาน 2-3 วัน ในการตรวจเนื่องจากต้องทำปฏิกิริยาพีซีอาร์สองชุด อีกทั้งมีความเสี่ยงสูงในการเกิดการปนเปื้อนได้ผลปลวกปลอม ส่วนวิธีการตรวจโดยใช้ยีนเป้าหมายในบริเวณยีน *secA* ใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ทั่วไปและมีความไวที่ต่ำกว่ามาก (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2556; 2558) การตรวจด้วยวิธี quantitative realtime PCR (qPCR) เป็นวิธีที่เร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่า แต่พบว่าปริมาณต่ำสุดที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้นั้นจะมีค่าประมาณ 10^2 copy/µl ในดีเอ็นเอพืช 25 นาโนกรัม ซึ่งน้อยกว่า nested-PCR นอกจากนี้เนื่องจากเครื่องมีความไวต่อการตรวจจับสัญญาณการเรืองแสง ความคลาดเคลื่อนในสัดส่วนของปฏิกิริยาที่ใช้จึงมีผลต่อค่าที่อ่านได้อย่างมาก ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานที่ต้องใช้เครื่องมือชนิดนี้ต้องมีความชำนาญสูง ซึ่งเป็นปัญหาอย่างมากในการใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าว อีกทั้งเครื่องมือดังกล่าวนี้ยังมีราคาสูง จากความยุ่งยาก ซับซ้อน ของวิธีการที่ใช้พื้นฐานของปฏิกิริยาพีซีอาร์ ค่าใช้จ่ายที่รวมถึงเครื่องมือ อุปกรณ์ในการจัดตั้งห้องปฏิบัติการ ทำให้หน่วยตรวจคัดกรองมีจำนวนจำกัด นอกจากนี้การตรวจคัดกรองท่อนพันธุ์ไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากค่าวิเคราะห์ต่อตัวอย่างมีราคาสูง ซึ่งประมาณ 300 ถึง 500 บาท หรือมากกว่า ทำให้การตรวจคัดกรองโรคไม่ได้ผล และไม่ทันการณ์ ส่งผลให้การควบคุมโรคขาดประสิทธิภาพ ยังพบการแพร่ระบาดของโรคอย่างรุนแรงทุกปี และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการผลิตอ้อยของไทยสูงกว่าประเทศคู่แข่ง ดังนั้นการพัฒนาวิธีการตรวจโรคที่มีประสิทธิภาพ มีความไวสูง มีต้นทุนทั้งในการจัดตั้งหน่วยตรวจ และค่าใช้จ่ายในการตรวจต่ำ ใช้งานง่าย และให้ผลในระยะเวลาที่รวดเร็ว จึงเป็นวิธีการที่ควรจะนำมาใช้ในการจัดการควบคุมโรค ในปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการใหม่ๆ หลายวิธีที่มีประสิทธิภาพดังกล่าว Loop mediated isothermal amplification (LAMP) เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายได้ในอุณหภูมิเดียวต่างจากปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ต้องใช้อุณหภูมิ 3 ระดับ จึงทำให้เครื่องมือในการตรวจวัดปฏิกิริยา LAMP มีราคาที่ถูกกว่ามาก รวมทั้งใช้การเรืองแสงหรือใช้ความขุ่นเป็นสิ่งบ่งบอกการเกิดปฏิกิริยา ทำให้สามารถตรวจผลได้ด้วยตาเปล่าโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือในการตรวจผล นอกจากนี้ยังใช้ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่รวดเร็ว เนื่องจากไพร์เมอร์ที่ใช้มีการออกแบบให้สามารถตรวจจับและเพิ่มปริมาณตำแหน่งดีเอ็นเอเป้าหมายได้ไม่ต่ำกว่า 3 ตำแหน่งในเวลาเดียวกัน ทำให้ผลผลิตของปฏิกิริยามีปริมาณมากกว่าวิธีพีซีอาร์เป็นร้อยเท่า จึงทำ

ให้เห็นผลได้รวดเร็วกว่า และมีความไวที่มากกว่าวิธีพีซีอาร์ทั่วไปที่ใช้ปฏิกิริยาหนึ่งชุด (Tomlinson *et al*., 2010, Nagamine *et al*., 2002, Natomi *et al*., 2000) ในปัจจุบันมีน้ำยาสำเร็จรูปสำหรับการทำปฏิกิริยา LAMP จำหน่ายอย่างกว้างขวาง และมีราคาที่ค่อนข้างต่ำประมาณ 120-200 บาทต่อตัวอย่าง จึงทำให้มีการนำวิธีการนี้มาใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจโรคหลายชนิด มีรายงานการใช้เทคนิค LAMP ชนิดครอบคลุมในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมา *Candidatus* Phytoplasma asteris อย่างได้ผล โดยตรวจจับที่ housekeeping gene (Sugawara *et al*., 2012, Mitrovic *et al*., 2011) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเทคนิค LAMP สำหรับการตรวจคัดกรองโรคอ้อยที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา โดยใช้ชุดน้ำยา LAMP สำเร็จรูป และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการที่ได้กับการตรวจด้วยเทคนิค Nested-PCR ที่มีการใช้ในปัจจุบัน เพื่อการใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาการระบาดของโรคและยกระดับความสามารถในการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตอ้อยของไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างพืชและการสกัดดีเอ็นเอ : เก็บตัวอย่างใบอ้อย ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานีและขอนแก่น นำตัวอย่างใบอ้อยและพืชอื่นๆ รวม 300 ตัวอย่าง สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างโดยหั่นเป็นชิ้นให้ละเอียด บดตัวอย่างมันสำปะหลังกับไนโตรเจนเหลวในโกร่งบดยาให้ตัวอย่างพืชละเอียดเป็นผง เติม CTAB Buffer และสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB การจากรายงานของ Li and Midmore (1999) ตรวจวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอพืชด้วย Nanodrop (NanoDrop Lite Spectrophotometer, ThermoScientific, USA) เก็บรักษาดีเอ็นเอไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อในตัวอย่างแต่ละอาการด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่ง 16S-23S rDNA (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

การออกแบบไพรเมอร์: ออกแบบไพรเมอร์ให้จำเพาะกับยีนบริเวณ *Imp* gene เป็นยีนชนิดหนึ่งของ immunodominant membrane protein genes (IDPs) ที่ สามารถตรวจพบได้ง่ายภายใน cytoplasm พืชหลังถูกเชื้อไฟโตพลาสมาเข้าทำลาย (Morton et al.,2003) ได้ออกแบบไพรเมอร์จำนวน 3 คู่สาย โดยประกอบด้วย inner primers (FIP และ BIP), outer primers (F3 และ B3) และ Loop primer (LoopF และ LoopB) โดยใช้โปรแกรม Primer Explorer program version5(http://primerexplorer.jp/lamp5.0.0/index.html) รวมทั้งการศึกษาความจำเพาะของไพรเมอร์ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม BLAST(http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi) จากนั้นทดสอบปฏิกิริยา LAMP เพื่อดูว่าอุณหภูมิใดเหมาะสมที่สุดหรือเวลาที่ใช้เป็นต้น โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Lava Lamp DNA Master Mix (Lucigen,USA) ตรวจสอบปฏิกิริยาด้วยเครื่อง Thermostatic colorimeter (Kaneka Cooperation, Japan)

การทดสอบความจำเพาะ: ตรวจสอบความจำเพาะของไพรเมอร์ที่ใช้ในเทคนิค LAMP กับเชื้อไฟโตพลาสมาชนิดอื่นๆ การตรวจวินิจฉัยหาเชื้อไฟโตพลาสมาถูกแบ่งออกเป็น positive specificity ซึ่งจะเป็นการทดสอบความจำเพาะกับเชื้อไฟโตพลาสมา ที่ทราบชนิดได้แก่ เชื้อไฟโตพลาสมา (SWL) ส่วน negative specificity จะทดสอบกับไฟโตพลาสมาชนิดอื่น ๆ

การทดสอบความไว: นำดีเอ็นเอเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว นำดีเอ็นเอความเข้มข้น 100 ng/µl มาเจือจาง 10-fold dilution 10^{1}-10^{10} เปรียบเทียบความไวในการตรวจในการตรวจผลผลิต LAMP ด้วยการอ่านผลด้วยเครื่องวัดความขุ่นแบบ real time เปรียบเทียบกับการ gel electrophoresis และเปรียบเทียบความไวในการตรวจกับเทคนิค nested PCR ตามวิธีการของศุจิรัตน์และคณะ (2559)

การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคพุ่มแจ้ด้วยเทคนิค Nested-PCR : การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอครั้งที่ 1 ด้วยไพร์เมอร์ MLOX/Y : ปริมาตรรวม 15 µl ประกอบด้วย 75 ng DNA template, 0.5 µM primer (MLO/X : 5’ GTT AGG TTA AGT CCT AAA ACG AGC 3’, MLOX/Y :5’GTG CCA AGG CAT CCA CTG TAT GCC 3’), 1X PCR buffer, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTP, 0.1 U Taq polymerase รอบการทำพีซีอาร์ประกอบด้วย 95°C/ 2 นาที ตามด้วย 95°C /1 นาที 55°C /30 วินาที 72 °C/1 นาที จำนวน 24 รอบ ตามด้วย 72°C/7 นาที เก็บรักษาที่ 25°C ขนาดผลผลิตพีซีอาร์ 700 bp การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอครั้งที่ 2 ด้วยไพร์เมอร์ P1/P2 ใช้ผลผลิตจากชุดที่ 1 เจือจาง 1:100 ปริมาตรรวม 15 µl ประกอบด้วย ดีเอ็นเอ 3 µl, 0.5 µM primer P1 (5’ GTC GTA ACA AGG TAT CCC TAC CGG 3’) และ P2 (5’GGT GGG CCT AAA TGG ACT TGA ACC3’), 1X PCR buffer, 1mM $MgCl_2$, 0.2 mM dNTP, 0.1 U Taq polymerase รอบการทำพีซีอาร์ประกอบด้วย 95°C/ 2 นาที ตามด้วย 94°C /1 นาที 60°C /30 วินาที 72 °C/1 นาที จำนวน 24 รอบ ตามด้วย 72°C/7 นาที เก็บรักษาที่ 25°C ขนาด

ผลผลิต 210 bp ตรวจผลด้วย 1% agarose gel electrophoresis โดยใช้สีฟลูออเรสเซนต์ SYBR gold การทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ใช้เครื่อง GeneAmp9700 บันทึกผลด้วย Gel Documentation ผลบวก คือ ตรวจพบแถบดีเอ็นเอเป้าหมาย (Sakuanrungsirikul *et al*., 2013, 2015; Hanboonsong *et al*., 2006) เปรียบเทียบจำนวน copy number ของเชื้อไฟโตพลาสมาใช้พลาสมิดลูกผสม pUC1318 ที่มีชิ้นส่วนของ 16S -23S rDNA ขนาด 1,200 bp เป็นต้นแบบในการตรวจ ทำการคำนวณ copy number ของพลาสมิดลูกผสม ดังนี้ Number = (amount (ng)* 6.022x10^{23}) / (length (bp) * 1x10^{9}* 650) โดย 650 คือ น้ำหนักเฉลี่ยของ base pair (bp)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การออกแบบไพรเมอร์: ผลการนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน *Imp* จากลำดับเบสในงานวิจัยของ Kakizawa *et al.,* 2009 และจากงานวิจัยของศุจิรัตน์และคณะ 2020 จากเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว มาทำการออกแบบไพรเมอร์ เนื่องจากเป็นบริเวณที่สามารถแยกความแตกต่างของเชื้อไฟโตพลาสมา ออกจากเชื้อไฟโตพลาสมาสายพันธุ์ใกล้เคียง เช่น ได้มีตำแหน่งการเข้าจับที่ตำแหน่งเบส 120 ถึง 350 บน ยีน 16S ribosomal RNA gene และมีค่า Melting Temperature (Tm) ของเส้นไพรเมอร์ B3, F3, BIP และ FIP อยู่ที่ 49.8 ℃ 50.9 ℃ 66.4 ℃ และ 66.5 ℃ **(Table 1)** ตามลำดับ

ความไว (sensitivity) ของวิธีการ LAMP: ทดสอบโดยใช้ดีเอ็นเอมันสำปะหลังที่ติดเชื้อ Sugarcane white leaf เจือจาง 10 เท่า จำนวน 10 ระดับ จากเริ่มต้นที่ 10^{0} ถึง 10^{-10} การวิเคราะห์จำนวน copy number ต่ำสุดของเชื้อไฟโตพลาสมาที่สามารถตรวจจับได้ ทดสอบโดยใช้พลาสมิดลูกผสม pUC1318 ที่มีชิ้นยีนขนาด 700 bp นำมาเจือจาง ตรวจวัดความเข้มข้นของพลาสมิดที่ได้และคำนวณจำนวน copy number ตั้งต้นก่อนทำการตรวจด้วยวิธี Nested-PCR ผลการทดลองพบว่า วิธี LAMP และ nested-PCR ที่ผลผลิตขนาด 210 bp สามารถตรวจได้ระดับต่ำถึง 1X10^{-1} copy/µl ส่วน nested-PCR ที่ผลผลิตขนาด 700 bp ตรวจ ได้ที่ 2X10^{2} copies/µl **(Table 2) (Figure 2)**

ความจำเพาะในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวของชุดไพรเมอร์ที่ออกแบบใหม่: ในการตรวจความจำเพาะต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยทดสอบโดยใช้ดีเอ็นเอจากพืชที่ติดเชื้อไฟโตพลาสมาชนิดอื่น ได้แก่ มันสำปะหลังติดเชื้อโรคพุ่มแจ้และหญ้าที่แสดงอาการพุ่มแจ้ ผลการทดสอบพบว่า ไม่สามารถตรวจเชื้อดังกล่าวได้ ในการตรวจความครอบคลุมในการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาของอ้อย ทดสอบโดยใช้ดีเอ็นเอที่ได้จากอ้อยที่ติดโรคใบขาวที่ทำการตรวจพิสูจน์ชนิดของเชื้อแล้วด้วยการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ **(Figure 3)**

การตรวจตัวอย่างอ้อยที่มีอาการใบขาวด้วยเทคนิคแลมป์: สำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยใน อำเภอเมือง อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น อำเภอจักราช อำเภอพิมาย นครราชสีมา จำนวนรวม 300 ตัวอย่าง ผลการตรวจตัวอย่างมันสำปะหลังด้วยเทคนิค LAMP ที่พัฒนาขึ้นพบการติดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาว จำนวน 300 ตัวอย่าง คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ จากตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ โดยกรรมวิธีควบคุมไม่มีเชื้อไม่แสดงผลบวก **(Table 2)**

วิจารณ์ผล

การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยปัจจุบันใช้เทคนิค PCR-based ซึ่งรวมถึง quantitative polymerase chain reaction (qPCR) โดยยีนเป้าหมายที่ใช้ในการตรวจ ได้แก่ 16S rRNA gene *Imp* และ *secA* gene (ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และคณะ, 2556; Cai, *et al*., 2008, Lee *et al*., 2012, Bertaccini *et al*. 2014, Sakuanrungsirikul *et al*, 2013, Hanboonsong *et al*, 2006, Hodgetts *et al*., 2008) โดยที่ *secA* gene เป็น single-copy gene ในจีโนมของเชื้อไฟโตพลาสมา และ rRNA นั้นมีรายงานว่ามี 2 copies วิธีการตรวจแต่ละวิธีที่ใช้ในปัจจุบันมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป และเป็นที่ทราบกันว่า การใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ชุดเดียว (simple PCR) มีความไวในการตรวจจับน้อยกว่า nested-PCR ที่ใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์จากชุดที่หนึ่งมาตรวจเพิ่มในชุดที่สอง แต่วิธีการนี้มักเกิดการปนเปื้อนที่ทำให้เกิดผลบวกปลอม ในขณะที่ simple PCR จะทำให้เกิดผลลบปลอมจากความไวในการตรวจจับที่น้อยกว่า แม้ว่าการใช้ high stringent condition จะถูกนำมาใช้ในการเพื่อเพิ่มความจำเพาะ และลดการปนเปื้อนในปฏิกิริยาแต่จะส่งผลเสียคือเกิดผลลบปลอมได้ (Lorence, 2012) การใช้ Agarose gel electrophoresis ในการตรวจผลอาจทำให้เกิดการแปลผลผิดได้ง่ายหากใช้ความเข้มแสงที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะทำให้มองไม่

เห็นแถบที่มีขนาดบางได้ ดังนั้นในการใช้วิธีการนี้ตรวจผลต้องให้ความระมัดระวังการให้ความเข้มแสงในการอ่านผลด้วย นอกจากนี้การตรวจไม่พบแถบดีเอ็นเอ แสดงถึงปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายต่ำกว่าความไวของวิธีการที่จะตรวจจับได้ ดังนั้นในการรายงานผลจึงต้องคำนึงถึงรายละเอียดดังกล่าวนี้ด้วย ในส่วนของการใช้ quantitative realtime PCR (qPCR) นั้น ความไวของเครื่องมักทำให้เกิดปัญหาหากผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญที่มักเกิดจากเทคนิคของผู้ปฏิบัติงาน และนอกจากนี้แล้ว ความสามารถในการวิเคราะห์ของวิธีการ (analytical performances) ของ qPCR จะถูกจำกัดโดยประสิทธิภาพ (efficiency) และช่วงผลตรวจที่ยอมรับได้ (acceptable ranges) ซึ่งจากรายงานส่วนใหญ่แล้วพบว่าความไวในการตรวจของวิธีการที่ใช้ qPCR นั้นเกือบเทียบเท่ากับการใช้ simple PCRs (Bastein *et al.,* 2008) คือประมาณ 10-100 copy/µl ของเซลล์เป้าหมาย ซึ่งเป็นระดับที่อาจใช้ได้ในการคัดกรองโรค แต่มีปัญหาในการขยายพันธุ์ปลอดโรคด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ในการทดลองนี้แสดงผลของการพัฒนาวิธีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยด้วยเทคนิค LAMP เปรียบเทียบกับวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ Nested-PCR พบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้มีความไวมากกว่า simple PCR ถึง 1000 เท่า (Table 2) ซึ่งผลนี้สนับสนุนข้อดีของชุดไพร์เมอร์ที่จับดีเอ็นเอเป้าหมายถึง 3 จุด และชุดน้ำยาที่ใช้สารเรืองแสง (Figure 1) โดยที่ความไวของ LAMP ที่ได้นี้เทียบเท่ากับการตรวจด้วย nested-PCR ในระดับที่ทดสอบในการทดลองนี้ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่ได้ทดสอบการตรวจจับใน ดีเอ็นเอที่มีการเจือจางที่สูงกว่านี้ หรือในระดับที่ตรวจจับไม่ได้ด้วย nested-PCR ซึ่งหากตรวจถึงในระดับนั้น จะสามารถระบุความไวของ LAMP และ nested-PCR ที่ใช้นี้ได้อย่างแท้จริง

ข้อดีของ LAMP คือ ใช้งานง่าย และปนเปื้อนได้น้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับวิธี nested-PCR ทั้งยังใช้เครื่องมือไม่ซับซ้อน ระยะเวลาเพียง 60 นาทีเท่านั้นในการตรวจด้วย LAMP ซึ่งรวดเร็วกว่าการใช้ nested-PCR ที่ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 2 วันจึงจะรู้ผล ไพร์เมอร์ของ LAMP ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้ยีน *imp* ซึ่งเป็นยีนเจ้าบ้านในเชื้อไฟโตพลาสมาทั้ง 3 ชนิดดังกล่าวเป็นเป้าหมาย จึงสามารถตรวจได้ครอบคลุมทั้ง 3 เชื้อ และมีความจำเพาะต่อเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยเท่านั้น และไม่เกิด cross detection กับเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชอื่น การเกิดสีฟลูออเรสเซนต์ในปฏิกิริยาบวกทำให้ง่ายต่อการอ่านผล สามารถตรวจผลได้ด้วยตาเปล่าหากไม่มีเครื่องมือในการตรวจ ซึ่งจะทำให้หน่วยตรวจที่ไม่มีห้องปฏิบัติการระดับชีวโมเลกุลสามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้ง่าย อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ใช้เครื่อง Thermostatic colorimeter ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ราคาไม่สูงในการบันทึกผล สามารถรายงานผลในสภาพจริง (realtime) ได้ ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์รูปแบบของการเกิดปฏิกิริยา ผลบวกปลอมที่เกิดจากการปนเปื้อนของปฏิกิริยา หรือจุดอิ่มตัวของปฏิกิริยาได้ ที่จะแสดงให้เห็นในลักษณะของระยะเวลาในเกิดกราฟค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งจะไม่สามารถตรวจสอบได้หากใช้วิธีการอ่านผลการเปลี่ยนสีฟลูออเรสเซ็นต์ด้วยตาเปล่าเพียงอย่างเดียว จากการตรวจวิเคราะห์ความไวของวิธีการ จะพบว่าวิธี LAMP ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความไวในการตรวจจับดีเอ็นเอเป้าหมายได้ดีเท่ากับ nested-PCR ในช่วงดีเอ็นเอที่ทดสอบในการทดลองนี้ และดีกว่าการตรวจด้วยการใช้เครื่อง Realtime PCR ที่ผลโดยทั่วไปที่ใช้ตรวจการติดเชื้อไฟโตพลาสมาในอ้อยจะตรวจได้ในระดับต่ำเพียง 10-100 copy/µl เท่านั้น

สรุปผล

การพัฒนาวิธีการตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยที่รวดเร็วด้วยเทคนิค LAMP โดยการออกแบบไพร์เมอร์ตรวจจับตำแหน่งยีน *Imp* ของเชื้อไฟโตพลาสมาและใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป พบว่าเป็นวิธีการที่มีความถูกต้องและครอบคลุมต่อเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคในอ้อยทั้งสามชนิด คือ SCWL, SCGS และ SCGGS ในการทดลองนี้พบว่าวิธี LAMP มีความไวในการตรวจเทียบเท่ากับการทดสอบด้วยวิธี Nested-PCR ที่ใช้ยีน 16S-23S rDNA เป็นเป้าหมาย สามารถตรวจดีเอ็นเอเป้าหมายได้ต่ำที่สุดในระดับ 1.27X10-1 copy/µl ชุดไพร์เมอร์ที่ได้ไม่สามารถตรวจจับเชื้อไฟโตพลาสมาที่ก่อโรคพุ่มแจ้ในมันสำปะหลังและอาการใบขาวในหญ้าได้ การตรวจผลโดยใช้เครื่อง Thermostatic colorimeter ทำให้วิธีการมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้ Realtime PCR ใช้ระยะเวลาในการตรวจ ประมาณ 60 นาที รวดเร็วกว่าการตรวจด้วย nested-PCR ที่ใช้เวลาในการตรวจประมาณ 2 วัน ดังนั้นวิธี LAMP ที่ได้นี้นับได้ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ง่าย ให้ผลรวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการใช้วิธีแบบเดิมในการตรวจโรคไฟโตพลาสมาในอ้อย สามารถนำมาใช้ในการตรวจคัดกรองโรคใบขาว โรคใบขาวและกอฝอย และโรคกอตะไคร้ ในอ้อยเพื่อการตรวจรับรองแปลงพันธุ์สะอาดการคัดเลือกแปลงแม่พันธุ์ สำหรับขยายพันธุ์ ของกลุ่มเกษตรกรในเครือข่ายโรงงานน้ำตาล และหน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร อย่างไรก็ตาม Nested-PCR ยังคงเป็นวิธีที่จำเป็นในการคัดเลือกแม่พันธุ์เพื่อ

การขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเนื่องจากมีความไวสูงมาก ตรวจจับเป้าหมายที่มีปริมาณน้อยมากได้ การทดสอบเปรียบเทียบเพิ่มเติมระหว่าง LAMP และ nested-PCR โดยใช้ดีเอ็นเอที่มีการเจือจางที่สูงกว่าในการทดลองนี้ จนถึงระดับที่ตรวจจับไม่ได้ด้วย nested-PCR จะทำให้สามารถระบุความไวที่แท้จริงของวิธี LAMP นี้เทียบกับวิธี Nested-PCR ได้ เพื่อการตรวจรับรองแปลงพันธุ์สะอาดการคัดเลือกแปลงแม่พันธุ์ สำหรับขยายพันธุ์ ของกลุ่มเกษตรกรในเครือข่าย โรงงานน้ำตาล และหน่วยงานกรมส่งเสริมการเกษตร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ JIRCAS และ บริษัท Kaneka Cooperation ที่สนับสนุนเครื่อง Thermostatic colorimeter ในการตรวจปฏิกิริยา LAMP และขอบคุณผู้ช่วยวิจัยในห้องปฏิบัติการชีวโมเลกุลของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ที่ช่วยให้การปฏิบัติงานวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล และเกษม ชูสอน. 2554. ปัจจัยทางการเกษตรที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคใบขาวของอ้อย. หน้า 63-68. ใน: เอกสารประกอบการประชุมเสวนาวิชาการอ้อย “วิกฤติและโอกาสอ้อยไทยในเวทีโลก” 30-31 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์ รังสี เจริญสถาพร ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และกอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2558ข.วิธีตรวจและวินิจฉัยโรคใบขาวของอ้อยด้วยเทคนิคพีซีอาร์. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2557. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 69-89.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุนี ศรีสิงห์ ปิยะดา ธีรกะกุลพิสุทธิ์. 2555. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อไฟโตพลาสมาที่ก่อโรคในอ้อยและหญ้าบางชนิดของประเทศไทย จากลำดับนิวคลิโอไทด์บริเวณ 16S-23S rRNA intergenic spacer region. ว. แก่นเกษตร ปีที่ 40 ฉบับพิเศษ 3 หน้า 231-240.

ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล ธีรวุฒิ วงศ์วรัตน์ สุรศักดิ์ แสนโคตร ทักษิณา ศันสยะวิชัย สุนี ศรีสิงห์. 2556. SecA เครื่องหมายโมเลกุลใหม่ในการตรวจโรคใบขาวของอ้อยที่แม่นยำสูง. ผลงานวิจัยดีเด่นกรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2555. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-15.

Abeysinghe, S., Kanatiwela-de Silva, C., Abeysinghe, P. D., Udagama, P., Warawichanee, K., Aljafar, N., Kawicha, P., and Dickinson, M. 2016. Refinement of the taxonomic structure of 16SrXI and 16SrXIV phytoplasmas of gramineous plants using multilocus sequence typing. Plant Dis. 100:2001-2010

Bastien, P., Procop, G.W. and Reischl, U. 2008. Quantitative Real-Time PCR is not more sensitive than “Conventional” PCR. J. Clin. Microbiol. Vol. 46, No. 6. p. 1897–1900

Bertaccini A, Duduk, B , Paltrinieri, S. and Contaldo, N. 2014. Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. Am. J. Plant. Sci. 5:1763–1788.

Cai, H., Wei, W., Davies, R.E., Chen, H., and Zhao, Y. 2008. Genetic diversity among phytoplasmas infecting *Opuntia* species: virtual RFLP analysis identifies new subgroups in the peanut witches' broom phytoplasma group. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 58:1448–1457.

Hanboonsong, Y., Choosai, C., Panyim, S. and Damak, S. 2002. Transovarial transmission of sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura). Insect Mol. Biol. 11, 97–103.

Hanboonsong, Y., Ritthison, W., Choosai, C. and Sirithorn, P. 2006. Transmission of sugarcane white leaf phytoplasma by *Yamatotettix flavovittatus*, a new leafhopper vector. J. Econ. entomol. 99, 1531–1537.

Hodgetts, J., Boonham, N., Mumford, R., Harrison, N. and Dickson, M. 2008. Phytoplasma phylogenetics based on analysis of secA and 23S rRNA gene sequences for improved resolution of candidate species of 'Candidatus Phytoplasma'. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 58: 1826-1837

IRPCM. 2004. 'Candidatus Phytoplasma', a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 54(4):1243–1255.

Kakizawa, S., K. Oshima, Y. Ishii, A. Hoshi, K. Maejima, H.Y. Jung, Y. Yamaji, and S. Namba. 2009. Cloning of immunodominant membrane protein genes of phytoplasmas and their in planta expression. FEMS Microbiology Lett; 293.

Lee I-M, Bottner-Parker, K.D., Zhao, Y., Bertaccini, A. and Davis, R.E. 2012. Differentiation and classification of phytoplasmas in the pigeon pea witches' broom group (16SrIX): an update based on multiple gene sequence analysis. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 62:2279–2285.

Li, M. and Midmore, D.J. 1999. Estimating the genetic relationships of chinese water chestnut (*E. dulcis* (Burm.f.) Hensch) cultivated in Australia, using RAPD. J. Hortic. Sci. Biotech. 74(2): 224-231.

Lorenz T. C. 2012. Polymerase chain reaction: basic protocol plus troubleshooting and optimization strategies. J. vis. exp: JoVE, (63), e3998. http://doi.org/:10.3791/3998.

Marcone, C. 2002. Phytoplasma diseases of sugarcane. Sugar Tech. 4: 79-85.

Matsumoto T., Lee, C.S. and Teng, W.S. 1968. Studies on sugarcane white leaf disease of Taiwan with special references to transmission by leafhopper, *Epitettix higroglyphicus* Mats. Proceedings of the International Society of Sugarcane Technologists 13, 1090-1418.

Mitrovic, J., Kakizawa, S., Duduk, B., Oshima, K., Namba, S. and Bertaccini, A. 2011. The *groEL* gene as an additional marker for finer differentiation of '*Candidatus* Phytoplasma asteris'-related strains. Ann. Appl. Biol., 154(2): 219-229.

Nagamine, K., Hase, T., Notomi, T. 2002. Accelerated reaction by loop-mediated isothermal amplification using loop primers. Mol Cell Probes. 16(3): 223-9.

Notomi, T., Okayama,H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N. and Hase, T. 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Res.*, *28*(12), E63.

Rao, G.P., Mall, S. and Marcone, C. 2012. Recent Biotechnological Approaches in Diagnosis and Management of Sugarcane Phytoplasma Diseases. Funct. Plant Sci. Biotechnol. 6 (Special issue 2), 19-29.

Sakuanrungsirikul, S., Wongwarat, T., Sankot, S., Kawabe, K., Kobori, Y. and Ando, S. 2013. Sugarcane white leaf and sugarcane grassy shoot diseases in Thailand and the detection methods. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 28, 2013.

Sugawara, K., M. Himeno, T. Keima, Y. Kitazawa, K. Maejima, K. Oshima, and S. Namba. 2012. Rapid and reliable detection of phytoplasma by loop-mediated isothermal amplification targeting a housekeeping gene. J. Gen. Plant Pathol. 78:389–397.

Tomlinson, J.A., Dickinson, M.J. nd Boonham, N. 2010. Detection of *Botrytiscinerea* by loop-mediated isothermal amplification. Lett. Appl. Microbiol. 51, 650–657. http://doi.org/:doi: 10.1111/j.1472-765X.2010.02949.

Tomotada,I., Toshiaki, S. and Kozaburo, H. 2003. Loop-mediated isothermal amplification for direct detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex, *M. avium*, and *M. intracellulare* insputum samples. *J. Clin. Microbiol.* 41, 2616–2622. http://doi.org/: doi: 10.1128/JCM.41.6.2616-2622.2003

Zhang, R.Y, Li, W.F, Huang, Y.N, Wang, X.Y, Shan, H.L, Luo, Z.M, and Yin, J. 2016. Group 16SrXI phytoplasma strains, including subgroup 16SrXI-B and a new subgroup, 16SrXI-D, are associated with sugar cane white leaf. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 66, 487–491.

Table 1 LAMP Primers form Sugarcane White Leaf phytoplasma

label	Length	Sequence
F3	22	TATTATTTCAGATGGTGGCCTT
B3	24	TTATCCAATGCTTTTGCAAGCTTA
FIP	47	AAACTAAACGAAAAGACAATAAAAAAATTTGAAAAAGAAATAGTACT
BIP	26	TCTAGTTATGTCAAATCTGACTTTAA
LoopF	31	TGCGGATAAAGCTGAAAAAGCTTTAAAAGAA
LoopB	22	TCAATAAATGAACTAAAAGTAG

Table 2 Detection sensitivity of the LAMP technique targeting phytoplasma *Imp* gene and Nested-PCR technique targeting phytoplasma 16S-23S rDNA gene in the DNA of infected sugarcane leaves. Plasmids pUC1318 containing 700 bp 16S-23S rDNA fragment was used for copy number estimation.

DNA serial dilution	LAMP (DNA)	Nested PCR (DNA)		Nested PCR plasmid DNA		*Imp* plasmid DNA (copy/µl)
		700 bp	210 bp	700 bp	210 bp	
10^{0}	+	+	+	+	+	$4x10^{9}$
10^{-1}	+	+	+	+	+	$9X10^{8}$
10^{-2}	+	+	+	+	+	$9X10^{7}$
10^{-3}	+	+	+	+	+	$8X10^{6}$
10^{-4}	+	+	+	+	+	$7X10^{5}$
10^{-5}	+	+	+	+	+	$6X10^{4}$
10^{-6}	+	+	+	+	+	$1X10^{3}$
10^{-7}	+	+	+	+	+	$2X10^{2}$
10^{-8}	+	-	+	-	+	$4X10^{1}$
10^{-9}	+	-	+	-	+	$9X10^{0}$
10^{-10}	+	-	+	-	+	$1X10^{-1}$

NT: not tested +: positive -: negative

Plasmid concentration was quantified by nanometer. Plasmid copy number was calculated as (amount (ng) $6.022x10^{23}$) / (length (bp) * $1x10^{9}$* 650): 650 is average weight of base pair.

Table 3 The LAMP result of phytoplasma Sugarcane white leaf samples.

Sampling site	Locality coordinating	No. of sample	LAMP technique	
			detected	undetected
Khon Kaen				
Mancha Khiri	16.22020 °N,102.53630°E	150	150	0
Muang	16.38880 °N, 102.8497 °E			
Udonthani				
Kumphawaphi	17.05051 °N, 102.9383 °E	150	150	0
Non Sa-at	16.98419 °N,, 102.9116 °E			
Total		300	300	0

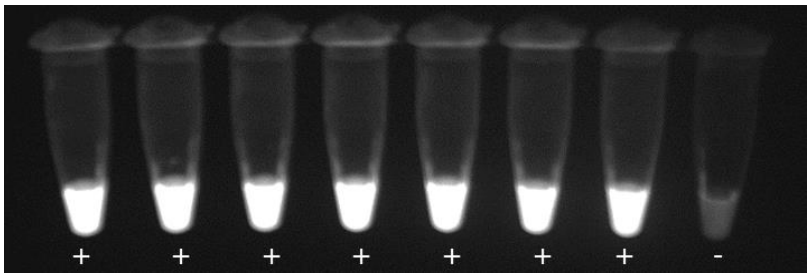


Figure 1. LAMP reactions illustrating detection sensitivity in the diluted DNA samples extracted from leaves of SCWL infected sugarcane. No.1-7: samples with DNA dilutions: 1, 10^{-2}, 10^{-4}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8},10^{-10}, respectively. No.8: negative control (water).

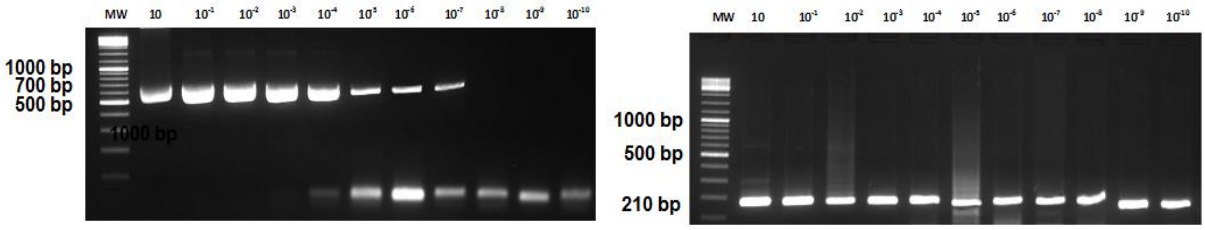


Figure 2. Nested-PCR products illustrating detection sensitivity in the diluted DNA samples extracted from leaves of SCWL infected sugarcane. Lane 1: 1 kb DNA molecular weight. Lanes 2-12: samples dilution: 10-10^{-10}. Left: 700 bp PCR products by MLO-X/Y primer set. Right: 210 bp PCR products by P1/P2 primer set.

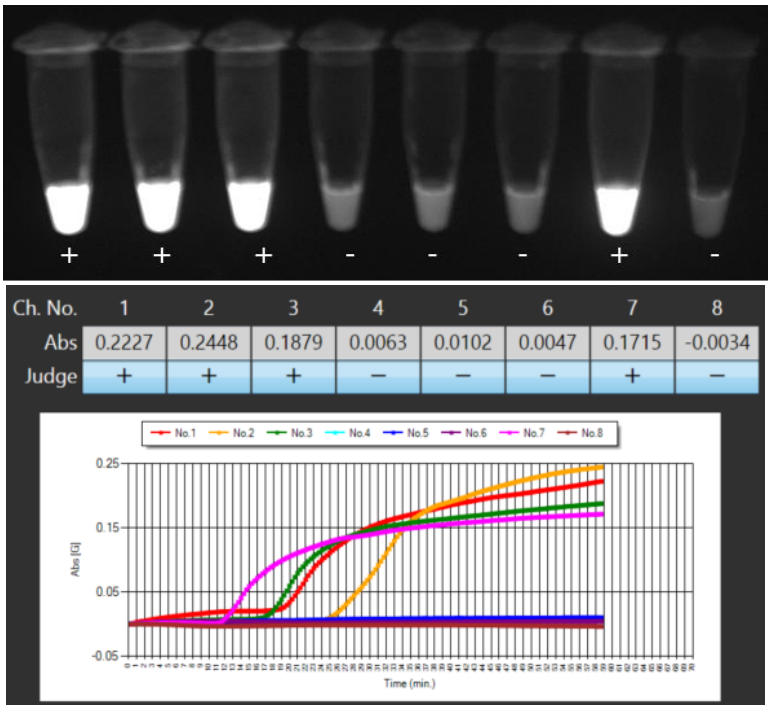


Figure 3. LAMP reactions illustrating accuracy and broad spectrum of the primer set. No 1-3 : DNA extracted from leaves of sugarcane infected with SCWL, SCGS and SGGS. No 4-6: DNA samples from leaves of grass with white leaf symptom and cassava with witche's broom disease. No.8: negative control (water). Above: absorbance values of the LAMP reactions at 60 minutes. Below: fluorescence real time signaling reported by a Thermostatic colorimeter.

การควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการคลุกเมล็ดและพ่นสารทางใบ

Controlling Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) Infestation Through Seed Treatments and Foliar Spraying in Maize

สมคิด พันธ์ดี[1*] ศิวิไล ลาภบรรจบ[1] วิภาดา ปลอดครบุรี[2] และพฤทธิชาติ ปุญวัฒโฑ[3]

Pandee, S.[1*], Lapbanjob, S.[1] Plodkornburee, W[2] and Punyawattoe, P.[3]

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ , นครสวรรค์, 60190

[1] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Nakhon Sawan, 60190

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโนนสูง, นครราชสีมา, 30160

[2] Nonsung Agricultural Research and Development Center, Nakhon Ratchasima, 30160

[3] สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช , กรุงเทพฯ, 10900

[3] Department of Agriculture, Bangkok, 10900

**entomopathogist72@hotmail.com*

บทคัดย่อ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* เป็นแมลงศัตรูสำคัญในข้าวโพดที่พบการแพร่ระบาดในประเทศไทย โดยระยะหนอนกัดกินใบ ยอด และฝักข้าวโพด สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้สารกำจัดแมลงแบบคลุกเมล็ดและพ่นสารทางใบเพื่อควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการในปี 2565-2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ การคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดแมลงไซแอนทรานิลิโพรล 24%FS ผสมไทอะมีโทแซม 24%FS อัตราการใช้ 7 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม การพ่นสารทางใบด้วยสารกำจัดแมลงสไปนีโทแรม 12%SC อัตราการใช้ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร วางแผนการทดลองแบบ RCBD กรรมวิธีประกอบด้วยระยะเวลาในการป้องกันกำจัดที่ต่างกัน 10 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ตรวจนับระดับความเสียหายของใบพืช พบว่าการพ่นสารที่ข้าวโพดอายุ 7 และ 14 วันหลังงอกและพ่นสารที่ 7, 14, 21 และ 35 วันหลังงอก ส่งผลให้ระดับความเสียหายของใบข้าวโพดลดลงเช่นเดียวกันกับการคลุกเมล็ดร่วมกับพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21, และ 35 วันหลังงอก ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,233-1,518 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า การพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก 2 ครั้ง ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ามากกว่าวิธีการอื่นๆ (BCR = 3.45)

คำสำคัญ : หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การพ่นสารทางใบ การคลุกเมล็ด

Abstract

The Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is a major pest of maize in Thailand. It is a highly destructive insect, feed on the leaves, tassels, and ears of maize that can cause significant economic damage. The objective of this study, conducted in 2023 at the Nakhon Sawan Field Crops Research Center, to compare the effectiveness of seed treatment and foliar insecticides in controlling Fall Armyworm (*S. frugiperda*) in field maize. Seed treatment with cyantraniliprole 24% FS mixed with thiamethoxam 24% FS at a rate of 7 milliliters per kilogram of seeds. Foliar spray with insecticide using spinetoram 12% SC at a rate of 20 milliliters per 20 liters of water. The method consisted of 10 different protection periods of vegetative, with 3 repetitions each. It was found that the sprayed-on maize 7 and 14 days after germination, and the sprayed on 7, 14, 21, and 35 days after germination, resulted in a reduction in leaf damage as well as the seed treatments and spraying on

14, 21, and 35 days after germination. The yield of maize at 15 percent humidity had an average yield between 1,233-1,518 kilograms.rai^{-1}. When analyzing the benefit-cost ratio (BCR), it was found that Spraying at 7 and 14 days after germination, 2 times, gives a more worthwhile return than other methods (BCR = 2.45).

Keywords: Fall Armyworm, Maize, Foliar Spraying, Seed treatment

บทนำ

หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (Fall Armyworm) *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) ถูกจัดอยู่ในอันดับ Lepidoptera วงศ์ Noctuidae เป็นศัตรูกักกันพืชที่สำคัญต่อการส่งออกพืชและผลผลิตพืช และเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวโพด พบระบาดในพื้นที่เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของทวีปอเมริกา (Prasanna *et al*, 2018) วงจรชีวิตของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ใช้เวลา 30-45 วัน เมื่อผสมพันธุ์แล้วตัวเต็มวัยผีเสื้อเพศเมียจะวางไข่ในช่วงเวลากลางคืน โดยวางไข่เป็นกลุ่มไข่ จำนวน 100-200 ฟอง เพศเมียหนึ่งตัวจะวางไข่ได้ 1,500-2,000 ฟองตลอดช่วงชีวิตที่เป็นผีเสื้อ การเจริญเติบโตในระยะไข่ใช้เวลา 2-3 วัน ระยะหนอน 14-22 วัน ระยะหนอนมี 6 วัย เมื่อจะเข้าดักแด้หนอนจะทิ้งตัวลงดินเพื่อเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ใช้เวลา 7-13 วัน จึงเป็นตัวเต็มวัยและมีชีวิตอยู่ได้ 10-21 วัน ในตัวเต็มวัยสามารถบินได้ไกลเฉลี่ย 200 กิโลเมตรต่อคืน การเข้าทำลายพืชจะเริ่มในระยะที่เป็นตัวหนอน โดยหนอนเข้าทำลายตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 7 วัน จนกระทั่งข้าวโพดออกฝัก หนอนจะกัดกินยอดและใบข้าวโพดเว้าแหว่งหรือกัดกินทั้งแผ่นใบ ทำลายช่อดอกตัวผู้ กัดกินไหม ฝัก และเมล็ด หากระบาดรุนแรงจะทำให้ผลผลิตเสียหายได้ถึง 73 เปอร์เซ็นต์ (FAO, 2017) การแพร่ระบาดของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดพบมากที่ข้าวโพดอายุไม่เกิน 45 วัน (Cruz *et al*., 2010) สมคิด พันธ์ดี และคณะ (2564) รายงานว่าพบการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 7 วันและมีระดับความเสียหายทางใบสูงเมื่อข้าวโพดอายุ 28 วัน หลังจากนั้นความเสียหายทางใบจะลดลง

การพ่นสารกำจัดแมลงทางใบนั้นเกษตรกรมักพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมากกว่า 1 ครั้ง ช่วงระยะเวลาในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชไม่มีการวางแผนที่แน่นอน และมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเกิดระบาดในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการป้องกันกำจัดไม่สามารถทำได้อย่างเหมาะสม การพ่นสารทางใบหลายครั้งภายในหนึ่งฤดูปลูกอาจส่งผลให้หนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเกิดความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในอนาคตและส่งผลกระทบต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ เช่น มวนพิฆาตและมวนเพชฌฆาต ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (สาทิพย์ มาลี และคณะ, 2565) งานวิจัยนี้จึงศึกษาการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยการคลุกเมล็ดและพ่นสารทางใบที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม จะส่งผลให้การป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดมีประสิทธิภาพ อาจช่วยชะลอการสร้างความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและส่งเสริมการอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติ ลดต้นทุนการผลิตและเป็นข้อมูลสำหรับแนะนำเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วย เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ กวก.นครสวรรค์5 และเตรียมสารคลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดแมลงไซแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) 24%FS ผสมไทอะมีโทแซม (thiamethoxam) 24%FS และสารพ่นทางใบใช้สารกำจัดแมลงสไปนีโทแรม (spinetoram) 12%SC

ในการทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี โดยกรรมวิธีเป็นวิธีการป้องกันกำจัดโดยการคลุกเมล็ดและการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง ดังนี้

1. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก รวม 2 ครั้ง
2. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 7, 14 และ 35 วัน หลังงอก รวม 3 ครั้ง
3. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 14 และ 35 วัน หลังงอก รวม 2 ครั้ง
4. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21 และ 35 วันหลังงอก รวม 3 ครั้ง
5. พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเมื่อข้าวโพดอายุ 7, 14, 21 และ 35 วัน หลังงอก รวม 4 ครั้ง
6. คลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง

7. คลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง ร่วมกับการพ่นสาร 1 ครั้ง เมื่อข้าวโพดอายุ 35 วัน หลังงอก
8. คลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง ร่วมกับการพ่นสาร 2 ครั้ง เมื่อข้าวโพดอายุ 21 และ 35 วัน หลังงอก
9. คลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง ร่วมกับการพ่นสาร 3 ครั้ง เมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21 และ 35 วัน
10. ไม่มีการป้องกันกำจัดตลอดฤดูปลูก

วิธีปฏิบัติการทดลอง

คลุกเมล็ดด้วยสารกำจัดแมลงไซแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) 24%FSผสมไทอะมีโทแซม (thiamethoxam) 24%FS อัตราการใช้ 7 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 1 กิโลกรัม และสารพ่นทางใบใช้สารกำจัดแมลงสไปนีโทแรม (spinetoram) 12%SC อัตราการใช้ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงด้วยเครื่องพ่นสารแบตเตอรี่ ในระยะข้าวโพดอายุ 1-2 สัปดาห์ ใช้น้ำพ่นไร่ละ 40 ลิตร ข้าวโพดอายุ 3-4 สัปดาห์ ใช้น้ำพ่นไร่ละ 50 ลิตร และข้าวโพดอายุ 5 สัปดาห์ขึ้นไปใช้น้ำไร่ละ 80 ลิตร (ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, 2565)

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ กวก.นครสวรรค์5 แถวยาว 5 เมตร จำนวน 10 แถวต่อแปลงย่อย ใช้ระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยก้นหลุมพร้อมปลูก หลังปลูกพ่นสารกำจัดวัชพืช atrazine อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ หลังข้าวโพดงอก 2 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างแถวข้าวโพดแล้วพรวนดินกลบ เริ่มประเมินความเสียหายทางใบจากการทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดหลังข้าวโพดงอก 7 วัน โดยสุ่มต้นข้าวโพดใน 4 แถวกลาง แถวละ 5 ต้น โดยใช้ระดับการทำลายของ Davis and William (1992) 1-9 โดยระดับ 1 ไม่พบร่องรอยการทำลาย ไปจนถึงระดับ 9 ใบถูกทำลายเกือบทั้งหมด นำระดับการทำลายที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำลาย โดยใช้สูตรของ Townsend and Heuberger (1943)

$$\text{การทำลาย (\%)} = [\sum (nv) \times 100] / NV$$

n = จำนวนต้นในแต่ละระดับการทำลาย v = คะแนนระดับการทำลาย
N = จำนวนต้นทั้งหมดที่สุ่มนับ V = คะแนนระดับการทำลายสูงสุด

เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดจาก 4 แถวกลาง ประเมินความเสียหายของฝักข้าวโพด ตามวิธีการของ CIMMYT (2018) โดยเกณฑ์การให้คะแนน 1-9 โดยคะแนนเท่ากับ 1 คือ ไม่พบรอยทำลายที่ฝัก และคะแนนเท่ากับ 9 คือ ฝักเสียหาย 90-100% ของฝัก

การบันทึกข้อมูล

จดบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงาน ระบุวันงอก ผลการเจริญเติบโต วัดความสูง วันออกดอก ระดับความเสียหายของใบข้าวโพด ระดับความเสียหายของฝักข้าวโพด ผลผลิตข้าวโพด จำนวนฝักที่ถูกทำลายต่อแปลงย่อย วัดความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (%RH) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองปี 2565

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ กวก.นครสวรรค์5 เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม 2565 สารคลุกเมล็ดที่ใช้คือ ไซแอนทรานิลิ-โพรล 24%FS + ไทอะมีโทแซม 24%FS อัตรา 7 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม สารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดที่ใช้พ่นทางใบคือ สไปนีโทแรม 12%SC ใช้เครื่องพ่นสารแบตเตอรี่ หลังจากข้าวโพดงอก 7 วันจึงพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่าระดับความเสียหายของใบข้าวโพดหลังการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเมื่อพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21 และ 35 วันหลังงอก พ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 7, 14, 21 และ 35 วันหลังงอก และการคลุกเมล็ดร่วมกับพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21 และ 35 วัน ส่งผลให้ระดับความเสียหายของใบข้าวโพดต่ำ ตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 21 วันจนถึง 42 วันหลังงอก หลังจากนั้นความเสียหายทางใบลดลงและไม่ต่างกันทางสถิติจนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต (Table 1) เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2565 (100 วัน) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ของทุกกรรมวิธีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 711-837 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่แตกต่างทางสถิติ เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ระหว่าง 69.13-75.66 เปอร์เซ็นต์ ประเมินความเสียหายฝักพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าความ

เสียหายฝักระดับ 1.06 คิดเป็นร้อยละ 11.03 (Table 2) เมื่อคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการวิเคราะห์สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (Benefit-cost ratio, BCR) พบว่า ในทุกกรรมวิธีมีค่า BCR มากกว่า 1 เฉลี่ย 1.42 ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุน กำไรสุทธิเฉลี่ย 2,400 บาทต่อไร่ (Table 3)

ผลการทดลองปี 2566

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 5 เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2566 สารคลุกเมล็ดที่ใช้คือ ไซแอนทรานิลิโพรล 24%FS + ไทอะมีโทแซม 24%FS อัตรา 7 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 1 กิโลกรัม ใช้สารสไปนีโทแรม 12%SC พ่นทางใบด้วยเครื่องพ่นสารแบตเตอรี่ หลังจากข้าวโพดงอก 7 วันจึงพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่าระดับความเสียหายของใบข้าวโพดหลังการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดเมื่อพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 7, 14, 21 และ 35 วันหลังงอก พ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 7, 14, 21 และ 35 วันหลังงอก และการคลุกเมล็ดร่วมกับพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 14, 21 และ 35 วัน ส่งผลให้ระดับความเสียหายของใบข้าวโพดต่ำ ตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 21 วันจนถึง 42 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัด หลังจากนั้นความเสียหายทางใบลดลงและไม่แตกต่างทางสถิติจนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต (Table 4) เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2565 (110 วัน) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,233-1,518 กิโลกรัมต่อไร่ และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัด หลังจากประเมินความเสียหายฝักพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ มีค่าความเสียหายฝักระดับ 1.11 คิดเป็นร้อยละ 11.08 (Table 5) เมื่อคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการวิเคราะห์สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR) พบว่า ในทุกกรรมวิธีมีค่า BCR มากกว่า 1 เฉลี่ย 3.00 ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยการพ่นสารเมื่อข้าวโพดอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก รวม 2 ครั้ง มีค่า BCR สูงสุดเท่ากับ 3.45 และมีกำไรสุทธิ 9,804 บาทต่อไร่ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีการอื่น ๆ (Table 6)

ถึงแม้ว่าผลการทดลองในปี 2565 กรรมวิธีที่ไม่มีการป้องกันกำจัดจะมีค่า BCR มากกว่าการคลุกเมล็ดและการพ่นสาร เกษตรกรควรพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดอย่างน้อย 2 ครั้งคือ 7 และ 14 วันหลังงอก เนื่องจากพบการระบาดสูงในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นมากกว่าระยะติดฝักกล่าวคือตั้งแต่ข้าวโพดในระยะกล้าไปจนถึงข้าวโพดอายุ 35 วันหลังงอก (สมคิด พันธ์ดีและคณะ, 2564) และประสิทธิภาพของสารสไปนีโทแรมสามารถป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดได้นานถึง 14 วันหลังการพ่นสารในข้าวโพดและเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดน้อยกว่าการใช้สารคลุกเมล็ด (Rakesh *et al*. 2023)

สรุปผล

การป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้สารสไปนีโทแรม 12% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยใช้อัตราพ่นสาร 60-80 ลิตรต่อไร่เมื่อข้าวโพดอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการวิเคราะห์สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 3.45 ซึ่งมากกว่าวิธีการป้องกันกำจัดวิธีอื่นๆ โดยให้กำไรสุทธิสูงสุด 9,804 บาทต่อไร่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และบุคลากรทุกท่านของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ความร่วมมือและให้การสนับสนุนอย่างดียิ่ง จึงสามารถดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล

เอกสารอ้างอิง

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2565. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากงานวิจัยปี 2565. โครงการวิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืชบริโภคในประเทศและส่งออก. กรมวิชาการเกษตร. 208 หน้า.

สมคิด พันธ์ดี, ศิวิไล ลาภบรรจบ, สุริพัฒน์ ไทยเทศ, วรกานต์ ยอดชมภู และพยุดา จันทร์เกื้อ. 2564. การประเมินความต้านทานของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis* Guenee) และหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith). การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 18 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 8-9 ธันวาคม 2564 หน้า 88-97

สาทิพย์ มาลี, ประภัสสร เชยคำแหง, ณัฏฐิณี ศิริมาจันทร์, นันทนัช พินศรี และภัทรพร สรรพนุเคราะห์. 2565. ศึกษาผลกระทบของสารป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ต่อมวนพิฆาต *Eocanthecona furcellata* Woff และมวนพิฆาต Sycanus versicolor Dohrn. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2565 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร หน้า 73-81.

CIMMYT and USAID, 2018. Fall Armyworm in Africa: a guide for integrated pest management, First Edition, pp. 59-60.

Cruz I., Figueiredo, L.C., Antonio C.O. and Carlos, A.V. 2010. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three lavels of aluminums saturation. Journal of Pest Management, 293-296.

Davis, F.M., and Williams, W.P. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station, Technical Bulletin 186, Mississippi State University, MS39762, USA.

FAO. 2019. Briefing note on FAO actions on fall armyworm. Plant Production and Protection Division. FAO. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Prasanna, B.M., Huesing, J.E., Eddy, R. and Peschke, V.M. 2018. Fall armyworm in Africa: a guide for integrated pest management. First Edition.

Rakesh, K.B., Murali, M.K. and Prabhu, C. 2023. Seed treatment with insecticides-a potential option against fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize. Indian Journal of Entomology Online published Ref. No. e23329 .

Townsend, G.R. and Heuberger, J.W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. The Plant Disease Reporter, pp.340-343.

Table 1 Mean of leaf-feeding damaged rating scale caused by fall armyworm after application on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2022)

Table 1 Mean of leaf-feeding damaged rating scale caused by fall armyworm after application on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2022)

Treatments	Leaf-feeding damage rating scale (1-9)							
	Pre-spraying	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	35 DAE	42 DAE	49 DAE
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	1.05	1.16	1.67 a	1.95 a	4.18 b	4.12 bc	1.10	1.16
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	1.05	1.05	1.37 a	2.26 ab	4.77 b	4.86 c	1.49	1.05
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	1.05	1.10	4.37 b	1.91 a	3.60 b	3.98 bc	1.19	1.10
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE.	1.05	1.14	3.52 b	2.23 ab	1.40 a	1.61 a	1.05	1.14
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	1.05	1.14	1.60 a	1.98 a	1.23 a	1.26 a	1.05	1.14
Seed treatment.	1.00	1.05	2.07 a	4.51 c	3.88 b	3.40 b	1.05	1.05
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	1.00	1.05	2.26 a	3.47 bc	4.07 b	3.30 b	1.05	1.05
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	1.00	1.09	1.98 a	4.33 c	1.40 a	1.72 a	1.05	1.09
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	1.00	1.09	2.37 a	2.86 ab	1.12 a	1.14 a	1.05	1.09
Untreated control	1.05	1.18	3.58 b	4.26 c	4.02 b	3.93 bc	1.05	1.18
Mean	1.05	1.10	2.48	2.98	2.97	2.93	1.11	1.10
F-test	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns
C.V. (%)	10.03	8.48	24.00	25.13	25.07	23.69	21.75	8.48

DAE=Days after emergence of the plants

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

* Significant at 5% level of probability

** Significant at 1% level of probability

ns Not significant

Table 2 Mean of plant height, shelling (%), yield and ear damaged rating scale caused by fall armyworm after application on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2022)

Treatments	Plant height (cm.)		Shelling (%)	Yield (Kg/rai)	Ear damaged rating scale (1-9)	Ear damaged (%)
	30 DAE	60 DAE				
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	83 a	217 ab	75.47	804	1.07	11.17
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	82 a	215 ab	75.63	773	1.04	10.89
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	81 a	214 ab	73.92	794	1.05	10.98
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE.	84 a	221 ab	75.82	808	1.01	10.56
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	84 a	221 ab	70.30	719	1.10	11.50
Seed treatment.	85 a	212 ab	69.13	682	1.02	10.62
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	82 a	217 ab	75.64	711	1.08	11.22
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	86 a	219 ab	75.33	837	1.03	10.79
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	87 a	222 a	75.66	762	1.11	11.57
Untreated control	73 b	210 b	75.16	737	1.06	11.03
Mean	83	217	74.21	763	1.06	11.03
F-test	**	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.67	1.78	6.04	9.98	3.62	3.59

DAE=Days after emergence of the plants

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

* Significant at 5% level of probability

** Significant at 1% level of probability

ns Not significant

Table 3 Mean of yield, total cost, total income, net income and benefit-cost ratio (BCR) on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2022)

Treatments	Yield (Kg/rai)	Total cost (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Net income (baht/rai)	benefit-cost ratio (BCR)
Foliar spraying on maize at 7 and 14 days.	804	4,809	7,236	2,427	1.50
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	773	5,212	6,957	1,745	1.33
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	794	4,809	7,146	2,337	1.49
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	808	5,212	7,272	2,060	1.40
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE.	719	5,615	6,471	856	1.15
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	682	4,129	6,138	2,009	1.49
Seed treatment.	711	4,533	6,399	1,866	1.41
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	837	4,935	7,533	2,598	1.53
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	762	5,338	6,858	1,520	1.28
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	737	4,003	6,633	2,630	1.66
Mean	763	4,859	6,864	2,004	1.42

Table 4 Mean of leaf-feeding damaged rating scale caused by fall armyworm after application on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2023)

Treatments	Leaf-feeding damage rating scale (1-9)							
	Pre-spraying	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE	35 DAE	42 DAE	49 DAE
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	1.00	1.47 ab	1.39 a	1.68 a	4.86 b	6.60 b	1.39	1.05
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	1.00	1.47 ab	1.28 a	1.39 a	5.32 b	6.86 b	1.54	1.05
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	1.00	2.60 d	3.02 b	1.35 a	5.84 b	6.77 b	1.76	1.05
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE	1.00	2.16 abcd	3.91 c	1.23 a	1.27 a	2.44 a	1.28	1.21
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	1.05	1.37 a	1.09 a	1.33 a	1.40 a	2.84 a	1.19	1.28
Seed treatment	1.00	1.88 abcd	2.49 b	7.00 b	7.09 c	7.24 b	1.96	1.05
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	1.00	1.67 abc	2.75 b	7.12 b	7.25 c	7.18 b	1.24	1.12
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	1.00	2.26 bcd	2.96 b	6.93 b	1.42 a	3.14 a	1.10	1.05
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	1.00	1.72 abc	2.55 b	1.28 a	1.23 a	2.86 a	1.48	1.26
Untreated control	1.05	2.42 cd	4.09 c	7.11 b	7.46 c	7.05 b	1.58	1.05
Mean	1.00	1.90	2.55	3.64	4.31	5.30	1.45	1.12
F-test	ns	*	**	**	**	**	ns	ns
C.V. (%)	8.03	23.54	19.81	9.55	13.51	8.09	24.86	13.28

DAE=Days after emergence of the plants

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

* Significant at 5% level of probability

** Significant at 1% level of probability

ns Not significant

Table 5 Mean of plant height, shelling (%), yield and ear damaged rating scale caused by fall armyworm after application on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2023)

Treatments	Plant height (cm.)		Shelling (%)	Yield (Kg/rai)	Ear damaged rating scale (1-9)	Ear damaged (%)
	30 DAE	60 DAE				
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	64	192 abc	80.98 ab	1,512 a	1.12	11.22
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	64	190 abcd	80.19 ab	1,467 a	1.09	10.94
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	62	195 ab	81.00 ab	1,387 ab	1.10	11.03
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE	56	194 abc	80.83 ab	1,418 ab	1.06	10.61
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	63	197 a	80.36 ab	1,441 a	1.15	11.55
Seed treatment	53	184 bcd	81.41 ab	1,238 ab	1.07	10.67
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	55	183 cd	82.54 a	1,233 ab	1.13	11.27
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	59	197 a	79.69 b	1,518 a	1.08	10.84
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	62	200 a	79.93 b	1,425 ab	1.16	11.62
Untreated control	53	180 d	82.44 a	1,140 b	1.11	11.08
Mean	59	191	80.94	1,378	1.11	11.08
F-test	ns	**	**	**	ns	ns
C.V. (%)	7.93	2.05	1.05	7.22	3.46	3.58

DAE=Days after emergence of the plants

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using Duncan Multiple Range Test (DMRT)

* Significant at 5% level of probability

** Significant at 1% level of probability

ns Not significant

Table 6 Mean of yield, total cost, total income, net income and benefit-cost ratio (BCR) on maize at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. (Late rainy season: 2023)

Treatments	Yield (Kg/rai)	Total cost (baht/rai)	Total income (baht/rai)	Net income (baht/rai)	benefit-cost ratio (BCR)
Foliar spraying on maize at 7 and 14 DAE	1,512	4,000	13,804	9,804	3.45
Foliar spraying on maize at 7, 14 and 35 DAE	1,467	4,403	13,393	8,990	3.04
Foliar spraying on maize at 14 and 35 DAE	1,387	4,000	12,663	8,663	3.17
Foliar spraying on maize at 14, 21 and 35 DAE	1,418	4,403	12,946	8,543	2.94
Foliar spraying on maize at 7, 14, 21 and 35 DAE	1,441	4,806	13,156	8,350	2.74
Seed treatment	1,238	3,320	11,302	7,982	3.40
Seed treatment and foliar spraying on maize at 35 DAE	1,233	3,724	11,257	7,533	3.02
Seed treatment and foliar spraying on maize at 21 and 35 DAE	1,518	4,126	13,859	9,733	3.36
Seed treatment and foliar spraying on maize at 14, and 21 35 DAE	1,425	4,529	13,010	8,481	2.87
Untreated control	1,140	3,194	10,408	7,214	3.26
Mean	1,378	4,051	12,580	8,530	3.00

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานที่เหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์

Development of Suitable Sugarcane Production Technology for the Soil Series Group 52 in Nakhon Sawan Province.

ไชยา บุญเลิศ[1*] ณพงษ์ วสยางกูร[1] สุภาพร สุขโต[2] และ ปรีชา กาเพ็ชร[3]

Boonlert, C.[1], Wasayangkun, N.[1] Sukto, S.[2] and Kapetch, P.[3]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ หมู่ 2 ต. อุดมธัญญา อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ 60190

[1] Nakhonsawan agricultural research and development center, M. 2 Udonthanya, Takfa District Nakhon Sawan 60190

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี 176 หมู่ 5 ต. เขากวางทอง อ. หนองฉาง จ. อุทัยธานี 61110

[2] Uthaithani Agricultural Research and Development Center, 176 M. 5 Kaow Kwang Thong, Nongchang District, Uthaithani, 61110

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ 80 หมู่ 12 ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290

[3] Chiang Mai Field Crops Research Center, 80 M. 12, Nongharns, Sansai District, Chiang Mai, 50290

**Corresponding author: chaiya.aggie65@gmail.com*

บทคัดย่อ

จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานมากที่สุดของประเทศไทย แต่มีผลผลิตเฉลี่ย 9.40 ตันต่อไร่ สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำนั้นเกิดจากเกษตรกรยังมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานยังไม่มาก โดยเฉพาะในด้านของการจัดการปุ๋ย การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานที่เหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 จังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโรงงาน ดำเนินการในปี 2565-2567 ณ อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ วิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1. การใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และปุ๋ยโดยวิธีของเกษตรกร 2. การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 3. การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 4. การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และ 5. การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 75% ส่วนการจัดการแปลงอื่น ๆ ใช้ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร ขั้นตอนที่ 2 การทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูก คัดเลือกเกษตรกรต้นแบบเพื่อทำแปลงต้นแบบจำนวน 5 ราย เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร ผลการทดลอง 1) การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน พบว่าการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุดเฉลี่ย 11.13 ตันต่อไร่ และ 1,654 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ด้วยข้อจำกัดของลักษณะประจำพันธุ์ KK07-037 ซึ่งมีลำต้นที่สูง ทำให้ล้มง่าย เกษตรกรในพื้นที่จึงเลือกใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 2) การทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูก ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลการทดลองพบว่ามีผลผลิตของอ้อยปลูก 16.77 ตันต่อไร่ และมีผลผลิตของน้ำตาล 2,263 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตของอ้อยปลูกและผลผลิตของน้ำตาลเพิ่มขึ้น 4.03 ตันต่อไร่ (31.62 %) และ 598 กิโลกรัมต่อไร่ (35.91 %) เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกร และยังส่งผลให้เกษตรมีรายได้ และรายได้สุทธิ 23,808 และ 9,249 บาท/ไร่ ตามลำดับ มีรายได้และรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 5,720 บาท/ไร่ (31.62 %) และ 5,641 บาท/ไร่ (156.32 %) ตามลำดับ และมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนสูงกว่าวิธีเกษตรกร

คำสำคัญ อ้อยโรงงาน แบบจำลองพืช ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

Abstract

Nakhon Sawan Province is the province with the largest sugarcane plantation area in Thailand. But it has an average yield of 9.40 tons per rai. The reason for the low yield is that farmers still lack knowledge and understanding of sugarcane factory production technology. especially fertilizer management. The development of Suitable Sugarcane Production Technology for the Soil Series Group 52 in Nakhon Sawan Province, the research focused to increase the efficiency of sugarcane production. Implemented in 2022-2024 at Phayuha Khiri District. Nakhon Sawan Province The operation method is divided into 2 steps: Step 1 as Development of sugarcane production technology. The experiment Carried out was Randomized Complete Block Design with 4 replicates, 5 methods, including 1. Using the Khon Kaen 3 variety and fertilizer by the farmer's method. 2. Using the KK07-037 variety with chemical fertilization based on soil analysis. 3. Using the KK07-037 variety with PGPR 3 biological fertilizer 4. using variety KK07-037 with organic fertilizer and 5. using variety KK07-037 with PGPR 3 biological fertilizer and chemical fertilization based on soil analysis 75%. Other field management practices follow the practices of farmers. Step 2 as Creating master plot for sugarcane production technology. By selecting 5 farmers to make master plot using sugar cane production technology that is appropriate for the area. The results obtained from step 1 were compared with the practices of farmers. The results of the experiment are as follows. 1) Development of sugarcane production technology. It was found that the KK07-037 variety with the chemical fertilization based on soil analysis. This resulted in the highest yield of fresh sugarcane and sugar yield, averaging 11.13 tons per rai and 1,654 kilograms per rai, respectively. However, due to the limitations of the KK07-037 variety, which has a tall stem that makes it fall easily, farmers in the area still choose to use the Khon Kaen 3 variety for planting in the area. 2) Creating master plot for sugarcane production technology by using the Khon Kaen 3 variety with the chemical fertilization based on soil analysis. When tested with farmers, it was found that result, the fresh sugarcane yield was 16.77 tons per rai and the sugar yield was 2,263 kilograms per rai. The yield of sugarcane and yield of sugar increased by 4.03 tons per rai (31.62 %) and 598 kilograms per rai (35.91 %) compared to the farmers' method. There was an income and net income of 23,808 and 9,249 baht/rai, respectively. There was an increase income and net income of 5,720 baht/rai (31.62 %) and 5,641 baht/rai (156.32 %), respectively, and the benefic cost ratio higher than farmer methods

Keywords: Sugarcane, Crop model, Chemical fertilization based on soil analysis, Increasing production efficiency

บทนำ

อ้อยโรงงานเป็นพืชไร่เศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกในปีการผลิต 2565/2566 จำนวน 11,398,823 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับปีการผลิต 2564/2565 จะเพิ่มขึ้นจำนวน 376,475 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 3.42 ผลผลิตรวม 113,024,061 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 9.93 ตันต่อไร่ จังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานเป็นลำดับที่ 1 ของประเทศ โดยมีพื้นที่จำนวน 788,223 ไร่ ผลผลิตรวม 7,409,296 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 9.40 ตันต่อไร่ มีพื้นที่ปลูกที่สำคัญกระจายอยู่ในอำเภอตาคลี ตากฟ้า และพยุหคีรี (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยน้ำตาลทราย, 2566) ลักษณะของดินที่ใช้ปลูกอ้อยโรงงานส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 52 ลักษณะและสมบัติดิน ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีดำ สีเทาเข้มมาก สีน้ำตาลปนเทาเข้มมาก หรือสีน้ำตาลเข้มมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0-8.0) การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) จากข้อมูลในพื้นที่ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่นั้น

ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ควรจะได้ (Attainable yield) ในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ในจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 32 ตันต่อไร่ (ปรีชา, 2561) สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำนั้นเกิดจากเกษตรกรยังมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานยังไม่มาก โดยเฉพาะในด้านของการใช้ปุ๋ย รวมถึงเกิดปัญหาสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ทำให้ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญสำหรับการผลิต ดังนั้นการตัดสินใจในการผลิตจึงต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย เพื่อเป็นเครื่องมือในการลดความเสี่ยงต่อปัญหาสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การจัดการระบบการผลิตพืชภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆ จึงต้องได้รับการศึกษาอย่างจำเพาะเจาะจง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น และต้องมีข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจให้การผลิตที่เป็นผู้ช่วยในการผลิตพืชนั้น ๆ ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยรักษาระดับของผลผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการได้

ในปี พ.ศ. 2559-2561 โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้เหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่ ได้พัฒนาแบบจำลองอ้อยจนได้แบบจำลองการผลิตอ้อยเฉพาะพื้นที่และสามารถนำมาใช้ประเมินผลผลิตอ้อยในสภาพที่ไม่ขาดน้ำได้ ได้แก่ แบบจำลอง canegro model ส่วนแบบจำลอง Aquacrop มีประสิทธิภาพในการประเมินผลผลิตต่ำเนื่องจากข้อมูลที่นำมาทดสอบยังมีน้อย ในขณะที่แบบจำลอง APSIM ยังไม่ได้ดำเนินการในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก แต่มีการปรับค่าสำหรับพันธุ์ขอนแก่น 3 และแอลเค 92-11 แล้วในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Bandara *et al*., 2021) และในแบบจำลอง canegro model ได้จำลองสถานการณ์การผลิตเพื่อหาพันธุ์และเทคโนโลยีการจัดการน้ำที่เหมาะสมได้ แต่ในแบบจำลอง canegro ที่ได้ดำเนินการยังไม่สามารถจำลองสถานการณ์การจัดการปุ๋ยได้ ซึ่งเป็นการจำลองในสภาพที่ไม่ขาดปุ๋ย จึงได้ดำเนินการนำพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่เขตภาคกลางและภาคตะวันตกที่ได้จากการจำลอง คือพันธุ์ KK07-037 มาทำการทดลองร่วมกับการจัดการปุ๋ย เพื่อให้ได้ข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองพืชให้สามารถจำลองในสภาพที่มีปุ๋ยเป็นข้อจำกัดได้ต่อไป จึงได้ดำเนินการโครงการการพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโรงงานในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

พันธุ์อ้อย 2 พันธุ์ ได้แก่ KK07-037 และพันธุ์ขอนแก่น 3 ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0, 46-0-0, 0-0-60, 16-8-8, 15-7-18 ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูลผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต และอุปกรณ์สำรวจดินและเก็บตัวอย่างดิน

วิธีการ

การพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยโรงงานในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์ เป็นโครงการที่ต่อยอดผลงานวิจัยในโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้เหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่ที่ดำเนินการในจังหวัดกาญจนบุรี อุทัยธานี และสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นการพัฒนาแบบจำลองพืชในปี 2559-2561 ได้แบบจำลองการผลิตอ้อยเฉพาะพื้นที่ แต่การดำเนินงานในครั้งนั้นเป็นเพียงการสร้างแบบจำลองในเรื่องของการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ พบว่าพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่คือพันธุ์ KK07-037 (ปรีชา, 2561) แต่ยังขาดการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ จึงได้นำมาใช้ดำเนินการต่อในการทดลองในครั้งนี้ โดยดำเนินการในอ้อยปลูกใหม่ วิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน (อ้อยปลูก)

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน ดำเนินการปี พ.ศ. 2565-2566 ทดลองในกลุ่มชุดดินที่ 52 พื้นที่เกษตรกรในอำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2 แปลง พื้นที่แปลงๆ ละ 4 ไร่ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) การใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 และปุ๋ยโดยวิธีของเกษตรกร (ครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร 19-3.5-9 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) 2) การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2553) 3) การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 4) การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์(มูลสัตว์ผสมกับเปลือกไม้)อัตรา 1 ตันต่อไร่ และ 5) การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ PGPR 3 และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 75 %

ส่วนการจัดการแปลงอื่น ๆ ได้แก่ การเตรียมดิน การให้น้ำ การป้องกันกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชใช้ตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร

เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ก่อนปลูก ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ อินทรียวัตถุ (OM) ปฏิกิริยาดิน (pH) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

การบันทึกข้อมูล ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ค่าความหวาน (CCS) และน้ำหนักผลผลิต จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะที่ศึกษาตามแผนการทดลอง RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนที่ 2 การทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูก

ดำเนินการทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ในจังหวัดนครสวรรค์ โดยคัดเลือกเกษตรกรต้นแบบเพื่อทำแปลงต้นแบบจำนวน 5 รายๆละ 3 ไร่ รวมพื้นที่ 15 ไร่ โดยเป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเปรียบเทียบกับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร แต่ด้วยข้อจำกัดของลักษณะประจำพันธุ์ KK07-037 ซึ่งมีลำต้นที่สูง ทำให้ล้มง่าย จึงทำให้เกษตรกรในพื้นที่เลือกใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 โดยมีวิธีการวิจัยดังนี้

1. วิธีกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2553) (Table 1) ด้วยการใช้แม่ปุ๋ยผสมใช้เอง แบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นพร้อมปลูก ครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 - 4 เดือน หลังปลูก โดยวิธีโรยข้างแถวแล้วกลบ

2. วิธีเกษตรกร ใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร 19-3.5-9 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ก่อนปลูก ที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ อินทรียวัตถุ (OM) ปฏิกิริยาดิน (pH) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

การบันทึกข้อมูล ความสูงต้น ค่าความหวาน (Commercial Cane Sugar : C.C.S.) น้ำหนักผลผลิต และปริมาณน้ำตาล วิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ต้นทุน รายได้ ผลตอบแทน และค่าสัดส่วนรายต่อต่อการลงทุน (Benefit Cost Ratio : BCR)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงาน (อ้อยปลูก)

ผลวิเคราะห์ดิน แปลงเกษตรกรทั้ง 2 แปลง เป็นชุดดินตาคลีซึ่งอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 52 มีค่าความเป็นด่างค่อนข้างสูง 7.82-8.11 มีปริมาณอินทรียวัตถุ (1.78-2.13 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณฟอสฟอรัสในระดับต่ำถึงปานกลาง (6-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีปริมาณโพแทสเซียมในระดับสูง (163 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จึงแนะนำปริมาณธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดิน 6-6-6 และ 12-6-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Soil analysis results of a trial plot for the development of sugarcane production technology in Soil series group 52, Nakhon Sawan Province, year 2022.

Farmer	pH (1:1, soil : water)	Organic Matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Recommended nutrient (N-P_2O_5-K_2O) (kg/rai)
1	7.82	2.13	25	163	6-6-6
2	8.11	1.78	9	163	12-6-6

ความสูงต้น พบว่าการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ในแปลงเกษตรกรทั้ง 2 แปลงมีผลทำให้อ้อยมีความสูงที่สุดและสูงกว่าทุกกรรมวิธี ยกเว้น การใช้พันธุ์ KK07-037 และการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตาม

ค่าวิเคราะห์ดิน 75 % โดยการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้อ้อยมีความสูงต้นเฉลี่ย 430 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกับ การใช้พันธุ์ KK07-037 และการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 75 % ที่ทำให้อ้อยมีความสูงเฉลี่ย 420 เซนติเมตร (Table 2)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำ พบว่าการใช้พันธุ์และปุ๋ยของเกษตรกรมีผลทำให้อ้อยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำสูงกว่าทุกกรรมวิธีแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยการใช้พันธุ์และปุ๋ยของเกษตรกร ทำให้อ้อยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.90 เซนติเมตร ส่วนการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้อ้อยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำเฉลี่ย 2.45 เซนติเมตร (Table 2)

ค่าความหวาน (C.C.S) พบว่า การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้อ้อยมีค่าความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด 20.81 เปอร์เซ็นต์องศาบริกซ์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างทางสถิติในแปลงที่ 1 รวมทั้งส่งผลให้ค่า C.C.S ของแปลงที่ 1 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแปลงที่ 2 พบว่า การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 และ การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน75 % มีค่า C.C.S สูงที่สุด 15.01 (Table 2)

ผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาล พบว่าการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลทำให้อ้อยสดมีผลผลิตสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีผลผลิตอ้อยสดเฉลี่ย 11.13 ตันต่อไร่ และยังมีผลทำให้ผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด 1,654 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว และการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 เพียงอย่างเดียวนั้นมีผลผลิตต่ำที่สุด (Table 2) เนื่องจากการปลดปล่อยธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ PGPR-3 ค่อนข้างช้า รวมถึงปริมาณธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อยในทุกระยะการเจริญเติบโต เป็นผลให้อ้อยมีการเจริญเติบโตได้ไม่ดีจึงทำให้มีผลผลิตต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อให้มีการปล่อยธาตุอาหารให้ทันต่อความต้องการของอ้อย

การใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลสูงที่สุด ซึ่งเห็นได้ว่าการใช้พันธุ์ KK07-037 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นให้ผลผลิตและน้ำตาลสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น แต่อย่างไรก็ตามการใช้พันธุ์ KK07-037 ในจังหวัดนครสวรรค์พบปัญหาที่สำคัญคือพันธุ์นี้มีต้นล้มในช่วงอายุใกล้เก็บเกี่ยวทำให้เป็นอุปสรรคและเกิดความยุ่งยากในการเก็บเกี่ยว เนื่องจากลักษณะประจำพันธุ์ของอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่เจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี มีลำต้นที่ใหญ่และสูง (แสงเดือน, 2563) ประกอบกับในพื้นที่การทดลองมักจะมีสภาพอากาศที่แปนปรวนและมีลมแรงในช่วงอายุใกล้เก็บเกี่ยว ส่งผลให้มีต้นอ้อยล้มจำนวนมาก โดยเกษตรกรให้ความเห็นว่าอ้อยพันธุ์ KK07-037 นั้นแม้ว่าต้นจะมีความสูงและให้น้ำหนักและสูงกว่าขอนแก่น 3 แต่เมื่อเจอกับปัญหาลำต้นล้มง่าย ทำให้เกษตรกรไม่สนใจใช้พันธุ์ KK07-037 โดยมีความสนใจที่จะใช้พันธุ์เดิมคือพันธุ์ขอนแก่น 3

Table 2 Yield and component of sugarcane in trial plot for the development of sugarcane production technology in Soil series group 52, Nakhon Sawan Province, year 2022 -2023.

Treatment	Plant height (cm.)	Diameter (cm.)	Brix (%)	C.C.S	Yield (ton/rai)	Sugar yield (kg./rai)
Farmer 1						
T1	321 b	2.90	20.75	14.79	10.18 b	1,507 ab
T2	429 a	2.45	20.85	14.89	11.25 a	1,675 a
T3	268 c	2.75	19.28	13.24	4.82 d	638 d
T4	279 c	2.65	19.53	13.49	6.16 c	833 c
T5	419 a	2.83	20.45	14.49	10.35 b	1,500 b
F-test	**	ns	ns	ns	**	**
C.V. (%)	5.7	8.9	4.4	6.6	2.9	9.2
Farmer 2						
T1	316 b	2.9	20.65 a	14.68 a	10.03 b	1473 b
T2	431 a	2.45	20.78 a	14.82 a	11.02 a	1633 a
T3	261 c	2.75	19.53 b	13.50 b	4.45 d	602 d
T4	271 c	2.65	19.28 b	13.23 b	6.56 c	868 c
T5	422 a	2.83	20.95 a	15.01 a	10.71 a	1608 a
F-test	**	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	4.3	8.8	3.2	4.5	2.8	5.9
Average						
T1	319	2.90	20.70	14.73	10.10	1,490
T2	430	2.45	20.81	14.86	11.13	1,654
T3	264	2.75	19.40	13.37	4.64	620
T4	275	2.65	19.40	13.36	6.36	850
T5	420	2.83	20.70	14.75	10.53	1,554

Remark: ns = not significant, ** = significant at 99 %, Mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference using by Duncan multiple range test (DMRT) at 95 %.

T1 = Khon Kaen 3 variety and fertilizer by farmers' methods.

T2 = KK07-037 variety combined with chemical fertilizer application according to soil analysis values.

T3 = KK07-037 variety combined with biological fertilizer.

T4 = KK07-037 variety combined with organic fertilizer.

T5 = Variety KK07-037 combined with biological fertilizer and chemical fertilizer 75% of the rate according to soil analysis values.

ขั้นตอนที่ 2 การทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูก

การทำแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยปลูกในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ในจังหวัดนครสวรรค์ ได้นำเทคโนโลยีที่ได้จากการพัฒนามาจากขั้นตอนที่ 1 โดยคำนึงถึงความสะดวกต่อการเข้าถึงเทคโนโลยีการผลิตและง่ายต่อการปฏิบัติของเกษตรกรเป็นเกณฑ์พิจารณาเลือก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยปลูกด้วยการใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลวิเคราะห์ดินแปลงต้นแบบ พบว่าดินในแปลงต้นแบบของเกษตรกรที่ปลูกอ้อยมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงเป็นกรดอ่อนจนถึงด่าง (6.94-7.82) มีค่าอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (1.16-2.15 เปอร์เซ็นต์) มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับต่ำถึงปานกลาง 8 - 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับปานกลางถึงสูง (40- 168 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจึงมีการใช้ไนโตรเจนในปริมาณ 15-27 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 3-9 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 6-18 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีเกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร

15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณธาตุอาหาร 19-3.5-9 กิโลกรัม N-P2O5-K2O ต่อไร่

ความสูงต้น พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้ต้นอ้อยมีความสูง 253 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงมากกว่าการใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 26 เซนติเมตร หรือมีความสูงเพิ่มขึ้น 11.43 % (Table 4)

ค่าความหวาน (CCS) พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร มีผลทำให้มีค่าความหวาน (C.C.S) เท่ากัน โดยมีค่าความหวาน (C.C.S) เท่ากับ 12.97 (Table 4)

ผลผลิตและผลผลิตน้ำตาล พบว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลทำให้มีผลผลิตของอ้อย 16.77 ตันต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 4.03 ตันต่อไร่ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 31.62 % และมีผลผลิตของน้ำตาล 2,263 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีผลผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร 598 กิโลกรัมต่อไร่ หรือมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 35.91 % (Table 4) จะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นสามารถเพิ่มผลผลิตของอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอ้อยได้รับปริมาณธาตุอาหารอย่างเพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโต โดยสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ อนุชา และคณะ (2557) แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะมีการประยุกต์ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยให้สูงขึ้น และยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรดินให้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

ผลวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ จากแปลงต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตอ้อยโรงงานในกลุ่มชุดดินที่ 52 ในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตร มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 14,559 บาท/ไร่ ใกล้เคียงกับวิธีเกษตรกรที่มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 14,480 บาท/ไร่ แม้ว่าเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตรจะมีต้นทุนการผลิตใกล้เคียงกับวิธีเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตรสามารถทำให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าเทคโนโลยีเกษตรกร จึงทำให้มีรายได้เฉลี่ยสูงกว่าเทคโนโลยีเกษตรกรตามไปด้วย โดยเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตรสามารถสร้างรายได้เฉลี่ย 23,808 บาท/ไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกร 5,720 บาท/ไร่ (31.62 %) นอกจากนี้ยังส่งผลให้เทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตรมีรายได้สุทธิเฉลี่ย 9,249 บาท/ไร่ สูงกว่าวิธีเกษตรกร 5,641 บาท/ไร่ (156.32 %) และยังทำให้มีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนสูงกว่าเทคโนโลยีเกษตรกรตามไปด้วย โดยเทคโนโลยีกรมวิชาการเกษตรมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 1.59 สูงกว่าเทคโนโลยีเกษตรกรที่มีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนเฉลี่ย 1.23 (Table 5)

จากการทำแปลงต้นแบบจะเห็นได้ว่าการใช้พันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งในด้านของผลผลิตสดของอ้อยปลูก ผลผลิตน้ำตาล รวมถึงยังสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้ และรายได้สุทธิเพิ่มมากขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติของเกษตรกร เนื่องจากอ้อยได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ทำให้มีการสร้างผลผลิตทั้งผลผลิตสดและผลผลิตน้ำตาลได้มากขึ้น (กอบเกียรติ, 2559; ศุภกาญจน์และคณะ, 2555)

Table 3 Soil analysis results of master plot of sugarcane production technology in Soil series group 52, Nakhon Sawan Province, year 2023-2024.

Farmer	pH (1:1, soil:water)	Organic Matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)	Nutrient recommended (N-P_2O_5-K_2O) (kg/rai)
1	6.94	1.16	8	40	15-6-18
2	7.53	1.69	9	79	12-6-12
3	7.59	1.91	8	116	12-6-6
4	7.82	2.15	6	140	12-9-6
5	7.06	1.48	10	168	15-6-6

Table 4 Yield and component of sugarcane of master plot of sugarcane production technology in Soil series group 52, Nakhon Sawan Province, year 2023-2024.

Farmer	Plant height (cm.)		C.C.S		Yield (ton/rai)		Sugar yield (kg./rai)	
	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
1	298	255	14.41	16.14	20.62	12.83	2,971	2,071
2	271	271	14.19	11.76	24.96	19.57	3,542	2,301
3	192	185	9.01	10.09	8.71	8.32	785	840
4	241	186	13.66	11.93	13.01	10.49	1,777	1,251
5	265	239	13.56	14.93	16.53	12.48	2,242	1,864
Average	253	227	12.97	12.97	16.77	12.74	2,263	1,665
Different (%)	26 (11.43 %)		0 (0.00 %)		4.03 (31.62 %)		598 (35.91 %)	

Remark: C.C.S = Commercial Cane Sugar
DOA = Department of Agriculture method
Farmer = Farmer method

Table 5 Economic analysis of sugarcane of master plot of sugarcane production technology in Soil series group 52, Nakhon Sawan Province, year 2023-2024.

Farmer name	Cost (Bath/rai)		Income (Bath/rai)		Net Income (Bath/rai)		BCR.	
	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer	DOA	Farmer
Mr. Chukiat Thongbua	15,908	14,332	29,280	18,219	13,373	3,886	1.84	1.27
Mr. Rung Mueanrit	17,426	17,194	35,443	27,789	18,017	10,596	2.03	1.62
Mr. Sompong Burapha	11,739	11,695	12,368	11,814	629	119	1.05	1.01
Mr. Sanan Yaikong	13,245	13,746	18,474	14,896	5,230	1,150	1.39	1.08
Mr.Thongthai Deechalao	14,477	15,431	23,473	17,722	8,996	2,291	1.62	1.15
Average	14,559	14,480	23,808	18,088	9,249	3,608	1.59	1.23
Different (%)	79 (0.55 %)		5,720 (31.62 %)		5,641 (156.32 %)		0.36 (29.36 %)	

Remark: BCR = Benefit Cost Ratio
DOA = Department of Agriculture method
Farmer = Farmer method

สรุปผล

การใช้อ้อยโรงงานพันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอ้อยปลูกในพื้นที่กลุ่มชุดดินที่ 52 ที่ปลูกในจังหวัดนครสวรรค์ โดยส่งผลให้มีผลผลิตของอ้อยปลูก 16.77 ตันต่อไร่ และมีผลผลิตของน้ำตาล 2,263 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตของอ้อยปลูก และผลผลิตของน้ำตาลเพิ่มขึ้น 4.03 ตันต่อไร่ (31.62 %) และ 598 กิโลกรัมต่อไร่ (35.91 %) เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกร และเกษตรมีรายได้ และรายได้สุทธิ 23,808 และ 9,249 บาท/ไร่ ตามลำดับ มีรายได้และรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น 5,720 บาท/ไร่ (31.62 %) และ 5,641 บาท/ไร่ (156.32 %) ตามลำดับ และมีสัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนสูงกว่าวิธีเกษตรกร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้โครงการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองพืชเพื่อกำหนดเทคโนโลยีการผลิตอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญเขตภาคกลางและภาคตะวันตก รหัสการทดลอง FF65-52-03-65-00-01-65 การ

พัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยในกลุ่มชุดดินที่ 52 เขตปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,000-1,200 มม.

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 122 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2559. การวิจัยและพัฒนาด้านดิน น้ำ และปุ๋ยอ้อย. กรุงเทพมหานคร. กรมวิชาการเกษตร. 72 หน้า.

ปรีชา กาเพ็ชร. 2561. รายงานโครงการวิจัย โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยให้เหมาะสมตามศักยภาพของพื้นที่. กรมวิชาการเกษตร. 161 หน้า

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ศรีสุดา ทิพยรักษ์ ชยันต์ ภักดีไทย และวัลลีย์ อมรพล. 2555. การจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอ้อยในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3 : น. 149-158.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยน้ำตาลทราย. 2566. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2565/2566. 77 หน้า.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

แสงเดือน ชนะชัย. 2563. ผลงานวิจัยดีเด่นสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานปี 2563. สืบค้นจาก https://www.doa.go.th/fcri/wp-content/uploads/2020/resaerch/resaerch63/R-1-1.pdf [เข้าถึงเมื่อ 20 มิถุนายน 2567].

อนุชา เหลาเคน นิพนธ์ ภาชนะวรรณ สุชาติ คำอ่อน ทักษิณา ศันสยะวิชัย และจักรพรรดิ์ วุ้นสีแซง. 2557. การทดสอบการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในเขตอาศัยน้ำฝน จังหวัดมหาสารคาม. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2. น. 130-141.

Bandara W.B.M.A.C., S. Kazuhito, N. Tamotsu, K. Preecha, A. Mitsumasa, N. Shinya, S. Hideki, and R. H. K. Rathnappriya. 2021. Global Optimization of Cultivar Trait Parameters in the Simulation of Sugarcane Phenology Using Gaussian Process Emulation. Agronomy. 11,1379.

ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเติบโตและผลผลิตของกัญชง (*Cannabis sativa* L.) ในระบบไฮโดรพอนิกส์

The Effect of Nutrient Solutions on Growth and Yield of Hemp (*Cannabis sativa* L.) in Hydroponics System

นิสาชล เทศศรี[1] ศักดิ์สิทธิ์ เกตุแจ้[1] ปริยดา สิทธิศาสตร์[1] และ ปัทมา ศรีน้ำเงิน[1*]

Tedsree, N.[1] , Ketjae, S.[1] Sittisart, P[1] and Srinamngorn, P.[1*]

[1] คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จันทบุรี 22170

[1] Faculty of Science and Arts, Burapha University, Chanthaburi Campus, Chanthaburi, 22170

**Corresponding author: Pattama@buu.ac.th*

บทคัดย่อ

กัญชง (*Cannabis sativa* L.) เป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งด้านสิ่งทอ อาหาร เครื่องสำอาง และยา ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลักดันให้กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเหมาะสมของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 อัตราส่วน NPK 120:80:120 กรรมวิธีที่ 2 อัตราส่วน NPK 160:80:120 กรรมวิธีที่ 3 อัตราส่วน NPK 180:80:120 และกรรมวิธีที่ 4 อัตราส่วน NPK 200:80:120 ทำการทดลองที่โรงเรือนสาขาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ผลการทดลองพบว่า การเจริญของกัญชงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 ให้ค่าความสูงต้นเฉลี่ย คือ 193.68 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น คือ 17.21 มิลลิเมตร จำนวนใบ 263.80 ใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ 44.33 SPAD Unit สูงสุด ในส่วนของน้ำหนักสดของกัญชงทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ และราก เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ให้ค่าสูงสุด คือ 125.71, 217.48 และ 131.47 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการนำสูตรสารละลายธาตุอาหารมาเพื่อใช้ในการปลูกกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์

คำสำคัญ: กัญชง ไฮโดรพอนิกส์ สารละลายธาตุอาหาร

Abstract

Hemp (*Cannabis sativa* L.) is a versatile plant that can be used in various industries, including textiles, food, cosmetics, and medicine. Currently, Thailand is promoting hemp as an economic crop. This experiment aimed to study the suitability of nutrient solutions for the growth of hemp in a hydroponics system. The experiment was designed as a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications per treatment as follows: Treatment 1: NPK ratio of 120:80:120, Treatment 2: NPK ratio of 160:80:120, Treatment 3: NPK ratio of 180:80:120, and Treatment 4: NPK ratio of 200:80:120. The experiment was conducted in greenhouse, Division of Agricultural Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha University, Chanthaburi Campus. The results showed significant statistical differences in the growth of hemp among the treatments. Treatment 4 produced the highest average plant height 193.68 cm, stem diameter 17.21 mm, number of leaves 263.80 leave, and chlorophyll content of 44.33 SPAD Units. Additionally, the fresh weight of stem, leaves, and roots were highest in Treatment 4, with values of 125.71 g, 217.48 g, and 131.47 g, respectively. This suggests a potential nutrient solution formula for growing hemp in a hydroponics system.

Keywords: hemp, hydroponics, nutrient solution

บทนำ

กัญชง (*Cannabis sativa* L. subsp. sativa) จัดเป็นพืชในวงศ์ Cannabaceae เป็นพืชล้มลุกอายุปีเดียว ลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรง มีความสูงได้ประมาณ 1-6 เมตร มีลักษณะอวบน้ำเมื่อเป็นต้นกล้าและจะเริ่มมีการสร้างเนื้อไม้เมื่ออายุได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นจะช้าในช่วง 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย แต่ปัจจุบันได้กระจายไปทั่วโลกเนื่องจากการเพาะปลูกอย่างแพร่หลาย (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2562) ปัจจุบันกัญชงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนตั้งแต่ช่อดอก ใบ เมล็ด เปลือก ลำต้น เส้นใย กิ่งก้าน และราก (ชัยวัช โชวเจริญสุข, 2564) ปัจจุบันห่วงโซ่ปทานกัญชงขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สร้างโอกาสให้อุตสาหกรรมแปรรูปกัญชง โดยสามารถนำไปใช้ในทางการแพทย์ และการศึกษาวิจัยและอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะใช้ประโยชน์ในเชิงเส้นใย โดยเป็นพืชที่มีคุณภาพของเส้นใยสูง เนื่องจากมีความยืดหยุ่น แข็งแรงและทนทานต่อการนำเส้นใยไปประยุกต์ใช้งานทางด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม กระดาษ วัสดุก่อสร้าง อาคาร ชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องสำอาง ยา และอาหารสุขภาพ เป็นต้น (กอปร เปรมฤทัย และคณะ, 2561) หรือต่อยอดเป็นสินค้าอุตสาหกรรมมูลค่าสูงโดยผลิตภัณฑ์ที่มีกัญชงเป็นส่วนประกอบ โดยปกติการเพาะปลูกกัญชงมักเก็บเกี่ยวในช่วงตั้งแต่ 30-120 วัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของเส้นใยที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ (Kamat *et al.,* 2002) การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการปลูกกัญชงจึงเป็นสิ่งสำคัญ

การปลูกกัญชงด้วยระบบไฮโดรพอนิกส์เป็นเทคนิคที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการปลูกพืชที่สามารถพัฒนาคุณภาพของผลผลิตได้ มีการเจริญเติบโตดี อายุการเก็บเกี่ยวสั้นลง เป็นโอกาสในการเพิ่มจำนวนรอบการปลูกได้หลายครั้งในหนึ่งปี เนื่องจากจะทำให้ต้นกัญชงได้รับปุ๋ยและแร่ธาตุในปริมาณการดูดใช้ที่เหมาะสมเพราะมีการใช้สารละลายธาตุอาหารและพืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที นอกจากนั้นสารละลายธาตุอาหารได้มีการปรับค่าการนำไฟฟ้า รวมถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้กัญชงมีคุณภาพและปริมาณผลผลิตที่สม่ำเสมอ รวมทั้งปลอดสารพิษตกค้างจากดิน เหมาะสมที่จะนำไปใช้ทั้งในทางอุตสาหกรรมทางการแพทย์และอุตสาหกรรมเส้นใย ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคตได้ โดยการปลูกพืชในระบบไฮโดรพอนิกส์นั้นเป็นการให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านราก ดังนั้นสารละลายอาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชและความสำเร็จของการปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ (สมัย สังข์ทองราย, 2553) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกัญชงที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปลูกกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการปลูกกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์แบบน้ำนิ่งเติมอากาศ (Deep Water Technique; DWT) โดยใช้กระถางขนาดความจุ 8 ลิตร ใส่สารละลายธาตุอาหารแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ด้านบนกระถางปิดด้วยแผ่นโฟมเจาะรูสำหรับปลูกพืชโดยให้ระยะห่างระหว่างแผ่นโฟมกับสารละลายห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ในแต่ละกรรมวิธีจะทำการเติมออกซิเจนโดยการใช้ปั๊มลมต่อกับหัวทรายตลอดระยะเวลาการทดลอง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายธาตุอาหารสูตร 1 อัตราส่วน NPK 120:80:120

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายธาตุอาหารสูตร 2 อัตราส่วน NPK 160:80:120

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายธาตุอาหารสูตร 3 อัตราส่วน NPK 180:80:120

กรรมวิธีที่ 4 สารละลายธาตุอาหารสูตร 4 อัตราส่วน NPK 200:80:120

การเตรียมกล้ากัญชงพันธุ์ RPF 3 โดยทำการเพาะเมล็ดในฟองน้ำขนาด 1 × 1 นิ้ว จำนวน 1 เมล็ดต่อฟองน้ำ 1 ชิ้น เติมน้ำให้ความชื้นกับเมล็ดอย่างสม่ำเสมอจนอายุประมาณ 14 วัน หรือเริ่มมีใบจริง 2-3 ใบ ทำการคัดเลือกเฉพาะต้นที่สมบูรณ์และมีความสม่ำเสมอก่อนนำไปปลูกในทุกกรรมวิธี

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารทำโดยการเตรียมส่วนผสมจากแม่ปุ๋ยไฮโดรพอนิกส์ โดยปรับปริมาณธาตุไนโตรเจนให้กัญชงได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร 1 สูตร 2 สูตร 3 และสูตร 4 ที่ความเข้มข้น 120, 160, 180 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ทำการเตรียมให้มีความเข้มข้น 80, 120, 130, 45 และ 180 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ในทุกกรรมวิธี ทำการควบคุมคุณภาพน้ำโดยปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้เหมาะสมที่ 5.5-6.5 โดยการเติมและการเปลี่ยนถ่ายสารละลายธาตุอาหารพืช ทำการควบคุมสภาพอากาศในโรงเรือนด้วยการติดตั้งหัวพ่นหมอกและพัดลมดูดอากาศภายในโรงเรือน เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ทำการให้แสงโดยการติดตั้งหลอดไฟ LED เพื่อควบคุมปริมาณแสงในโรงเรือน โดยให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

ทำการบันทึกสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิโดยใช้ thermometer ความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้ relative humidity meter และความเข้มแสงโดยใช้ lux meter และบันทึกคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าโดยใช้ electrical conductivity meter ค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ pH meter ปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยใช้ dissolved oxygen meter ตลอดระยะเวลาการทดลองตั้งแต่นำต้นกล้าลงปลูกในระบบจนเจริญเติบโตครบระยะเวลา 10 สัปดาห์ เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทำการวัดการเติบโต ได้แก่ ความสูงต้นโดยวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายยอดหน่วยเป็นเซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นทำการวัดโดยใช้เวอร์เนียร์วัดตำแหน่งใต้ข้อแรกนับจากโคนต้นหน่วยเป็นมิลลิเมตร จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD unit) ด้วย SPAD-502 plus meter น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง โดยแยกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของต้น ใบ และราก นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 28

ผลการทดลอง

จากการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศตั้งแต่เริ่มปลูกกัญชงจนครบการเจริญเติบโต 10 สัปดาห์ พบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 28.12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 83.10 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย 37,533 ลักซ์ ค่าและออกซิเจนในน้ำเฉลี่ย 19.74 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 1)

Table 1 The average of temperature, relative humidity, light density and dissolved oxygen

	Average	Minimum	Maximum
Air temperature (°C)	28.12 ± 0.78	25.46	31.97
Relative humidity (%RH)	83.10 ± 6.75	76.56	88.25
Light density (Lux)	37,533 ± 2,301	35,653	38,385
Dissolved oxygen (mg/l)	19.74 ± 1.35	18.62	20.65

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชงใน 4 กรรมวิธี พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1,500-2,000 µS/cm โดยกรรมวิธีที่ 4 ที่ใช้สารละลายธาตุอาหารอัตราส่วน NPK 200:80:120 มีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1,944.73 µS/cm (Table 2)

Table 2 The average Electrical conductivity and pH of hydroponics treatments

Treatments	EC (µS/cm)	pH
1	1,531.08 ± 122.45^{c}	5.72
2	1,598.25 ± 234.76^{c}	5.75
3	1,721.93 ± 195.36^{b}	5.76
4	1,944.73 ± 158.73^{a}	5.73
F-test	*	ns

ns and * indicate non-significant and significant at P<0.05, respectively. The same column with the different letters is significantly different at P<0.05.

การเจริญเติบโตของกัญชงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 10 สัปดาห์ ในด้านความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางต้น จำนวนใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในกรรมวิธีที่ 4 ที่ใช้สารละลายธาตุอาหารอัตราส่วน NPK 200:80:120 ให้ความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางต้น และจำนวนใบมากที่สุด คือ 193.68, 17.21 และ 263.80 ตามลำดับ แต่ในด้านของปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3)

Table 3 The average of shoot length, stem diameter, number of leaves, and chlorophyll of hemp

Treatments	Shoot length (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves	Chlorophyll (SPAD unit)
1	174.61±4.08^{c}	15.89±0.37^{b}	206.96±28.64^{b}	41.22±3.32
2	187.80±3.41^{ab}	15.03±0.69^{c}	176.54±6.79^{b}	42.03±3.39
3	189.35±8.17^{ab}	15.45±0.62^{bc}	219.67±22.35^{ab}	44.71±1.27
4	193.68±6.11^{a}	17.21±1.20^{a}	263.80±24.14^{a}	44.33±0.45
F-test	*	*	*	ns

ns and * indicate non-significant and significant at P<0.05, respectively. The same column with the different letters is significantly different at P<0.05.

การเจริญเติบโตของกัญชงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 10 สัปดาห์ ในด้านน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในกรรมวิธีที่ 4 ที่ใช้สารละลายธาตุอาหารอัตราส่วน NPK 200:80:120 ให้น้ำหนักสดมากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของลำต้นคือ 125.71 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งใช้สารละลายธาตุอาหารอัตราส่วน NPK 180:80:120 ในส่วนของนำหนักสดใบและรากไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี ในส่วนของน้ำหนักแห้งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองน้ำหนัดสด (Table 4)

Table 4 The average of fresh weight and dry weight of hemp

Treatments	Fresh weight (g)			Dry weight (g)		
	Stem	Leaves	Root	Stem	Leaves	Root
1	98.47±16.33^{ab}	186.43±33.64	94.51±23.39	39.24±7.71^{ab}	75.33±20.01	9.69±1.50
2	86.19±15.65^{b}	156.59±13.94	116.37±13.41	31.92±5.34^{b}	47.32±4.26	8.66±2.60
3	120.94±17.89^{a}	189.28±33.80	109.18±14.98	41.06±5.87^{ab}	94.43±37.45	8.68±3.76
4	125.71±12.51^{a}	217.48±13.87	131.47±19.01	47.58±6.25^{a}	83.73±10.77	11.09±4.71
F-test	*	ns	ns	*	ns	ns

ns and * indicate non-significant and significant at P<0.05, respectively. The same column with the different letters is significantly different at P<0.05.

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาการปลูกกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์โดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน พบว่ากัญชงที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารทั้ง 4 สูตร มีค่าความนำไฟฟ้าจะอยู่ในช่วง 1,500-2,000 µS/cm ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกผักไฮโดรพอนิกส์ทั้งผักทั่วไปและพืชล้มลุก (พิชาดา ศรีจันทร์ และคณะ, 2564) โดยการเจริญเติบโตของกัญชงทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่แสดงอาการผิดปกติในทุกช่วงของระยะการเติบโต แต่เมื่อเทียบทั้ง 4 กรรมวิธีในการปลูกกัญชง พบว่ามีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน เมื่อค่าการนำไฟเพิ่มขึ้นหรือสารละลายธาตุอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้นส่งผลต่อการเติบโตของกัญชงที่มากขึ้น โดยเทียบจากกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งมีค่าความนำไฟฟ้ามากที่สุด คือ 1,944.73 µS/cm พบว่ามีการเติบโตดีที่สุดทั้งในด้านความ

สูง เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น รวมทั้งน้ำหนักสดและแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับวีระศักดิ์ วิชาเป็ง และคณะ (2566) ศึกษาผลของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเติบโตและคุณภาพดอกของทิวลิปที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์ที่มากขึ้น โดยพืชแต่ละชนิดจะมีกระบวนการดูดใช้ธาตุอาหารได้ที่ค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืชและสภาวะแวดล้อม ไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นที่พืชต้องการในปริมาณมากและเป็นธาตุอาหารที่ช่วยในการส่งเสริมการเจริญของใบและลำต้นพืช นอกจากนั้นไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพืช เมื่อพืชได้รับไนโตรเจเพียงพอจึงส่งผลให้สร้างอาหารได้ดี ส่งผลให้การเจริญเติบโตเหมาะสม สอดคล้องกับผลการทดลองเมื่อให้ปริมาณไนโตรเจนที่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี พบว่าการเจริญของลำต้นทั้งในด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกัน โดยการเจริญเติบโตของกัญชงในด้านของความสูงต้น พบว่ากรรมวิธีที่ 4 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่สารละลายมีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงสุด พบว่ากัญชงมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงสูงสุดเท่ากับ 194.10 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 17.42 มิลลิเมตร และจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 263.80 ใบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีที่ 4 กัญชงมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงต้นและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากกว่าทุกกรรมวิธี เหมาะสำหรับการเพาะปลูกกัญชงเพื่อนำส่วนของต้นไปใช้ในแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากเส้นใยจากส่วนของลำต้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากสัดส่วนการให้สารละลายธาตุอาหารไนโตรเจนอัตราส่วนที่สูงกว่าทุกกรรมวิธีจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชงในด้านของลำต้นและใบ ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย และคณะ (2564) พบว่าผลการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนส่งผลให้ผักกาดขาวปลีญี่ปุ่นในระบบไฮโดรพอนิกส์มีขนาดของใบ ขนาดลำต้น ความสูง และน้ำหนักสดเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ 4 ที่ใช้สารละลายธาตุอาหารไนโตรเจนความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้กัญชงมีการเติบโตดีที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Bevan และคณะ (2021) พบว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารไนโตรเจนความเข้มข้น 194 มิลลิกรัมต่อลิตรเหมาะสมต่อการปลูกกัญชา ในด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ เมื่อกัญชงได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นส่งผลให้คลอโรฟิลล์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่แสดงความผิดปกติทางด้านสีและรูปทรงของใบ แสดงว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนที่กัญชงได้รับเพิ่มขึ้นยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมไม่ส่งผลต่อความผิดต่อรูปร่างกัญชง ในทำนองเดียวกันด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของลำต้นคือ 125.71 กรัมต่อต้น แต่ในส่วนของน้ำหนักสดใบและรากไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการกำหนดปริมาณสารละลายธาตุอาหารเพื่อส่งเสริมการเจริญของลำต้นสำหรับการปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์เพื่อรองรับการผลิตเส้นใยจากกัญชง

สรุปผล

จากการศึกษาสารละลายธาตุอาหารทั้งหมด 4 สูตร ต่อการเจริญเติบโตของกัญชงพบว่า การเจริญของกัญชงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งให้สารละลายธาตุอาหารในอัตราส่วนธาตุอาหาร NPK 200:80:120 ส่งผลให้ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น จำนวนใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของกัญชงมากที่สุด การทดลองนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรสารละลายธาตุอาหารในการปลูกกัญชงในระบบไฮโดรพอนิกส์เพื่อส่งเสริมการเติบโตของกัญชงได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

เอกสารอ้างอิง

กอปร เปรมฤทัย, โสภา วิศิษฏ์ศักดิ์ และปารเมศ กำแหงฤทธิรงค์. 2561. วัสดุดูดซับเสียงผนังภายในอาคารจากเส้นใยกัญชงและวัสดุประสานจากธรรมชาติ. การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.

ชัยวัช โชวเจริญสุข. กัญชง: พืชเศรษฐกิจใหม่ โอกาสและความท้าทาย. เข้าถึงได้จาก: https://www.krungsri.com/th/research/research-intelligence/hemp-2021 [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2567]

ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย, หทัย กฤษดาวาณิชย์ และโสระยา ร่วมรังษี. 2564. ผลของไนโตรเจนและเหล็กคีเลทต่อการเจริญเติบโตของผักกาดขาวปลีญี่ปุ่นในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบเทคนิค การให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากเป็นฟิล์มบาง. วารสารเกษตร. 23(3): 207-212.

พิชาดา ศรีจันทร์, เบญจรัตน์ เตรียมแรง, สิราณี คำลือ และอรุโณทัย ตาโน. การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT. เข้าถึงได้จาก: https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2023/11/20231114120839_67281.pdf [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2567]

วีระศักดิ์ วิชาเป็ง, ชัยอาทิตย์ อิ่นคำ, กนกวรรณ ปัญจะมา และโสระยา ร่วมรังสี. 2566. ผลของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารต่อการเติบโตและคุณภาพดอกของทิวลิปที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์. วารสารเกษตร. 39(2): 197-208.

สมัย สังข์ทองราย. 2553. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. คู่มือพนักงานเจ้าหน้าที่ในการกำกับดูแลซึ่งยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 เฉพาะเฮมพ์. เข้าถึงได้จาก:https://pri.moph.go.th/services/authorities/manual-hemp [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2567]

Bevan, L., M. Jones and Y. Zheng. 2021. Optimisation of nitrogen, phosphorus, and potassium for soilless production of *Cannabis sativa* in the flowering stage using response surface analysis. Frontiers in Plant Science. 12: 764103

Kamat, J., D. N. Roy and K. Goel. 2002. Effect of harvesting age on the chemical properties of hemp plants. Journal of Wood Chemistry and Technology 22(4): 285-293.

ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดหนองคาย

Exploration of the Environmental Factors Impacting Cocoa Growth in Nong Khai Province

วาสนา สุขสำราญ[1] สมคิด ราชพลแสน[2] ปวีณา เกษมสินธุ์[2] และนางสาวปานหทัย นพชินวงศ์[3*]

Suksamran, Wasana.[1] , Ratponsan, Somkid .[2] Paweena Kasemsin[2] and Nopchinwong Parnhathai[3*]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 180 หมู่ 27 ตำบลศิลา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Office of Agricultural Research and Development Region 3, Khonkaen, 40000

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย จังหวัดหนองคาย 43120

[2] Nong Khai Agricultural Reseaech and Development Center, Nong Khai, 43120

[3] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จังหวัดชุมพร 86130

[3] Chumphon Horticultural Research Center

**Corresponding author: Wasana_oard3@hotmail.com*

บทคัดย่อ

เนื่องจากโกโก้เป็นพืชที่มีศักยภาพส่งผลให้มีการเพิ่มพื้นที่ในการปลูกไปยังพื้นที่ปลูกใหม่ ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ 2. ศึกษาการเกิดโรค แมลงและศัตรูโกโก้ในพื้นที่ และ 3. เพื่อหาแนวทางในการจัดการแปลงที่ถูกต้องและเหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตโกโก้ ทำการเก็บข้อมูลแปลงโกโก้ของเกษตรกรในอำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย ปีการผลิต 2565/66 จำนวน 3 แปลงๆละ 1 ไร่ สุ่มบันทึกข้อมูลแปลงละ 50 ต้น บันทึกข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม สุ่มตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ ระยะเวลา 10 เดือน ผลการศึกษาว่า พบว่า ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้เป็นอย่างมาก คือ ปริมาณน้ำฝน 1,620.40 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ระหว่าง 56 – 84 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 26.03 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เกิดการแตกใบอ่อน การติดดอก ติดผล และผลสุกมีตลอดทั้งปี โดยการแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 33.49 เปอร์เซ็นต์ การออกดอกพบทุกเดือนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 56.58 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนมากสุดในเดือนสิงหาคม 17.66 ผลต่อต้น การเหี่ยวของผลอ่อนพบในมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 13.04 ผลต่อต้น ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนเมษายน 3.05 ผลต่อต้น จากการสำรวจพบว่า โรค ศัตรูพืช และสัตว์ศัตรูในทุกระยะการเจริญเติบโต ดังนั้นเกษตรกรควรตัดแต่งกิ่งเพื่อกำจัดแหล่งอาศัยของศัตรูโกโก้ และเพื่อให้ต้นโกโก้ได้รับแสงเพิ่มมากขึ้น ในช่วงแล้งควรมีการให้น้ำเพิ่มเพื่อลดการขาดน้ำซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตของโกโก้ และควรปลูกโกโกร่วมกับพืชชนิดอื่นที่สามารถให้ร่มเงาในช่วงร้อนจัดเพื่อลดการคายน้ำของต้นโกโก้

คำสำคัญ: ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การเจริญเติบโต โกโก้ หนองคาย

Abstract

Due to cocoa's potential for expansion into new cultivation areas, this study aims to achieve the following objectives: Firstly, to investigate environmental factors affecting cocoa growth; secondly, to examine the occurrence of diseases, insects, and pests specific to cocoa within the new area; and thirdly, to propose appropriate management practices for enhancing cocoa productivity. The study gathered data from cocoa farmers' plantations in Sangkhom District, Nong Khai Province, in 2022/23. Three randomly selected plots, each spanning one rai, were collected, with data recorded for 50 plants per plot. Environmental factors were assessed, including soil samples analyzed for their physical and chemical properties. Cocoa growths were

monitored over a duration of 10 months. The result showed that annual rainfall averaged 1,620.40 mm, relative humidity ranged from 56% to 84%, and the average annual temperature was approximately 26.03°C. These factors significantly influenced cocoa growth, facilitating consistent leafing, flowering, fruiting, and ripening throughout the year. Maximum leafing occurred July (33.49%), peak flowering was observed in August (56.58%), and the highest fruit set was recorded in August (17.66% per tree). Fruit wilting peaked in August (13.04% per tree), while ripe fruit abundance was highest in April (3.05% per tree). The study also found diseases and pests across all growth stages. Thus, the necessity for branch pruning to mitigate habitats conducive to pests and to optimize sunlight exposure. During dry periods, additional irrigation is recommended to mitigate water stress and foster cocoa development. Additionally, intercropping with shade-providing plants during hot periods can effectively reduce water loss.

Keywords: Environmental factors, Vegetative growth, Cocao, Nongkhai

บทนำ

โกโก้ เข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2446 และเมื่อปี พ.ศ. 2495 กรมกสิกรรมในสมัยนั้นได้ทดลองนำมาปลูกทดสอบในพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ สถานีกสิกรรมบางกอกน้อย กรุงเทพฯ สถานีกสิกรรมพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี สถานียางคอหงส์ จังหวัดสงขลา และสวนยางนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 กรมกสิกรรมได้นำโกโก้พันธุ์ลูกผสม Upper Amazon จากประเทศมาเลเซียมาปลูกที่สถานียางในช่อง จังหวัดกระบี่ รวมทั้งได้มีการรวบรวมพันธุ์โกโก้จากแหล่งปลูกต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา และอังกฤษ มาปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ตั้งแต่ปี 2522 จนถึงปัจจุบัน รวมจำนวนทั้งสิ้น 34 พันธุ์ โกโก้ (Cocoa) เป็นไม้ผลยืนต้นสำคัญเกี่ยวข้องกับความมั่นคงทางอาหาร ทางการแพทย์ และเครื่องอุปโภค บริโภคหลายชนิด ใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารเครื่องดื่ม (Beverage Crop) อาหารเสริม เครื่องสำอาง และเวชภัณฑ์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีนโยบายในการส่งเสริมการปลูกโกโก้เป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ หรือพืชทางเลือกที่มีอนาคต (Future Crops) เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของเกษตรกรจากสถานการณ์เศรษฐกิจผันผวน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาราคาพืชเศรษฐกิจที่สำคัญตกต่ำ อย่างเช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง เป็นต้น ประกอบกับเป็นการส่งเสริมการผลิตโกโก้ เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากโกโก้ได้รับ ความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก

สถานการณ์ผลิตโกโก้ในประเทศไทย มีการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งได้ไม่เกิน 200 ตันต่อปี ผลผลิตยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ ทำให้ต้องมีการนำเข้าไม่ต่ำกว่าปีละ 40,000 ตัน ราคารับซื้อเมล็ดโกโก้แห้งเฉลี่ย 250 บาทต่อกิโลกรัม (บริษัท เอเชียโกโก้ ไทยแลนด์ จำกัด, 2566) ซึ่งที่ผ่านมาประเทศไทยได้นำเข้าผลิตภัณฑ์จากโกโก้และช็อคโกแลตหลายหมื่นตันต่อปี ทำให้เสียเงินตราให้ต่างชาติปีละหลายหมื่นล้านบาท เนื่องจากความนิยมในการบริโภคที่เพิ่มขึ้น ด้านการผลิตในประเทศยังปลูกกันไม่มากนัก โกโก้เป็นพืชที่สามารถปลูกและได้ผลผลิตดีเกือบทุกภูมิภาค สามารถเจริญเติบโตได้ดีในลักษณะภูมิอากาศของประเทศเขตร้อนชื้น (Tropical) เป็นพืชที่ต้องการปริมาณน้ำฝนที่สม่ำเสมอตลอดปี โดยจะเริ่มเก็บเกี่ยวผลโก้โก้สุกเมื่ออายุ 2-3 ปีและอายุการเก็บผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนเชิงพาณิชย์ 25-30 ปี (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2563) โกโก้จึงเป็นอีกหนึ่งพืชเศรษฐกิจทางเลือกใหม่ที่สามารถสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรและมีตลาดรองรับผลผลิตอย่างแน่นอน จากความต้องการบริโภคของตลาดภายในประเทศที่ยังมีอย่างต่อเนื่อง มีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในจังหวัดเชียงราย พิษณุโลก ชุมพร สุราษฎร์ธานี และหนองคาย โดยจังหวัดหนองคายมีพื้นที่ปลูก 263.15 ไร่ และเป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกใหม่ของจังหวัด และเกษตรกรให้ความสนใจ หากเกษตรกรปลูกโกโก้ในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต้องมีแนวทางในการบริหารจัดการแปลงเพื่อให้สามารถปลูกโกโก้ได้ ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตที่อาจจะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจวิธีการปลูก การดูแลรักษา การเกิดโรคและแมลงศัตรูพืชและการจัดการ การตัดแต่งกิ่ง การเก็บเกี่ยวและการแปรรูปที่ถูกต้อง

ดังนั้นจึงศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ในพื้นที่จังหวัดหนองคาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับใช้เป็นแนวทางการปลูกโกโก้ในพื้นที่และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า

อุปกรณ์และวิธีการ

แปลงโกโก้เกษตรกร ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ กรรไกรตัดแต่งกิ่ง สายวัด ตาชั่ง กล้องถ่ายภาพ

วิธีการทดลอง

แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ

วิธีปฏิบัติการทดลอง คัดเลือกเกษตรกรผู้ปลูกโกโก้จำนวน 3 ราย ได้แก่ 1) นายบุญช่วย แสงมณี บ้านเลขที่ 47 หมู่ที่ 4 ตำบลนางิ้ว อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย 2)นายธวัชชัย แสงมณี บ้านเลขที่ 47 หมู่ที่ 4 ตำบลนางิ้ว อำเภอสังคม แปลงโกโก้อยู่ บ้านบอน ตำบลนางิ้ว อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย 3)นายจักรกริช กาญบุตร บ้านเลขที่ 49 หมู่ที่ 4 ตำบลบ้านม่วง อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกร 3 ราย ทุกๆ เดือน โดยการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ ในรอบปี ได้แก่ การแตกใบอ่อน การออกดอก การติดผลอ่อน ระยะที่มีการเหี่ยวของผลอ่อน ระยะที่มีการเกิดโรคและแมลงเข้าทำลายโกโก้ การเก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ บันทึกข้อมูลเส้นรอบโคนโดยการวัดโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 20 เซนติเมตร ความสูงคาคบ ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม (N/S) (E/W) จำนวนกิ่งข้าง ความสูง สุ่มเก็บตัวอย่างดินโดยขุดลึก 40 เซนติเมตร แปลงละ 5 จุด นำตัวอย่างดินมารวมกัน ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และบดดินให้ละเอียด ใช้ตะแกรงร่อนดิน เตรียมตัวอย่างดินประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อส่งวิเคราะห์สมบัติของดิน โดยวิเคราะห์ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น บันทึกข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการทดลอง

Table 1 : Weather Data for Mueang District, NongKhai Province, 2022-2023.

Month/Year	Total Rainfall (mm)	Number of Rainy Days (days)	Average Temperature (°C)	Relative Humidity (%)
Oct.2022	57	4	27.3	71.01
Dec.2022	0	0	23.2	65.53
Feb.2023	2.5	3	26.2	61.48
Mar.2023	12.6	2	28.7	57.61
Apr.2023	6.6	1	32.3	56.89
May.2023	248.8	10	31.6	66.92
Jun.2023	239.3	19	29.2	79.72
July.2023	405.8	19	29.2	80.34
Aug.2023	354.3	21	27.9	84.87
Sep.2023	293.5	20	32.1	85.50
Total	1,620.40	99		
Average			26.03	70.90

Nong khai Weather Station

ปริมาณน้ำฝน เดือนธันวาคม 2565 ไม่มีฝนตกเลย และมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณน้ำฝนรวม 405.8 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดทั้งปีที่ 1,620.40. มิลลิเมตร(Table 1)สอดคล้องกับงานวิจัยของสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร (2564) โกโก้ต้องการปริมาณน้ำฝนที่การกระจายสม่ำเสมอตลอดปี ในปริมาณ 1,000-3,000 มิลลิเมตร ชวงที่โกโก้เติบโตได้ดีปริมาณน้ำฝนควรอยู่ในช่วง 1,500-2,000 มิลลิเมตร และมีฤดูแล้งไม่เกิน 3 เดือน ถ้าฤดูแล้งติดต่อกัน 3-5 เดือน ต้องมีการให้น้ำช่วยเพื่อให้ต้นโกโก้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตสม่ำเสมอ

อุณหภูมิ อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือ 32.3 องศาเซลเซียส ในขณะที่ฤดูฝนระหว่างเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 32.1องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งเข้าฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.3 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร (2564) อธิบายไว้ว่า โกโก้เป็นพืชยืนต้นซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในลักษณะภูมิอากาศประเทศเขตร้อนซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 18-32 องศาเซลเซียส (Table 1)

ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนเฉลี่ยสูงสุด 85.5 เปอร์เซ็นต์ และลดลงในฤดูหนาวในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม เฉลี่ย 71.01 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นต่ำสุดในฤดูร้อนในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 56.89 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) ความชื้นของอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาเติบโตของต้นโกโก้ ประเทศที่ผลิตโกโก้ได้ดีมักมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 70-100 เปอร์เซ็นต์ (International Cocoa Organization, 2012)การเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล และการให้ผลผลิตของโกโก้นั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการกระจายของฝน อุณหภูมิ แสง และความชื้นในดิน (Wood and Lass, 1985) โดยความชื้นในดินมีผลต่อการสะสมธาตุอาหารและฮอร์โมนในการออกดอก การพัฒนาของดอก เปอร์เซ็นต์การติดผลและการเหี่ยวของผลโกโก้ (cherelle wilt)

Table 2 : Results of analysis of soil properties of farmers plots in 2023

Farmer Name	pH	OM	P	K	Texture	Color
Mr.Boonchuay Saengmanee	5.63	1.65	10	61	Mold	Brown
Mr.Thawatchai Saengmanee	5.39	1.58	4	57	Mold	Brown
Mr.Jakrich Kanbutr	5.45	4.35	4	119	Mold	Brown

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ค่าpH อยู่ระหว่าง 5.39-5.63 ค่า OM อยู่ระหว่าง 1.58-4.35 ค่า P (ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน) มีค่าอยู่ระหว่าง 4-10 mg/kg ค่า K (โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน) มีค่าอยู่ระหว่าง 57-119 mg/kg (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร (2564) ดินที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่า 5.5 หรือมากกว่า 8 อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร เช่น การขาดธาตุได้

Table 3 : The growth of cocoa plots of Nongkhai Province 2022-2023

Farmer Name	Length of circumference of the base of the tree (cm.)	Height of branch (cm.)	Plant height (cm.)	Canopy size, north-south direction (cm.)	Canopy size, east-west direction (cm.)	Number of main branches
Mr.Boonchuay Saengmanee	29.89	80.65	330.91	357.82	353.46	3.46
Mr.Thawatchai Saengmanee	35.46	89.18	376.65	362.26	356.38	4.40
Mr.Jakrich Kanbutr	20.96	73.04	287.68	277.95	282.11	3.04
Average	28.77	80.96	331.75	332.68	330.65	3.63

แปลงนายบุญช่วย แสงมณี วัดการเจริญเติบโตของโกโก้ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 29.89 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 80.65 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ยที่ 330.91 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 357.82 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 353.46 เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 3.46 กิ่งต่อต้น

แปลงนายธวัชชัย แสงมณี วัดการเจริญเติบโตของโกโก้ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 35.46 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 89.18 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ยที่ 376.65 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 362.26 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 356.38 เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 4.40 กิ่งต่อต้น

แปลงนายจักรกริช กาญบุตรวัดการเจริญเติบโตของโกโก้ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 20.96 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 73.04 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ยที่ 287.68 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 277.95 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 282.11 เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 3.04 กิ่งต่อต้น

เส้นรอบโคนจากการวัดรอบโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 20 ซม. พบว่าโกโก้มีเส้นรอบวงมากที่สุด 35.46 ซม.และน้อยที่สุด 20.96 ซม. มีเส้นรอบวงเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 28.77 ซม. ความสูงคาคม พบว่าโกโก้มีความสูงคาคมมากที่สุด 89.18 ซม. และน้อยที่สุด 73.04 ซม. ความสูงคาคมเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 80.96 ซม. ความสูงต้น พบว่าโกโก้มีความสูงมากที่สุด 376.65 ซม. และน้อยที่สุด 278.68 ซม. ความสูงต้นเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 331.75 ซม. ความกว้างทรงพุ่ม(N/S) พบว่าโกโก้มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 362.26 ซม. และน้อยที่สุด 277.95 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 332.68 ซม. จำนวนกิ่งข้าง พบว่าโกโก้มีกิ่งข้างมากที่สุด 4.40 กิ่ง และน้อยที่สุด 3.04 กิ่ง กิ่งข้างเฉลี่ยทั้ง 3 แปลง เท่ากับ 3.63 กิ่ง (Table 3)

Table 4 : The growth of cocoa plots of Mr.Boonchuay Saengmanee 2022-2023

Month/Year	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
Oct.2022	6.36%	26.24%	17.56	23.82	3.36
Dec.2022	0.00%	10.90%	9.34	5.30	1.72
Feb.2023	6.60%	11.68%	2.40	6.74	4.10
Mar.2023	20.10%	17.28%	0.46	2.32	2.66
Apr.2023	0.00%	46.52%	0.20	2.42	4.22
May.2023	25.40%	17.90%	0.74	1.24	2.36
Jun.2023	31.98%	20.02%	0.38	1.34	1.26
July.2023	35.64%	22.21%	4.47	0.28	1.19
Aug.2023	12.23%	47.15%	25.94	18.51	0.19
Sep.2023	32.60%	22.70%	2.34	1.10	1.44
Average	13.83%	24.26%	6.38	6.31	2.25

แปลงนายบุญช่วย แสงมณี บ้านเลขที่ 47 หมู่ 4 ต.นาจิ้ว อ.สังคม จ.หนองคาย ปลูกพันธุ์ IM1 ปลูกแบบพืชร่มเงาปลูกแซมแปลงปาล์มน้ำมัน ปัจจุบันได้ตัดต้นปาล์มน้ำมันออกจากแปลงคงเหลือไว้รอบ ๆ แปลง พื้นที่ปลูกจำนวน 3 ไร่ มีต้นโกโก้จำนวน 400 ต้น ระยะปลูก 3X3 อายุได้ 6 ปี ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในช่วงแล้งเพื่อให้มีน้ำเพียงพอกับการเจริญเติบโตของโกโก้ ข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ การแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 35.64 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 6.36 เปอร์เซ็นต์ และเดือนที่ไม่แตกใบอ่อนเลยคือเดือน ธันวาคมและเดือนเมษายน การออกดอกพบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม น้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 10.90 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 25.94 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนเมษายน 0.20 เปอร์เซ็นต์ การเหี่ยวของผลอ่อนพบในทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 23.82 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือน กรกฎาคม 0.28 เปอร์เซ็นต์ ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนเมษายน 4.10 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม 0.19 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

Table 5 : The growth of cocoa plots of Mr. Thawatchai Saengmanee

Month/Year	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
Oct.2022	0.00%	10.90%	9.34	5.30	1.72
Dec.2022	0.00%	10.06%	10.38	9.08	1.74
Feb.2023	2.20%	29.84%	4.38	3.28	2.28
Mar.2023	7.24%	14.14%	0.72	5.16	1.86
Apr.2023	0.10%	26.14%	0.30	3.22	3.26
May.2023	19.30%	21.94%	0.50	3.20	1.74
Jun.2023	33.54%	20.29%	0.02	4.88	2.04
July.2023	30.63%	23.19%	3.29	0.94	2.52
Aug.2023	13.17%	85.15%	21.23	18.90	0.04
Sep.2023	30.56%	19.36%	1.72	2.36	1.68
Average	13.67%	26.10%	5.19	5.63	1.89

แปลงนายธวัชชัย แสงมณี บ้านเลขที่ 47 หมู่ 4 ต.นางิ้ว อ.สังคม จ.หนองคาย แปลงปลูกโกโก้อยู่หมู่ที่ 3 ต.นางิ้ว อ.สังคม จ.หนองคาย ปลูกพันธุ์ IM1 ปลูกแบบพืชเดี่ยว จำนวน 3 ไร่ ระยะ 3X3 มีต้นโกโก้จำนวน 510 ต้น อายุ 6 ปี ให้น้ำระบบมินิสปริง-เกอร์ ในช่วงแล้งเพื่อให้มีน้ำเพียงพอกับการเจริญเติบโตของโกโก้ วัดการเจริญเติบโตของโกโก้ ข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ การแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนมิถุนายน 33.54 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนเมษายน 0.10 เปอร์เซ็นต์ และเดือนที่ไม่แตกใบอ่อนเลย คือเดือนตุลาคมและเดือนธันวาคม การออกดอกพบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 85.15 เปอร์เซ็นต์น้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 10.06 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 21.23 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือน,มิถุนายน 0. 02 เปอร์เซ็นต์ การเหี่ยวของผลอ่อนพบในทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 18.90 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือน กรกฎาคม 0.94 เปอร์เซ็นต์ ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนเมษายน 3.26 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม 0.04 เปอร์เซ็นต์ (Table 5)

Table 6 : The growth of cocoa plots of Mr.Jakrich Kanbutr

Month/Year	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
Oct.2022	0.10%	1.34%	10.20	7.28	0.22
Dec.2022	0.00%	6.60%	4.28	5.30	1.56
Feb.2023	0.00%	4.08%	0.96	1.48	1.28
Mar.2023	0.18%	6.02%	0.02	1.60	2.34
Apr.2023	0.00%	2.56 %	0.06	1.52	1.66
May.2023	0.98%	4.42%	0.04	2.98	0.36
Jun.2023	33.60%	23.78%	0.08	0.76	0.02
July.2023	34.20.%	41.16%	0.25	0.00	0.00
Aug.2023	22.30%	37.44%	5.82	1.72	0.00
Sep.2023	17.10%	37.90%	2.88	2.68	0.00
Average	10.85%	16.53%	2.49	2.53	0.74

แปลงที่ 3 นายจักรกริช กาญบุตร บ้านเลขที่ 49 หมู่ 4 ตำบลบ้านม่วง อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย ปลูกโกโก้พันธุ์ลูกผสมชุมพร 1 ปลูกแบบพืชร่วมกับกาแฟ ไม่มีระยะปลูก พื้นที่ปลูก 3 **ไร่** อายุ 5 ปี มีต้นโกโก้จำนวน 90 ต้น ไม่มีระบบน้ำ ไม่ได้ให้น้ำ ปลูกโกโก้แบบอินทรีย์ ข้อมูลการเจริญเติบโตได้แก่ การแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 34.20 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 0.10 เปอร์เซ็นต์ และเดือนที่ไม่แตกใบอ่อนเลยคือเดือนธันวาคม กุมภาพันธ์และเดือนเมษายน การออกดอกพบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 41.16 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนธันวาคม 1.34 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 10.20 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนมีนาคม 0.20 เปอร์เซ็นต์ การเหี่ยวของผลอ่อนพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 7.28 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน 0.28 เปอร์เซ็นต์และไม่พบการติดผลอ่อนในเดือนกรกฎาคม ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2.34 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน 0.02 เปอร์เซ็นต์และไม่พบผลสุกเลยในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน (Table 6)

Table 7 : Average growth of cocoa plots Nongkhai Province 2022-2023

Month/Year	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
Oct.2022	2.15%	12.83%	12.37	12.13	1.77
Dec.2022	0.00%	9.19%	8.00	6.56	1.67
Feb.2023	2.93%	15.20%	2.58	3.83	2.55
Mar.2023	9.17%	12.48%	0.40	3.03	2.29
Apr.2023	0.03%	25.07%	0.19	2.39	3.05
May.2023	15.23%	14.75%	0.43	2.47	1.49
Jun.2023	33.04%	21.36%	0.16	2.33	1.11
July.2023	33.49%	28.85%	2.76	0.40	1.24
Aug.2023	15.90%	56.58%	17.66	13.04	0.08
Sep.2023	26.75%	26.65%	2.31	2.05	1.04
Average	13.87%	22.23%	4.69	4.82	1.63

การแตกใบอ่อน

การแตกใบอ่อนจะพบพบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 2566 จำนวน 33.49% รองลงมาคือเดือนมิถุนายน 2566 จำนวน 33.04% น้อยที่สุดเดือนเมษายน 2566 จำนวน 0.03% และเดือนที่ไม่แตกใบอ่อนเลยคือเดือนธันวาคม 2565 ซึ่งสอดคล้องกับจันทรทิมา และคณะ (2534) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนของต้นโกโก้ พบว่า โกโก้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในกิ่งมากที่สุดในช่วงแล้ง ใบใหม่และผลที่กำลังเจริญเติบโตมีน้อย ทำให้มีธาตุอาหารเหลือสะสมไว้ในกิ่งและลาต้นมากขึ้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลงในช่วงที่ต้นโกโก้มีการแตกยอด ออกดอก และในช่วงที่โกโก้มีการติดผล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยโกโก้จะมีการแตกยอดอ่อน 4-5 ครั้ง โดยจะแตกยอดอ่อนมากที่สุดในช่วงต้นฤดูฝน

การติดดอก

การออกดอกพบทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 2566 จำนวน 56.58% ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม 2565 จำนวน 9.19% ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ (2534) การออกดอกของโกโก้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและปริมาณฝน โกโก้มีการออกดอกมากที่สุดเมื่อโกโก้ผ่านช่วงแล้งโกโก้มีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น อุณหภูมิสูงขึ้นความเข้มแสงเพียงพอมีผลทำให้โกโก้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรทไว้ในกิ่งและลำต้นมากขึ้น ในช่วงแล้ง เนื่องจากช่วงแล้งใบใหม่และผลที่กำลังเจริญเติบโตมีน้อยทำให้โกโก้มีธาตุอาหารเหลือสำหรับสะสมไว้ในกิ่งและลำต้นมากขึ้น การออกดอกโกโก้จะถูกยับยั้งในช่วงแล้ง หรือช่วงที่มีการขาดน้ำ เมื่อได้รับฝนหรือน้ำไม่นานโกโก้จะมีการออกดอกมาก เมื่อโกโก้ได้รับฝนปริมาณ

ความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่สะสมไว้ในกิ่งหรือลำต้นไปยังส่วนที่ต้องการอาหารในการออกดอกและแตกยอดใหม่การออกดอกโกโก้จะเร็วจะช้าจึงขึ้นอยู่กับการตกของฝน หลังช่วงแล้งหากปีนั้นฝนมาเร็วก็จะทำให้โกโก้ออกดอกเร็ว

การติดผลอ่อน

การติดผลพบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 2566 จำนวน 17.66 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนมิถุนายน 2566 จำนวน 0.16 ผลต่อต้น สอดคล้องกับ (วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2534) ได้อธิบายไว้ว่า ในฤดูฝนโกโก้ได้รับน้ำและธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ทำให้ติดผลอ่อนมากที่สุด

ผลเหี่ยว

การเหี่ยวของผลอ่อนพบมากที่สุดเดือนสิงหาคม 2566 จำนวน 13.04 ผลต่อต้น ผลเหี่ยวน้อยที่สุด ในเดือนกรกฎคม 2566 จำนวน 0.40 ผลต่อต้น ผลโกโก้จะมีการเหี่ยวของผล (cherelle wilt) ซึ่งผลที่จะเป็นสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ แห้งติดอยู่บนต้นโดยไม่ร่วง ซึ่งอาจเกิดได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของผลที่ติด (Wood, 1975) การเหี่ยวมักเกิดกับผลอ่อนโกโก้ที่มีอายุ 50 วันแรกจากการศึกษาของวราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ (2534) พบว่า ในช่วงที่มีการติดผลมากที่สุด จะมีอัตราการเหี่ยวของผลโกโก้มากที่สุดในช่วงที่ใกล้เคียงกัน น่าจะเกิดจากการแย่งธาตุอาหารและน้ำระหว่างผลที่กาลังเจริญเติบโต ผลที่ติดใหม่ และใบใหม่ที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้มีธาตุอาหารและน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลทั้งหมด ซึ่งอัตราการเหี่ยวของผลที่ติดในระหว่างกลางและปลายฤดูฝนมีสูงกว่าผลที่ติดและมีการพัฒนาตั้งแต่ช่วงต้นฤดูฝน เมื่อผลโกโก้มีขนาด 10 เซนติเมตร หรือมีอายุมากกกว่า 90 วัน การเหี่ยวจะลดลง เมื่อเมล็ดในผลมีการพัฒนามากขึ้นและสร้างฮอร์โมนขึ้นมา ทาให้ผลสามารถพัฒนาต่อไปได้โดยไม่มีการเหี่ยวเกิดขึ้นอีก (Wood, 1975)

ผลสุก

ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนเมษายน 2566 จำนวน 3.05 ผลต่อต้น ผลสุกน้อยที่ในเดือนสิงหาคม 2566 จำนวน 0.08 ผลต่อต้น

โรคและแมลง

โรคพืชที่พบในแปลงโกโก้ได้แก่ โรคผลเน่าดำ โรคกิ่งแห้ง (อาภรณ์ และคณะ, 2528) แมลงศัตรูโกโก้ได้แก่ มวนโกโก้ เพลี้ยแป้ง หนอนเจาะลำต้น แมลงค่อมทอง สัตว์ศัตรูได้แก่ กระรอก และหนู เข้าทำลายผลสุกแต่ไม่อยู่ในระดับที่สร้างความเสียหาย (ดารากร และคณะ, 2554) (Table 7)

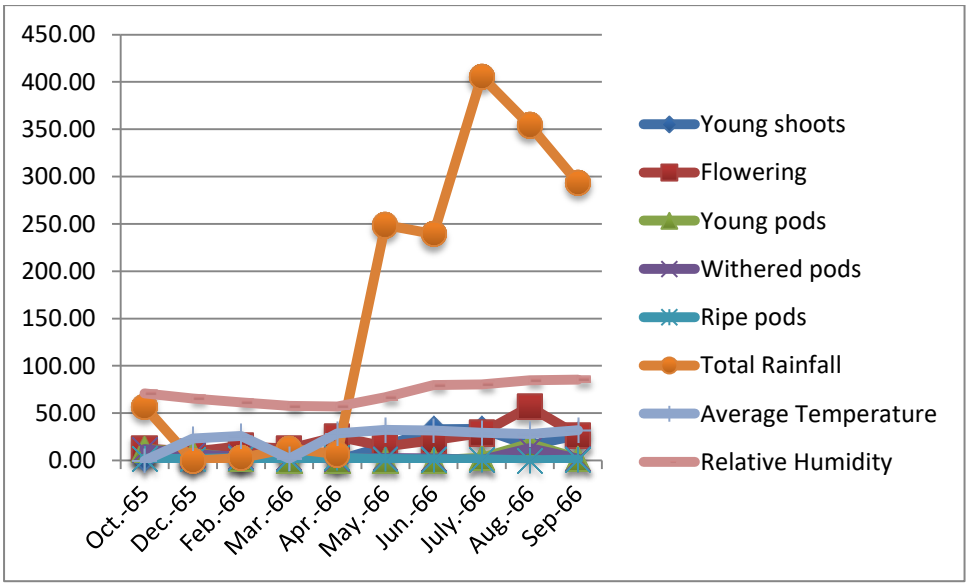


Figure 1 The Environmental Factors Impacting

ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อม โกโก้จะมีการออกดอกเป็นจำนวนมากหลังจากผ่านช่วงแล้งมาระยะหนึ่งแล้วได้รับฝนดอกจะออกภายหลังฝนตกประมาณ 1-2 สัปดาห์ การแตกยอดอ่อนก็เช่นเดียวกับการออกดอก คือมีความสัมพันธ์กับฝนที่ตกภายหลังผ่านช่วงแล้งมาก่อน ในช่วงที่มีการออกดอกและแตกยอดอ่อนมาก ปริมาณความชื้นในดินก็เริ่มสูงขึ้น(วราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ, 2534)

สรุปผล

จากการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ ได้แก่ปริมาณน้ำฝนรวม พบว่าเดือนกรกฎาคม มีค่ามากที่สุดคือ 405.8 มิลลิเมตร และเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าน้อยที่สุดคือ 2.5 มิลลิเมตร และไม่มีฝนตกเลยคือเดือนธันวาคม ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ย พบว่า เดือนเมษายน มีค่ามากที่สุดคือ 32.3 องศาเซลเซียส และเดือนธันวาคมมีค่าน้อยที่สุดคือ 23.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าเดือนกันยายน มีค่ามากที่สุดคือ 85.50 เปอร์เซ็นต์และเดือนเมษายน มีค่าน้อยที่สุด 56.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2566 เดือน ตุลาคม 2565 - กันยายน 2566 มีปริมาณน้ำฝนรวมอยู่ที่ 1620.40 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 26.03 องศาเซลเซียสต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 70.90 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

การเจริญเติบโตของโกโก้ ได้แก่ การแตกใบอ่อน พบว่าเดือนกรกฎาคม มากที่สุดคือ 33.49 เปอร์เซ็นต์ และเดือนเมษายน น้อยที่สุด 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การติดดอก พบว่าเดือนสิงหาคม มากที่สุด 56.58 เปอร์เซ็นต์และเดือนธันวาคม น้อยที่สุด9.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การติดผลอ่อนพบว่าเดือนสิงหาคม มากที่สุด 17.66 ผลต่อต้น และเดือนมิถุนายนน้อยที่สุด 0.16 ผลต่อต้น ตามลำดับ การเหี่ยวของผลอ่อนพบว่าเดือนสิงหาคม มากที่สุด 13.04 ผลต่อต้น และเดือนกรกฎาคม น้อยที่สุด 0.40 ผลต่อต้น ตามลำดับ ผลสุกพบว่าเดือนเมษายน พบมากที่สุด 3.05 ผลต่อต้น และเดือนสิงหาคม น้อยที่สุด 0.08 ผลต่อต้น ตามลำดับ เส้นรอบโคนจากการวัดรอบโคนต้นสูงจากพื้นดินที่ระดับ 20 ซม. พบว่าโกโก้มีเส้นรอบวงมากที่สุด 35.46 ซม.และน้อยที่สุด 20.96 ซม. มีเส้นรอบวงเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 28.77 ซม. ความสูงคาคม พบว่าโกโก้มีความสูงคาคมมากที่สุด 89.18 ซม. และน้อยที่สุด 73.04 ซม. ความสูงคาคมเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 80.96 ซม. ความสูงต้น พบว่าโกโก้มีความสูงมากที่สุด 376.65 ซม. และน้อยที่สุด 278.68 ซม. ความสูงต้นเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 331.75 ซม. ความกว้างทรงพุ่ม(N/S) พบว่าโกโก้มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด 362.26 ซม. และน้อยที่สุด 277.95 ซม. ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยทั้ง 3 แปลงที่ 332.68 ซม. จำนวนกิ่งข้าง พบว่าโกโก้มีกิ่งข้างมากที่สุด 4.40 กิ่ง และน้อยที่สุด 3.04 กิ่ง กิ่งข้างเฉลี่ยทั้ง 3 แปลง เท่ากับ 3.63 กิ่ง

โรคและแมลงและสัตว์ศัตรู ที่พบได้แก่ โรคผลเน่าดำ โรคกิ่งแห้ง แมลงได้แก่ มวนโกโก้ เพลี้ยแป้ง หนอนเจาะลำต้น แมลงค่อมทอง สัตว์ศัตรูได้แก่ กระรอก และหนู

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ค่าpH อยู่ระหว่าง 5.39-5.63 ค่า OM อยู่ระหว่าง 1.58-4.35 ค่า P (ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน) มีค่าอยู่ระหว่าง 4-10 mg/kg ค่า K (โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน) มีค่าอยู่ระหว่าง 57-119 mg/kg

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ช่วยกันปฏิบัติหน้าที่และให้ความร่วมมือจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งเกษตรกรทุกท่านที่ร่วมงานทดสอบ ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

จันทรทิมา ปิติพรชัย และคณะ. 2534. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนของต้นโกโก้ในแต่ละฤดูกาล. รายงานผลงานวิจัยประจาปี 2534. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. หน้า 284-294.

ดารากร เผ่าชู และคณะ. 2554. ศึกษาโรคและแมลงที่สำคัญสำหรับโกโก้สายพันธุ์ต่างๆที่เหมาะสมสำหรับทำชอคโกแลต. รายงานผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2554. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร.

ผานิต งานกรณาธิการ. 2548. การพัฒนาโกโก้ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการกรมวิชาการเกษต.

ผานิต งานกรณาธิการ และคณะ. 2538. การรวบรวมและศึกษาพันธุ์โกโก้ที่ชุมพร. รายงานผลงานวิจัยประจาปี 2537-2538 ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 89-94.

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร 2564 การจัดการความรู้เทคโนโลยีการผลิตโกโก้

สัณห์ ละอองศรี. 2565. องค์ความรู้เรื่องโกโก้.สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 20 น.

อาภรณ์ ธรรมเขต และคณะ. 2528. ศึกษาโรคกิ่งแห้งโกโก้. วารสารวิจัยการเกษตรไทย , 3 (3), 210–216. สืบค้นจาก https://li01.tcithaijo.org/index.php/thaiagriculturalresearch/article/view/245407

International Cocoa Organization. 2012. Growing cocoa. [Online] Available: https://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html (accessed on 19 August 2019).

Wood, G. A. R. 1975. Cocoa. Tropical Agriculture series. Longman. London and New york.

Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. Cocoa, 4th Ed, Tropical Agriculture Series. Longman, New York. 622 pp.

ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

The Relationship of Environmental Factors Affecting Cocoa Cultivation in Phetchabun Province

เมรินทร์ บุญอินทร์[1]* มนัสภร ฉิ่งวังตะกอ[1] กฤชพร ศรีสังข์[1] ปานหทัย นพชินวงศ์ [2]

Boon-in, M.[1*], Chingvantagor, M.[1], Srisang, K.[1] and Nopchinwong, ญ.[2]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ 67270

[1] Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Sado Phong, khaokho, Phetchabun, 67270

[2] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ต.วิสัยใต้ อ.สวี ชุมพร 86130

[2] Chumphon Horticultural Research Center, Wisai Tai, Sawi, Chumphon, 86130

** Corresponding author: merit.boonin@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์คือ 1.เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ 2.ศึกษาการเกิดโรค แมลงและศัตรูโกโก้ในพื้นที่ และ 3.เพื่อหาแนวทางในการจัดการแปลงที่ถูกต้องและเหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตโกโก้ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 ถึงเดือนสิงหาคม 2566 ในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกโกโก้ จำนวน 2 แปลง คือ ตำบลนางั่ว และตำบลท่าพล อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ สุ่มบันทึกข้อมูลแปลงละ 50 ต้น ทุกเดือน โดยบันทึกการเจริญเติบโตของโกโก้ดังนี้ การแตกใบอ่อน การออกดอก การติดผลอ่อน ผลสุก พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญต่อการพัฒนาของโกโก้เป็นอย่างมาก ทั้งปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ โดยมีปริมาณน้ำฝนรวม 842.2 มม.ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 57 – 87 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูแล้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดลงต่ำกว่า 57 เปอร์เซ็นต์ (เดือนมีนาคม - เมษายน) มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 26 -35 องศาเซลเซียส การแตกใบอ่อน การติดดอก ติดผลและผลสุกมีตลอดทั้งปี โดยการแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนมกราคม 84.86 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 1.24 เปอร์เซ็นต์ การออกดอกพบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนพฤศจิกายนออกดอกน้อยที่สุด 7.3 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนมากสุดในเดือนตุลาคม 17.23 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนมีนาคม 1.48 ผลต่อต้น และการติดผลสุกพบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 8.38 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนสิงหาคม 2.1 ผลต่อต้น การเหี่ยวของผลอ่อนพบในทุกเดือน แต่พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 13.18 ผล น้อยสุดในเดือนตุลาคม 5.3 ผล เนื่องจากโกโก้เป็นพืชที่มีการพัฒนาการเจริญเติบทุกระยะทั้งปี จึงทำให้มีการเข้าทำลายของศัตรูพืชทั้งโรคและแมลง เช่นโรคผลเน่าดำ มวนโกโก้ เพลี้ยแป้ง มด ซึ่งศัตรูพืชนี้อาศัยอยู่ในแปลงโกโก้ตลอดทั้งปีเช่นกัน ดังนั้นเกษตรกรควรมีการจัดการแปลงปลูกที่ดี คือมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อกำจัดแหล่งอาศัยของศัตรูโกโก้และเพื่อให้ต้นโกโก้ได้รับแสงเพิ่มมากขึ้น ในช่วงแล้งมีปริมาณฝนน้อยหรือไม่มีฝน ควรมีการให้น้ำเพิ่ม

คำสำคัญ: ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การเจริญเติบโต โกโก้ เพชรบูรณ์

Abstract

Study of the relationship of environmental factors affecting cocoa cultivation in Phetchabun Province. The objective is 1. To study environmental factors that affect the growth of cocoa. 2. Study the occurrence of disease Insects and cocoa enemies in the area and 3. To find guidelines for correct and appropriate plot management to increase cocoa production. From October 2022 to August 2023 in 2 cocoa farmer plots: Nan Ngua Subdistrict and Tha Phon Subdistrict, Mueang District, Phetchabun Province. Data were randomly recorded on 50 trees per plot every month, recording the growth of cocoa as follows: young leaf emergence, flowering, young fruit set, and ripe fruit. It was found that environmental factors are very important to the

development of cocoa. Both the amount of rainfall Relative humidity in the air, temperature with a total rainfall of 842.2 mm per year. Relative humidity in the air is approximately 57 - 87 percent. During the dry season, the relative humidity in the air drops below 57 percent (March - April). There is an average temperature throughout the year. Around 26 -35 degrees Celsius, young leaves, flowering, fruiting, and fruit ripening occur all year round. The most young leaves appear in January at 84.86 percent, the least in October at 1.24 percent. Flowering is most common in May at 64 percent. In November, the lowest flowering is at 7.3 percent. The most young fruit set in October is 17.23 fruits per plant. The lowest was in March, 1.48 fruits per tree, and the most ripe fruit was found in December, 8.38 fruits per tree, the lowest in August, 2.1 fruits per tree. Withering of young fruits was found in every month. But the most was found in December, 13.18 fruits, the least in October, 5.3 fruits, because cocoa is a plant that develops and grows at every stage throughout the year. As a result, there is an infestation of pests, both diseases and insects. Such as black rot disease, cocoa stink bugs, mealybugs, and ants, which are pests that live in cocoa fields all year long as well. Therefore, farmers should have good planting management. That is, pruning is done to eliminate the habitat of cocoa pests and to allow the cocoa tree to receive more light. During the dry period there is little or no rain. There should be additional water provided.

Keywords: Cocoa, environmental, growth, Phetchaboon

บทนำ

โกโก้เป็นพืชอยู่ในสกุล *Sterculiaceae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Theobroma cacao* L. มีแหล่งกำเนิดอยู่บริเวณเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกา โดยเฉพาะแถบลุ่มน้ำอเมซอน และบางส่วนในทวีปอเมริกากลาง ซึ่งพบว่าอินเดียนเป็นพวกแรกที่ทำการปลูกโกโก้และนำเมล็ดมาทำเครื่องดื่ม โกโก้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ.2446 โดยหลวงราชคนิกร และในปี 2495 กรมกสิกรรม เริ่มต้นปลูกกันโดยโครงการต่างๆ ที่ดำเนินการโดยภาครัฐ และมีการทดลองปลูกในหลายพื้นที่ทั่วประเทศตั้งแต่นั้นมา มีการนำเข้าโกโก้มาใช้ประโยชน์ภาคอุตสาหกรรมต่างๆเช่น อุตสาหกรรมการผลิตช็อกโกแลต อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเบเกอรี่ อุตสาหกรรมยาและอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ (สมศักดิ์, 2532) เกษตรกรมีความสนใจในการปลูกโกโก้มากขึ้น เนื่องจากโกโก้เป็นพืชที่มีศักยภาพในการสร้างรายได้สูงและสามารถปลูกได้ในหลายพื้นที่ของประเทศ โดยในปี 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกโกโก้รวม 5,913 ไร่ ผลผลิตรวม 895 ตัน ในจำนวนนี้ภาคใต้มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด ด้วยพื้นที่ปลูกและผลผลิตยังมีปริมาณน้อย ประเทศไทยต้องนำเข้าโกโก้ 4.2 หมื่นตันต่อปี คิดเป็นมลค่า 5.9 พันล้านบาท ส่วนใหญ่อยู่ในรูปผลโกโก้และช็อกโกแลต (95 %) ส่วนการส่งออก 2.3 หมื่นตันต่อปี คิดเป็นมลค่า 2.3 พันล้านบาท ในรูปช็อกโกแลตและอาหารปรุงแต่งอื่นๆ ที่มีโกโก้ (99%) สถาณการณ์การผลิตโกโก้ในประเทศไทยมีการผลิตเมล็ดโกโก้แห้งได้ไม่เกิน 200 ตันต่อปี ซึ่งปริมาณผลผลิตเมล็ดโกโก้ภายในประเทศมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ทำให้เกษตรกรสนใจปลูกและแปรรูปโกโก้เพื่อเพิ่มมูลค่า โดยมีบริษัทเอกชนส่งเสริมการปลูกโกโก้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ราคารับซื้อเมล็ดโกโก้แห้งเฉลี่ย 250 บาทต่อกิโลกรัม (บริษัท เอเชียโกโก้ไทยแลนด์จำกัด, 2566) โกโก้เป็นพืชที่ต้องการร่มเงาและไม่ชอบแดดจัดมากเกินไป ทำให้เหมาะสมในการปลูกแซมในสวนมะพร้าว สวนยางพาราหรือผลไม้อื่นๆ ซึ่งช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกโกโก้ต้องมีความชื้นค่อนข้างสูง หน้าดินลึก ดินมีค่าความเป็นกรดอ่อนถึงกลาง (PH 6.5-7.0) ดินมีการระบายน้ำดี ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมประมาณ 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอ อุณหภูมิ 18-32 องศาเซลเซียสและไม่ควรต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พื้นที่ปลูกไม่ควรสูงกว่า 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลและไม่มีลมแรง จังหวัดเพชรบูรณ์มีสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปลูกโกโก้ จึงมีเกษตรกรให้ความสนใจและเริ่มต้นปลูกโกโก้ในพื้นที่มากขึ้น ในปี 2567 มีพื้นที่ที่ปลูกราว 1,500 ไร่ (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มโกโก้นางั่ว)

ดังนั้นการศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปลูกโกโก้ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับใช้เป็นแนวทางในการปลูกโกโก้ที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าและเหมาะสมสำหรับพื้นที่ปลูกของจังหวัดเพชรบูรณ์ จึงมีความ

จำเป็นที่ต้องทำการศึกษาเรื่องดังกล่าว เพื่อจะได้นำองค์ความรู้นั้นถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรในพื้นที่เพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอดอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ต้นโกโก้ วัสดุทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์ในการชั่ง ตวง วัด เช่น สายวัด ไม้เมตร ตาชั่ง วัสดุอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล และกล้องบันทึกภาพ

วิธีการ

แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

คัดเลือกเกษตรกรผู้ปลูกโกโก้จำนวน 2 ราย ได้แก่ 1) นายสมพร อ่อนโอน บ้านเลขที่ 142 ม.5 ต.นางั่ว อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 2) นางรัตนากร เถื่อนมา บ้านเลขที่ 91/3 ม.4 ต.ท่าพล อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของโกโก้ที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงเกษตรกร ทุกๆ เดือน ตั้งแต่ ตุลาคม 2565 ถึงเดือนสิงหาคม 2566 โดยการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ ในรอบปี ได้แก่ การแตกใบอ่อน การออกดอก การติดผลอ่อน ระยะที่มีการเหี่ยวของผลอ่อน ระยะที่มีการเกิดโรคและแมลงเข้าทำลายโกโก้ การเก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกข้อมูลปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ สุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยขุดลึก 40 แปลงละ 5 จุด นำตัวอย่างดินมารวมกัน พึ่งให้แห้งในที่ร่ม และบดดินให้ละเอียด ใช้ตะแกรงร่อนดิน เตรียมตัวอย่างดินประมาณ 0.5 กก. ส่งวิเคราะห์สมบัติของดิน โดยวิเคราะห์ที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก บันทึกข้อมูลการปฏิบัติทางการเกษตรของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การจัดการแปลง การจัดการโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

ปริมาณน้ำฝน ปีที่ทำการศึกษา เดือนธันวาคม ปี2565 และมีนาคม 2566 ไม่มีฝนตกเลย และมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายน 2566 มี ปริมาณน้ำฝนรวม 245.2 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดทั้งปี 842.2 มม. (Table 1)

อุณหภูมิ ในช่วงฤดูร้อนของจังหวัดเพชรบูรณ์ปี 2566 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือ 34.65℃ ในขณะที่ฤดูฝนระหว่างเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 34.55 ℃ และอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งเข้าฤดูหนาว มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29 ℃

ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นมีค่าสูงสุดในฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม เฉลี่ย 87.07 เปอร์เซ็นต์ และลดลงในฤดูหนาวในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม เฉลี่ย 71.01 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นต่ำสุดในฤดูร้อนในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 56.89 เปอร์เซ็นต์

ผลวิเคราะห์สมบัติทางดิน

สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ค่าPH อยู่ระหว่าง 7.2-7.41 ค่า OM อยู่ระหว่าง 1.86-2.8 ค่า N อยู่ระหว่าง 0.09-1.11 ค่า P (ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน) อยู่ระหว่าง 61.5-135 ค่า K (โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน) มีค่าอยู่ระหว่าง 102-270 ค่า ECE อยู่ระหว่าง 22.1-168.2เป็นดินเหนียว และดินร่วนปนทราย (Table 2)

การเจริญเติบโตทางลำต้นของโกโก้

แปลงนายสมพร อ่อนโอน พบว่ามีความสูงต้นเฉลี่ยที่ 358.66 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 41.35 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 342.18 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 324.55 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 73.95 เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 3.14 กิ่งต่อต้น

แปลงนางรัตนากร เถื่อนมา พบว่ามีความสูงต้นเฉลี่ยที่ 307.65 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 38.85 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 319.70 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 313.03 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 82.47 เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 3.14 กิ่งต่อต้น

เมื่อคิดค่าเฉลี่ยของทั้งสองแปลง พบว่าความสูงต้นเฉลี่ยที่ 333.15 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย 40.10 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศเหนือ-ใต้ เฉลี่ย 330.94 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มทิศตะวันออก-ตะวันตกเฉลี่ย 318.79 เซนติเมตร ความสูงคาคบ 78.21เซนติเมตร จำนวนกิ่งหลักเฉลี่ย 3.40 กิ่งต่อต้น (Table 3)

พัฒนาการการแตกใบอ่อน การติดดอกและการให้ผลผลิต

แปลงนายสมพร อ่อนโอน ปลูกพันธุ์ชุมพร1 ปลูกแบบผสมผสานกับกาแฟอะราบิกา พื้นที่ปลูกจำนวน 2 ไร่ มีต้นโกโก้จำนวน 250 ต้น ระยะปลูก 3X3 อายุต้น 6 ปี ให้น้ำแบบสายน้ำหยดในช่วงแล้งเพื่อให้มีน้ำเพียงพอกับการเจริญเติบโตของโกโก้ ข้อมูลการเจริญเติบโต พบว่า การแตกใบอ่อนจะพบทุกๆ เดือน โดยพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน จำนวน 89.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ และเมษายน 36.31 และ 6.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกใบอ่อนน้อยที่สุดเดือน ตุลาคม 1.30 เปอร์เซ็นต์ การติดดอกจะพบทุกเดือน โดยโกโก้จะออกดอกมากที่สุดในเดือน สิงหาคม กุมภาพันธ์ และมิถุนายน 90, 86.24 และ 79.97เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือเดือนมกราคม คิดเป็น 7.82 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม สิงหาคม เท่ากับ 15.7 8.44 และ 6.8 ตามลำดับ และติดผลอ่อนน้อยสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับเฉลี่ย 0.68 ผลต่อต้น การเหี่ยวของผลพบมากที่สุดเดือนมกราคม มีนาคม และ ธันวาคม เท่ากับ 9.57 8.78 และ 7.96 ผลต่อต้น ตามลำดับ ผลเหี่ยวน้อยที่สุด ในเดือนตุลาคม เท่ากับ 2.58 ผลต่อต้น ผลสุก พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม เมษายน และ มกราคม เท่ากับ 7.44 5.97 และ 5.50 ผลต่อต้น พบผลสุกน้อยที่ในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 2.16 ผลต่อต้น (Table 4)

แปลงนางรัตนากร เถื่อนมา ปลูกพันธุ์ชุมพร 1 และ IM1 ปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยว พื้นที่ปลูกจำนวน 3 ไร่ มีต้นโกโก้จำนวน 280 ต้น ระยะปลูก 3X3 และ 3x4 เมตร อายุต้น 6 ปี ให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ในช่วงแล้งเพื่อให้มีน้ำเพียงพอกับการเจริญเติบโตของโกโก้ ข้อมูลการเจริญเติบโต พบว่า การแตกใบการแตกใบอ่อนจะพบทุกๆ เดือน โดยพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน จำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเดือนมีนาคม และ กุมภาพันธ์ 22.56 และ 20.22 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดเดือนตุลาคม และสิงหาคม 1.19 เปอร์เซ็นต์ การติดดอกจะพบทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือน สิงหาคม มิถุนายน และ ตุลาคม 90 , 67.12 และ 19.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน 2565 เท่ากับ 3.15 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม พฤศจิกายนและธันวาคม เท่ากับ 18.76 14.36 และ 13.44 ตามลำดับ น้อยสุดในเดือนมิถุนายน เท่ากับเฉลี่ย 2.43 ผลต่อต้น การเหี่ยวของผลพบพบมากที่สุดเดือนธันวาคม เท่ากับ 18.40 รองลงมาคือเดือนมีนาคมและเมษายน เท่ากับ 18.22 และ 16.68 ผลต่อต้น ผลเหี่ยวน้อยที่สุด ในเดือนตุลาคม และสิงหาคมเท่ากับ 8.02 ผลต่อต้น ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 9.32 ผลต่อต้น รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และพฤศจิกายน เท่ากับ 8.95 และ 8.04 ผลต่อต้น พบผลสุกน้อยที่สุดในเดือน สิงหาคม เท่ากับ 2.06 ผลต่อต้น (Table 5)

พัฒนาการการแตกใบอ่อน การติดดอกและการให้ผลผลิตของโกโก้จังหวัดเพชรบูรณ์

การแตกใบอ่อน

การแตกใบอ่อนจะพบพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน จำนวน 84.86% รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 28.26% น้อยที่สุดเดือนตุลาคม จำนวน 1.24% ซึ่งสอดคล้องกับ (จันทรทิมา และคณะ, 2534) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนของต้นโกโก้ พบว่า โกโก้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในกิ่งมากที่สุดในช่วงแล้ง ใบใหม่และผลที่กำลังเจริญเติบโตมีน้อย ทำให้มีธาตุอาหารเหลือสะสมไว้ในกิ่งและลาต้นมากขึ้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะลดลงในช่วงที่ต้นโกโก้มีการแตกยอด ออกดอกและในช่วงที่โกโก้มีการติดผล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยโกโก้จะมีการแตกยอดอ่อน 4-5 ครั้ง โดยจะแตกยอดอ่อนมากที่สุดในช่วงต้นฤดูฝน (Table 6)

การติดดอก

การออกดอกพบทุกเดือน โดยออกดอกมากที่สุดในเดือนมิถุนายน จำนวน 73.54% ส่วนเดือนที่ออกดอกน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน จำนวน 7.5% ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ (2534) ที่กล่าวว่าการออกดอกของโกโก้มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและปริมาณฝน โกโก้มีการออกดอกมากที่สุดเมื่อโกโก้ผ่านช่วงแล้งโกโก้มีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น อุณหภูมิสูงขึ้นความเข้มแสงเพียงพอมีผลทำให้โกโก้มีการสะสมคาร์โบไฮเดรทไว้ในกิ่งและลำต้นมากขึ้น ในช่วงแล้ง เนื่องจากช่วงแล้งใบใหม่และผลที่กำลังเจริญเติบโตมีน้อยทำให้โกโก้มีธาตุอาหารเหลือสำหรับสะสมไว้ในกิ่งและลำต้นมากขึ้น การออกดอกโกโก้จะถูกยับยั้งในช่วงแล้ง หรือช่วงที่มีการขาดน้ำ เมื่อได้รับฝนหรือน้ำไม่นานโกโก้จะมีการออกดอกมาก เมื่อโกโก้ได้รับฝนปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่สะสมไว้ในกิ่งหรือลำต้นไปยังส่วนที่ต้องการอาหารในการออกดอกและแตกยอดใหม่การออกดอกโกโก้จะเร็วจะช้าจึงขึ้นอยู่กับการตกของฝน หลังช่วงแล้งหากปีนั้นฝนมาเร็วก็จะทำให้โกโก้ออกดอกเร็ว (Table 6)

การติดผลอ่อน

การติดผลพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม จำนวน 17.23 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนมีนาคม จำนวน 1.48 ผลต่อต้น สอดคล้องกับวราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ (2534) ได้อธิบายไว้ว่า ในฤดูฝนโกโก้ได้รับน้ำและธาตุอาหารอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ทำให้ติดผลอ่อนมากที่สุด (Table 6)

ผลเหี่ยว

การเหี่ยวของผลอ่อนพบมากที่สุดเดือนธันวาคม จำนวน 13.18 ผลต่อต้น ผลเหี่ยวน้อยที่สุด ในเดือนตุลาคม จำนวน 5.3 ผลต่อต้น ผลโกโก้จะมีการเหี่ยวของผล (cherelle wilt) ซึ่งผลที่จะเป็นสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ แห้งติดอยู่บนต้นโดยไม่ร่วง ซึ่งอาจเกิดได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของผลที่ติด (Wood, 1975) การเหี่ยวมักเกิดกับผลอ่อนโกโก้ที่มีอายุ 50 วันแรก จากการศึกษาของวราวุธ ชูธรรมธัช และคณะ (2534) พบว่า ในช่วงที่มีการติดผลมากที่สุด จะมีอัตราการเหี่ยวของผลโกโก้มากที่สุดในช่วงที่ใกล้เคียงกัน น่าจะเกิดจากการแย่งธาตุอาหารและน้ำระหว่างผลที่กำลังเจริญเติบโต ผลที่ติดใหม่ และใบใหม่ที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้มีธาตุอาหารและน้ำไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของผลทั้งหมด ซึ่งอัตราการเหี่ยวของผลที่ติดในระหว่างกลางและปลายฤดูฝนมีสูงกว่าผลที่ติดและมีการพัฒนาตั้งแต่ช่วงต้นฤดูฝน เมื่อผลโกโก้มีขนาด 10 เซนติเมตร หรือมีอายุมากกกว่า 90 วัน การเหี่ยวจะลดลง เมื่อเมล็ดในผลมีการพัฒนามากขึ้นและสร้างฮอร์โมนขึ้นมา ทำให้ผลสามารถพัฒนาต่อไปได้โดยไม่มีการเหี่ยวเกิดขึ้นอีก (Wood, 1975)

(Table 6)

ผลสุก

ผลสุกพบมากที่สุดในเดือนธันวาคม จำนวน 8.38 ผลต่อต้น ผลสุกน้อยที่ในเดือนสิงหาคม จำนวน 2.11 ผลต่อต้น (Table 6)

โรคและแมลง

โรคพืชที่พบในแปลงโกโก้ได้แก่ โรคผลเน่าดำ โรคกิ่งแห้ง (อาภรณ์ และคณะ, 2528) แมลงศัตรูโกโก้ได้แก่ มวนโกโก้ เพลี้ยแป้ง หนอนเจาะลำต้น แมลงค่อมทอง สัตว์ศัตรูได้แก่ กระรอก และหนู เข้าทำลายผลสุกแต่ไม่อยู่ในระดับที่สร้างความเสียหาย (ดารากร และคณะ, 2554)

ความสัมพันธ์สภาพภูมิอากาศกับพัฒนาการของโกโก้

เมื่อนำข้อมูลพัฒนาการของโกโก้ที่ได้มาหาความสัมพันธ์แบบ Correlation กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศในรอบปี พบว่าปริมาณน้ำฝน มีผลโดยตรงกับการแตกยอดอ่อนมากถึง 88 % เมื่อปริมาณน้ำฝนมาก การแตกยอดก็มากด้วยเช่นกัน อีกทั้งจำนวนวันที่ฝนตกมีผลกับการติดดอก 80 % ปัจจัยสำคัญของการแตกยอดอ่อน และติดดอกของโกโก้คือปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ (Hutchon, 1997) ซึ่งตรงกันข้ามกับ ปัจจัยสภาพแวดล้อมด้านอุณหภูมิสูงสุด กับการติดผลอ่อนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกัน 68 % คือเมื่ออุณหภูมิสูงสุดมากขึ้นจำนวนการติดผลอ่อนจะน้อยลง เช่นเดียวกันกับจำนวนวันที่ฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์ต่อการเหี่ยวของผลแบบผกผันกัน 77 % และ 67% คือเมื่อมีจำนวนวันที่ฝนตกน้อย ความชื้นสัมพัทธ์น้อยในช่วงเดือนนั้นจะพบ การเหี่ยวของผลมากขึ้น และจำนวนวันที่ฝนตกมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการเกิดผลสุก 74% กล่าวคือเมื่อช่วงเดือนนั้นมีจำนวนวันที่ฝนตกมาก จำนวนผลสุกจะน้อย (Table 7)

สรุปผล

พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มีปริมาณน้ำฝนรวม 842.2 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 57 – 87 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูแล้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศลดลงต่ำกว่า 57 เปอร์เซ็นต์ (เดือนมีนาคม - เมษายน) มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 26 -35 องศาเซลเซียส โดยการแตกใบอ่อนมากที่สุดในเดือนมกราคม 84.86 เปอร์เซ็นต์ น้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 1.24 เปอร์เซ็นต์ การออกดอกพบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนพฤศจิกายนออกดอกน้อยที่สุด 7.3 เปอร์เซ็นต์ การติดผลอ่อนพบมากสุดในเดือนตุลาคม 17.23 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนมีนาคม 1.48 ผลต่อต้น และการติดผลสุกพบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 8.38 ผลต่อต้น น้อยสุดในเดือนสิงหาคม 2.1 ผลต่อต้น การเหี่ยวของผลอ่อนพบในทุกเดือน แต่พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 13.18 ผล น้อยสุดในเดือนตุลาคม 5.3 ผล และมีการเข้าทำลายของศัตรูพืชทั้งโรคและแมลง เช่นโรคผลเน่าดำ มวนโกโก้ เพลี้ยแป้ง มด ซึ่งศัตรูพืชนี้อาศัยอยู่ในแปลงโกโก้ตลอดทั้งปีเช่นกัน ดังนั้นโกโก้มีการแตกใบอ่อน ติดดอก และพัฒนาเป็นผลได้ตลอดทั้งปี ปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับมีผลกับการเจริญเติบโตของโกโก้ เช่นปริมาณน้ำฝนกับการแตกยอดอ่อน และการติดดอก อุณหภูมิมีผลกับการติดผลอ่อน ความชื้นสัมพัทธ์มีผลกับการเหี่ยวของผล ดังนั้นการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งหรือตลอดช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต จึงมีความจึงเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของโกโก้ อีกทั้งการปลูกโกโก้ร่วมกับพืชอีกที่สามารถให้ร่มเงาภายใต้ร่มเงา ดีกว่าการปลูกโกโก้เป็นพืชเชิงเดี่ยวเพราะช่วยรักษาความชื้นในดินได้มากขึ้นมีผลกับการเจริญเติบโตของโกโก้ การปฏิบัติดูแลรักษา เช่นการตัดแต่งกิ่ง การให้ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงจำเป็นสำหรับการปลูกโกโก้ ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้คำแนะนำในการปฏิบัติต่างๆ หรือมีการสร้างแปลงต้นแบบเพื่อให้เกษตรกรได้ศึกษาเป็นตัวอย่างที่ควรปฏิบัติ

คำขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนให้มีการดำเนินงานโครงการนี้ ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ช่วยกันปฏิบัติหน้าที่และให้ความร่วมมือจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งเกษตรกรทุกท่านที่ร่วมงานทดสอบ ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

จันทรทิมา ปิติพรชัย และคณะ. 2534. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนของต้นโกโก้ในแต่ละฤดูกาล. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. หน้า 284-294.

ดารากร เผ่าชู และคณะ. 2554. ศึกษาโรคและแมลงที่สำคัญสำหรับโกโก้สายพันธุ์ต่างๆที่เหมาะสมสำหรับทำช็อคโกแลต. รายงานผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2554. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร.

วราวุธ ชูธรรธัช และคณะ. 2534. การศึกษาแบบแผนการเจริญเติบโตการออกดอกและติดผลของโกโก้. วารสารวิชาการ ฉบับที่ 9 . หน้า 141-148.

สัณห์ ละอองศรี. 2565. องค์ความรู้ เรื่อง โกโก้.สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 20 น.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2532. สวนโกโก้.กรงเทพฯ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม

อาภรณ์ ธรรมเขต วิรัช ชูบำรุง ประเสริฐ เคร่งเปี่ยม และ วิทย์ สุวรรณวุธ. 2528. ศึกษาโรคกิ่งแห้งโกโก้. วารสารวิจัยการเกษตรไทย, 3 (3), 210–216. สืบค้นจาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/thaiagriculturalresearch/article/view/245407

Hutcheon, W.V. 1977b. water relations and other factors regulating the seasonal periodicity and productivity of cacoa in Ghana. Proc.5th Int. Cacoa Res. Conf. Ibadan. 1975. 233-244 pp.

Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. Cocoa, 4th Ed, Tropical Agriculture Series. Longman, New York. 622 pp.

Table 1 Weather Data for Mueang District, Phetchabun Province, 2022-2023.

Month	Total rainfall (mm)	Number of rainy days	highest temperature (°C)	lowest temperature (°C)	Average temperature (°C)	Relative Humidity (%)
October	46.5	9	35.3	22.7	29	76.65
November	44.3	8	36.7	21.9	29.3	76.77
December	0	0	34.7	18.9	26.8	71.61
January	7	1	35.7	17.9	26.8	68.35
February	35.4	2	38	20.8	29.4	64.38
March	0	0	41.5	23	32.25	57.27
April	25.4	6	43.5	25.8	34.65	57.3
May	101.4	11	43.4	25.7	34.55	71.52
June	164	17	40.1	25.5	32.8	76.87
July	127.7	14	38.5	25.6	32.05	87.07
August	45.3	14	38	24.8	31.4	82.06
September	245.2	19	37.5	23.5	30.5	82
Total	842.2					
Average			38.57	23.08	30.79	72.65

Phetchabun Weather Station

Table 2 Results of analysis of soil properties of farmer plots in 2023

name	Location	PH	OM	N	P	K	ECE	Texture
Mr. Somporn Onon	Mueang District	7.2	2.28	0.11	135	266	24	Clay
Mrs. Rattanakorn Thueanma	Mueang District	7.41	1.86	0.09	61.5	270	22.1	Sandy Loam

Table 3 Stem growth of cocoa fields in Phetchabun Province, 2022-2023.

Farmer Name	Plant height (cm.)	Length of circumference of the base of the tree (cm.)	Canopy size, north-south direction (cm.)	Canopy size, east-west direction (cm.)	Height of branch (cm.)	Number of main branches
Mr. Somporn Onon	358.66	41.35	342.18	324.55	73.95	3.14
Mrs. Rattanakorn Thueanma	307.65	38.85	319.70	313.03	82.47	3.67
Average	333.15	40.1	330.94	318.79	78.21	3.40

Table 4 Development of cocoa trees of of Mr. Somporn On-on.in 2022-2023

Month	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
October	1.30	9.50	15.70	2.58	4
November	3.55	11.85	8.44	5.42	4.16
December	1.39	12.15	6.80	7.96	7.44
January	3.88	7.82	4.18	9.57	5.97
February	36.31	86.24	3.02	7.55	5.50
March	4.59	19.69	0.68	8.78	4.60
April	6.64	25.05	1.94	7.63	5.20
June	89.72	79.97	2.10	4.18	4.17
August	2.23	90	6.80	5.72	2.16
Average	16.62	38.03	5.51	6.59	4.8

Table 5 Development of cocoa trees of Mrs. Rattanakorn Thueanma in2022- 2023

Month	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
October	1.19	19.94	18.76	8.02	6.78
November	1.35	3.15	14.36	12.74	8.04
December	2.73	7.35	13.44	18.40	9.32
January	1.65	7.34	10.09	14.68	5.2
February	20.22	15.95	2.84	12.40	8.95
March	22.56	11.97	2.28	18.22	4.4
April	7.26	14.98	2.55	16.68	5.44
June	80	67.12	2.43	12.50	3.55
August	1.19	19.94	5.88	8.02	2.06
Average	15.53	18.63	8.07	13.51	5.97

Table 6 Development of cocoa trees of in Phetchabun Province in 2022-2023

Month	% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
October	1.24	14.72	17.23	5.30	5.39
November	2.45	7.50	11.40	9.08	6.10
December	2.06	9.75	10.12	13.18	8.38
January	2.76	7.58	7.13	12.12	5.58
February	28.26	51.09	2.93	9.975	7.22
March	13.57	15.83	1.48	13.5	4.50
April	6.95	20.01	2.24	12.15	5.32
June	84.86	73.54	2.26	8.34	3.86
August	1.71	54.97	6.34	6.87	2.11
Average	15.95	28.33	6.79	10.05	5.38

Table 7 Relationship of climate and cocoa development in Phetchabun Province in 2022-2023

climate		% of young shoots	% of flowering	Number of young pods	Number of withered pods	Number of ripe pods
Total rainfall (mm)	Pearson Correlation	.880**	.550	-.047	-.653	-.416
Number of rainy days	Pearson Correlation	.520	.537	.204	-.775*	-.748*
Number of rainy days	Pearson Correlation	.275	.808**	-.686*	.170	-.233
lowest temperature (°C)	Pearson Correlation	.351	.438	-.148	-.491	-.683*
Relative Humidity (%)	Pearson Correlation	.144	.265	.616	-.678*	-.472

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยทะเล

Efficiency in Adsorbing Orthophosphate with Calcium Carbonate and Calcium Oxide Obtained from Sea Shells

ศักดิ์สิทธิ์ ฤกษ์หริ่ง[1], กังสดาลย์ บุญปราบ[2], ธีระพงศ์ ด้วงดี[1] และจินตนา สและน้อย[1*]

Lerkring, S.[1], Boonprab, K.[2], Duangdee, T.[1] and Salaenoi, J.[1*]

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2] ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2] Department of Fishery Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, 10900

**Corresponding author: ffisjid@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

เปลือกหอยจัดเป็นขยะที่ยังคงประโยชน์เนื่องจากเป็นแหล่งของแคลเซียม โดยเฉพาะแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์จะนำเปลือกหอยเหลือทิ้งจากตำบลพุมเรียง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หอยตลับ (*Meretrix meretrix)* และหอยแครงบิด (*Trisidos semitorta)* มาผลิตเป็น $CaCO_3$ และ CaO จากนั้นนำมาศึกษาความสามารถในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลอง ผลการศึกษาระยะเวลาต่อร้อยละของการดูดซับเมื่อทดลองใช้ $CaCO_3$ ปริมาณ 0.5 g และ CaO 0.05 g ในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตความเข้มข้น 40 µmol/L ปริมาตร 50 ml ในช่วงเวลา 10-180 min พบว่า $CaCO_3$ สามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตได้ดีที่สุดที่เวลา 180 min ซึ่งมีร้อยละของการดูดซับเท่ากับ 23.84±3.28, 31.40±1.78 และ 25.71±2.41 ส่วน CaO แสดงการดูดซับออร์โธฟอสเฟตดีที่สุดที่เวลา 150 min ซึ่งมีร้อยละของการดูดซับเท่ากับ 99.37±0.13, 98.74±0.67 และ 97.43±1.08 เมื่อใช้ $CaCO_3$ และ CaO ที่ผลิตมาจากหอยตลับ หอยแครงบิด และ $CaCO_3$ และ CaO ที่ผลิตมาจากการค้า ตามลำดับ โดยพบว่าระยะเวลามีผลต่อร้อยละของการดูดซับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของตัวดูดซับมีความแตกต่างต่อร้อยละการดูดซับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับได้มากยิ่งขึ้น CaO มีประสิทธิภาพสูงกว่า $CaCO_3$ ในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่าเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดซึ่งเป็นเปลือกหอยขยะสามารถใช้เป็นตัวดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียได้เป็นอย่างดี สามารถใช้ทดแทน $CaCO_3$ และ CaO ที่ผลิตมาจากการค้าได้ และมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อยอดเพื่อนำไปใช้ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนโดยไม่ส่งผลเสียต่อระบบนิเวศ อีกทั้งยังเป็นวิธีการกำจัดขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: เปลือกหอย แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมออกไซด์ ออร์โธฟอสเฟต

Abstract

Shells are considered useful waste because they are sources of calcium especially calcium carbonate ($CaCO_3$) and calcium oxide (CaO). This research aims to use 2 species of waste shells, Asiatic hard clam (*Meretrix meretrix*) and semi-twisted ark (*Trisidos semitorta*) collected from Phum Riang District, Surat Thani Province, for production of $CaCO_3$ and CaO and study the ability to adsorb orthophosphate in simulated wastewater. The duration time of adsorption over a period of 10-180 min when using 0.5 grams of $CaCO_3$ and

0.05 grams of CaO to adsorb 40 µmol/L orthophosphate at volume 50 ml, found that $CaCO_3$ showed the maximum adsorbed orthophosphate at 180 min with percentages of 23.84±3.28, 31.40±1.78 and 25.71±2.41, while CaO was at 150 minutes with percentages of 99.37±0.13, 98.74±0.67 and 97.43±1.08 when using $CaCO_3$ and CaO produced from shells of Asiatic hard clam, semi-twisted ark and those produced commercially, respectively. It was found that duration time had a statistically significant difference in the effect on adsorption ($P<0.05$). In addition, the amount of adsorbent per percentage of adsorption was a statistically significant difference ($P<0.05$). Increasing the amount of adsorbent would be increased the efficiency of adsorption. Cao was more effective than $CaCO_3$ in adsorbing orthophosphate in the simulated wastewater. The results clearly showed that the trash shells of Asiatic hard clam and semi-twisted ark can be used as an orthophosphate adsorbent in wastewater and can replace $CaCO_3$ and CaO produced commercially. They have the potential to be further developed for using in sustainable environmental management without having a negative effect on the ecosystem. It is also an environmentally friendly method of waste disposal.

Keywords: shells, calcium carbonate, calcium oxide, orthophosphate

บทนำ

หอยเป็นสัตว์น้ำที่มีส่วนประกอบเป็นเปลือกแข็ง เรียกว่าเปลือกหอย กาบหอย หรือ ฝาหอย โดยเปลือกแข็งทำหน้าที่ปกป้องร่างกายที่อ่อนนุ่มเพื่อให้หอยสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ (Suzuki and Nagasawa, 2013) หอยเป็นสัตว์น้ำที่นิยมนำมาบริโภค ซึ่งจะบริโภคเฉพาะในส่วนที่เป็นเนื้อและทิ้งส่วนที่เป็นเปลือกแข็ง ดังนั้นการบริโภคหอยเป็นจำนวนมาก ย่อมก่อให้เกิดเปลือกหอยเหลือทิ้งมากเช่นกัน (Omari et al., 2016) โดยเปลือกหอยมีส่วนประกอบหลักเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและมีรายงานว่าหอยทะเลมีส่วนประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนตถึงร้อยละ 95-99 (Barros et al., 2009; Yao et al., 2013)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นจังหวัดที่มีชื่อเสียงในเรื่องของหอยโดยนับรวมหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงและจากการจับในธรรมชาติ เปลือกหอยที่เป็นขยะเหลือทิ้งนั้น นอกจากจะเป็นหอยเศรษฐกิจที่มีการบริโภคเป็นจำนวนมากแล้ว ยังมีเปลือกหอยอีกหลายชนิดในท้องถิ่นที่มีการทิ้งภายหลังจากการบริโภคเช่นกัน ซึ่งก็มีขนาดเปลือกที่ใหญ่ เปลือกหนา มีโครงสร้างส่วนมากเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและสามารถนำมาผลิตปูนขาวได้เช่นเดียวกัน เช่น หอยแครงบิด และหอยตลับ เป็นต้น ซึ่งหอยแครงบิด หรือหอยบิด (*Trisidos semitorta*, Lamarck, 1819) เป็นหอยที่ขอบฝาจะมีรอยบิดเป็นเกลียวแต่ประกบกันได้พอดีแม้ว่าฝาทั้งคู่จะมีขนาดไม่เท่ากันก็ตาม มักจะฝังตัวครึ่งหนึ่งไว้ในในทรายเบื้องล่างกระแสน้ำลึกของทะเล ส่วนอีกครึ่งหนึ่งบิดเป็นเกลียวในระนาบเดียวกันกับพื้นผิวทราย (Vararin Vongpanich,1996; สุเมตต์ และคณะ, 2566) ส่วนหอยตลับหรือหอยตลับลาย (*Meretrix meretrix*, Linnaeus, 1758) เป็นหอยที่มีเปลือกหนา มีรูปร่างคล้ายไข่ ส่วนมากมีสีขาว หรือน้ำตาลเงา บางตัวมีลวดลายบนผิวเป็นลายซิกแซก (สุเมตต์ และคณะ, 2566) จากการรายงานของ กรมประมง (2566) พบว่าในการจับหอยจากการทำประมงพื้นบ้านในปี 2565 มีหอยชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่หอยเศรษฐกิจ มีปริมาน 4,987.07 ตัน ทั้งนี้หอยตลับ (*Meretrix meretrix)* และหอยแครงบิด (*Trisidos semitorta)* ก็ถูกนับรวมอยู่ในนั้นเช่นกัน ทั้งนี้จากการคำนวณสัดส่วนของเปลือกหอยเหลือทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 75 - 90 จากจำนวนน้ำหนักหอยทั้งหมดที่ผลิตได้ (Hamester et al., 2012) ซึ่งในการใช้ประโยชน์ของเปลือกหอย นอกจากการนำมาผลิตปูนขาวแล้ว เปลือกหอยยังไม่มีการนำมาใช้งานที่โดดเด่นและมักจะถูกนำไปทิ้งทำให้กลายเป็นขยะชีวภาพที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์และยังเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค เนื่องจากเปลือกหอยเหลือทิ้งมีอยู่มากมาย และมีศักยภาพสูงที่จะใช้เป็นแหล่งแคลเซียมคาร์บอเนตราคาถูกได้ จึงมีรายงานการนำเปลือกหอยมาใช้เป็นแหล่งแคลเซียมคาร์บอเนตทดแทนการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจากเหมืองหิน (Mohamad et al., 2016)

แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารประกอบทางเคมีที่มีสูตร $CaCO_3$ เกิดจากองค์ประกอบของคาร์บอนไดออกไซด์และแคลเซียม จัดเป็นอนินทรีย์สารที่พบได้ทั่วไปในหินในทุกส่วนของโลก (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นหินปูน) และยังเป็นส่วนประกอบหลักของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น เปลือกไข่ ปะการัง เปลือกหอย (สุภกร และคณะ, 2015) เมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิที่สูง 900 – 1,200 $^{\circ}C$

แคลเซียมคาร์บอเนตก็เกิดการสลายตัวเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (Galván-Ruiz et al., 2009) เนื่องจากคุณสมบัติที่หลากหลาย แคลเซียมคาร์บอเนตจึงมีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายในงานหลายด้าน เช่น ใช้เป็นตัวเติมในอุตสาหกรรมของกระดาษ หมึก อาหารสัตว์ พลาสติก กาว และยาง (Islam et al., 2011) ใช้ในทางเกษตรและประมงเพื่อปรับสภาพดินหรือน้ำที่เป็นกรด (West and McBride, 2005; สุภกร และคณะ, 2015) และเป็นวัสดุดูดซับทางชีวภาพเพื่อกำจัดโลหะหนัก (Ahmad et al., 2012) เป็นต้น ส่วนแคลเซียมออกไซด์ (CaO) หรือปูนขาว มีสีขาวหรือเทา ไม่มีกลิ่น ลักษณะเป็นก้อนหรือเป็นผง สามารถดูดซับออกซิเจนและน้ำจากอากาศได้ดี เมื่อละลายในน้ำจะเกิดเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CaOH) และความร้อน แคลเซียมออกไซด์ได้จากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนต เช่น หินปูน หินอ่อน เปลือกหอย แคลเซียมออกไซด์มีฤทธิ์กัดกร่อนที่รุนแรง มักใช้เป็นวัสดุปูนสำหรับใช้ในการเกษตร โดยเฉพาะในการปรับ pH (Mohamed et al., 2012)

จากการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมที่มาจากชุมชนบ้านเรือน การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง การทำเกษตร หรือโรงงานอุตสาหกรรม ได้ปล่อยของเสียซึ่งมีสารอาหารจำนวนมากลงในแหล่งน้ำ (Smith et al., 1999) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารที่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัส หรือ ฟอสเฟตซึ่งนับเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตทางชีวภาพ (Ye et al., 2017) ทะเลได้โดยตรง (ประเดิม และคณะ, 2562) ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Red tide) ซึ่งเป็นปัญหาที่พบมากในหลายพื้นที่ของประเทศและอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ (Val H. Smith, 2003; Wu et al., 2020) มีรายงานการใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อกำจัดฟอสเฟตออกจากน้ำทิ้ง เช่น การนำปูนขาวมากำจัดฟอสเฟต โดยการเติมปูนขาวที่เป็นตัวก่อตะกอนลงไปในน้ำเสีย ทำให้ฟอสเฟตตกตะกอน แล้วจึงแยกตะกอนฟอสเฟตออกจากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว (เพ็ญ สุขมาก, 2543) เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจในการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอย และนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ โดยการผลิตแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอย และนำมาทดสอบความสามารถในการบำบัดน้ำเสียโดยการดูดซับออร์โธฟอสเฟต ซึ่งเปลือกหอยที่ใช้เป็นเปลือกหอยเหลือทิ้งจากการบริโภคที่จับได้จากการทำประมงพื้นบ้านจากตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ หอยตลับ และหอยแครงบิด ทั้งนี้นับเป็นการเพิ่มทางเลือกในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการบริโภคไปใช้ประโยชน์พร้อมกับช่วยลดและกำจัดขยะจากชุมชน อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าขยะชีวภาพ และหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การรวบรวมตัวอย่างเปลือกหอย

รวบรวมตัวอย่างเปลือกหอยตลับและหอยแครงบิด จากแหล่งขายหอยในชุมชน ตำบลพุมเรียง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากนั้นนำเปลือกหอยมาล้างน้ำให้สะอาด ตากให้แห้ง ตรวจสอบลักษณะโดยทั่วไปของเปลือกหอย เช่น สี ขนาด (Figure 1) ก่อนนำเก็บในโถดูดความชื้น เพื่อทำการทดลองต่อไป



(a) (b)

Figure 1 Shells used in the study; asiatic hard clam shells (a), semi-twisted ark shells (b)

2. การเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอย

วิธีการเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยปรับใช้จากวิธีของ Paradelo et al. (2016) โดยนำเปลือกหอยแห้งมาอบที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 1 hour จากนั้นตัดและบดให้มีขนาดเล็กลง นำไปร่อนผ่านตะแกรงกรองขนาด 500 µm และเก็บรักษาสภาพในโถดูดความชื้น ส่วนการเตรียมแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยปรับใช้จากวิธีของ Paradelo et al. (2016) โดยนำเปลือกหอยที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงกรองขนาด 500 µm มาเผาด้วยเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 900 °C ระยะเวลา 6 hour จากนั้นเก็บรักษาในโถดูดความชื้น

3. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับออร์โธฟอสเฟตด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอย

ในการศึกษาครั้งนี้มีแนวคิดที่ว่าแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ และเปลือกหอยแครงบิดจะสามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลองได้ ดังนั้นปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลองจะมีปริมาณลดลงเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค spectrophotometry (Figure 2) เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษาจึงเลือกปัจจัย 2 ชนิด คือ ระยะเวลาในการดูดซับ และปริมาณตัวดูดซับต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต

นำแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยที่เตรียมไว้ มาศึกษาปัจจัยของระยะเวลาในการดูดซับและปริมาณตัวดูดซับต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต โดยการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของสารละลายออร์โธฟอสเฟตเท่ากับ 40 µM ปริมาตร 50 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยน้ำหนัก 0.5 g ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายออร์โธฟอสเฟต (ในกรณีของแคลเซียมออกไซด์ ใช้น้ำหนัก 0.05 g ส่วนคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากทางการค้าจะใช้ปริมาณเดียวกันกับตัวอย่างจากเปลือกหอย) เก็บตัวอย่างสารละลายหลังการดูดซับทุก ๆ 10 min ภายในระยะเวลา 60 min และทุกๆ 30 min จนครบ 180 min โดยเตรียมตัวอย่างในการทดลองช่วงเวลาละ 3 ซ้ำ เมื่อได้ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการดูดซับแล้ว จึงศึกษาปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในช่วงเวลาที่เหมาะสมดังกล่าว สำหรับแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยจะใช้ปริมาณ 1.0, 0.5 และ 0.25 g ส่วนแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยจะใช้ปริมาณ 0.1, 0.05 และ 0.02 g

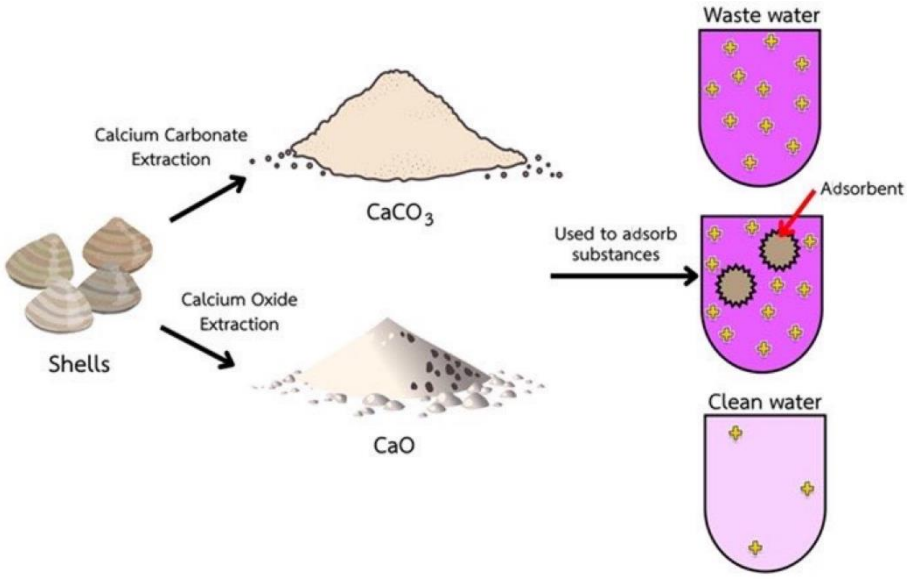


Figure 2 Concept of using calcium carbonate and calcium oxide from asiatic hard clam and semi-twisted ark shells adsorption of orthophosphate in simulated wastewater

4. การวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลอง

การวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟตใช้วิธี Ascorbic acid ดำเนินการตามวิธีของ กรมประมง (2562) โดยปิเปตน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรอง 25 ml เติม Ascorbic acid 0.5 ml (Ascorbic acid 2.5 g + น้ำกลั่น 12.5 ml + 4.5 mol/L H_2SO_4 12.5 ml) เติม Mix reagent 0.5 ml (Mix reagent: 4.5 mol/L H_2SO_4 35 ml + 1.25 g $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ 12.5 ml +0.04

g K(SbO) $C_4H_4O_6$ 2 ml) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 min วัดค่าดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 880 nm นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างไปหาความเข้มข้นโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน คำนวณค่าร้อยละการดูดซับฟอสเฟต ตามสมการ

$$\text{ร้อยละการดูดซับ} = \frac{(C_0-C_e) \times 100}{C_0}$$

เมื่อ C_0 คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของฟอสเฟต

C_e คือ ความเข้มข้นสมดุลของฟอสเฟต

การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายฟอสเฟต โดยการชั่งสาร Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) 136.09 mg ละลายในน้ำกลั่น แล้วใส่ลงใน volumetric flask เติม 4.5 mol/L H_2SO_4 0.2 ml จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1,000 ml จะได้สารละลายความเข้มข้นฟอสเฟตเท่ากับ 1000 µm/L ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตที่ได้ 100 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1000 ml จะได้สารละลายความเข้มข้นฟอสเฟตเท่ากับ 100 µm/L จากนั้นปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตเจือจาง 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 และ 5 ml ใส่ใน volumetric flask ขนาด 50 ml แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 50 ml จะได้สารละลายความเข้มข้น 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 และ 10 µm/L ตามลำดับ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 880 nm บันทึกและนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานของฟอสเฟต

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ในเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดแสดงด้วยค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าการดูดซับแสดงผลเป็นร้อยละการดูดซับ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ด้วย one-way ANOVA และ t-test ($p<0.05$) โดยใช้โปรแกรม PSPP และ Microsoft Excel

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ลักษณะทั่วไปของเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิด

ลักษณะตัวอย่างเปลือกหอยตลับที่นำมาศึกษา พบว่าเปลือกค่อนข้างหนา เป็นมันเงา มีสีและลวดลายต่างกันตั้งแต่สีขาวเรียบ สีครีม สีน้ำตาลอ่อน ไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม บางตัวมีลวดลายบนผิว มีรูปร่างคล้ายรูปไข่ และพบชั้นของวงเปลือกหอยที่เกิดจากการสร้างเปลือกเป็นชั้นๆ ตั้งแต่บริเวณปลายขั้วเปลือกลงมาเป็นแนวขนานกับขอบของเปลือกหอย ทำให้เปลือกมีพื้นผิวไม่เรียบเท่ากัน เปลือกด้านในมีสีขาวค่อนข้างเรียบ มีรอยของกล้ามเนื้อยึดเปลือกที่หลุดไปแล้ว มีรอยขอบและรอยเว้าของแผ่นเนื้อเป็นแนวขนานกับขอบของเปลือกหอยขั้น โดยพื้นที่ด้านนอกรอยที่แบ่งจะมีลักษณะผิวมันเงา พื้นที่ฝั่งในรอยจะเป็นผิวขาวและด้านกว่า บริเวณบานพับมีซี่ฟันที่เล็กและถี่เป็นจำนวนมากแต่ไม่เท่ากันและมีขนาดเล็กเรียงเป็นระเบียบ บริเวณบานพับมีซี่ฟัน 3 -4 ซี่ (Figure 1 a)

ส่วนลักษณะตัวอย่างเปลือกหอยแครงบิดหรือหอยบิด พบว่าเปลือกหอยมีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยม ฝาหอยทั้งสองฝามีขนาดไม่เท่ากัน แต่สามารถประกบกันได้พอดีในเปลือกที่เป็นคู่เดียวกัน ฝาหอยด้านซ้ายจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าฝาหอยด้านขวา และฝาหอยด้านซ้ายจะมีรอยบิดที่มากกว่าฝาหอยทางด้านขวาทาง ด้านท้ายมีขนาดใหญ่กว่าทางด้านหน้ามาก ผิวเปลือกด้านนอกพบเส้นใยที่หนาสีน้ำตาลปกคลุม เปลือกมีลักษณะเป็นร่องและสันตื้นๆ บนเปลือกทั้งสองด้าน และพบชั้นของรอยวงเปลือกหอยเป็นชั้นๆ เช่นเดียวกับเปลือกหอยตลับ โดยบริเวณใกล้ขอบเปลือกวงเปลือกจะเป็นชั้นที่แยกกันอย่างเห็นได้ชัด เปลือกด้านในมีรอยของกล้ามเนื้อยึดเปลือก พื้นผิวเปลือกด้านในมีรอยขอบและรอยเว้าแผ่นเนื้อขั้น โดยพื้นที่ด้านนอกรอยที่แบ่งจะมีลักษณะผิวมันเงา พื้นที่ฝั่งในรอยจะเป็นผิวด้านกว่าและสีออกไปทางสีเหลืองอ่อนๆ ตรงบริเวณบานพับมีซี่ฟันที่เล็กและถี่เป็นจำนวนมากแต่ไม่เท่ากันและมีขนาดเล็กเรียงเป็นระเบียบ (Figure 1 b)

ผลการศึกษาลักษณะของเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดภายหลังจากการเผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิ 900 °C พบว่า เปลือกหอยจะมีสีขาวขึ้น แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับเปลือกหอยก่อนเผา (Figure 3) และมีการสูญเสียน้ำหนักไป

กว่าร้อยละ 45 โดยมีน้ำหนักเหลืออยู่ร้อยละ 55.88±0.10 และ 56.14±0.09 ในเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิด ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนต (ที่เป็นโครงสร้างหลักในเปลือกหอย) กลายเป็นแคลเซียมออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังเช่นมีการรายงานการศึกษาในหอยชนิดอื่น (Galván-Ruiz et al., 2009; Li et al., 2009; สุภกร และคณะ, 2015)



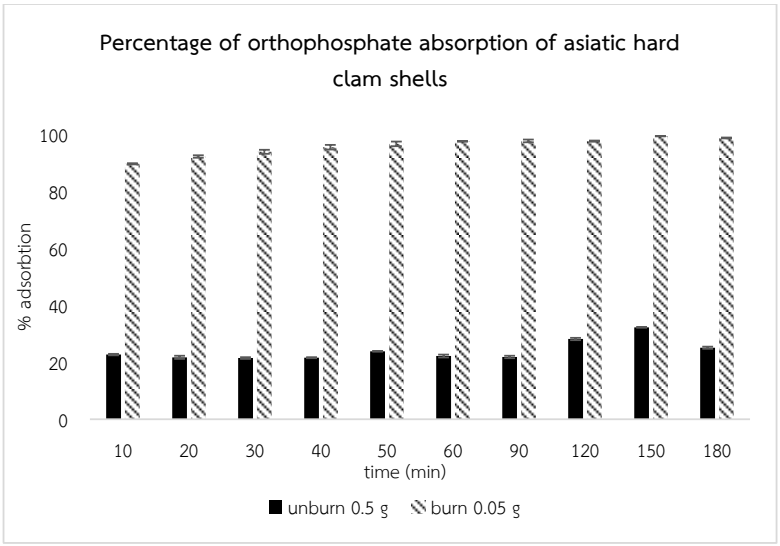
Figure 3 Unburned and burnt crushed seashells; Unburned crushed asiatic hard clam shells (a), Crushed asiatic hard clam shells are burned at 900 °C. (b), Unburned crushed semi-twisted ark shells (c) and Crushed semi-twisted ark shells are burned at 900 °C. (d)

การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต

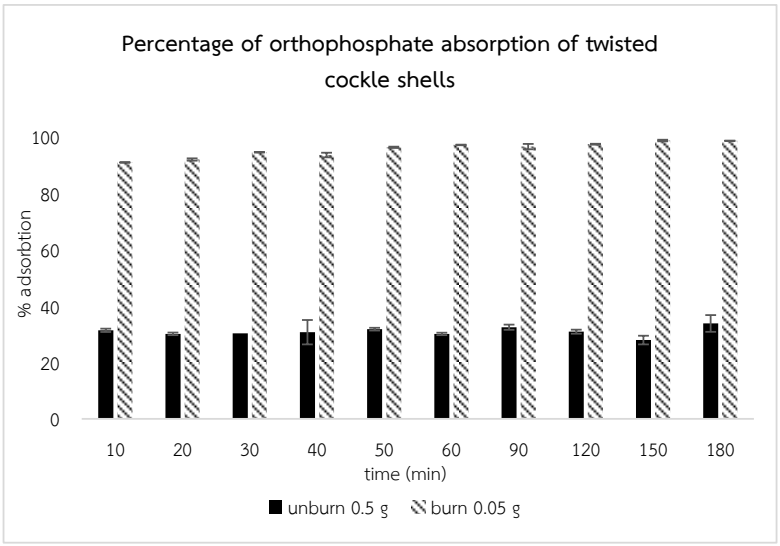
ผลการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลองด้วยตัวดูดซับชนิดแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างจากทางการค้า พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตสามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตได้ดีที่สุดที่เวลา 180 min โดยที่แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างจากทางการค้า มีร้อยละของการดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 23.84±3.28, 31.40±1.78 และ 25.71±2.41 ตามลำดับ (Figure 4) ในการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยและจากทางการค้าเป็นสารดูดซับ โดยภาพรวมสามารถดูดซับได้ไม่เกินร้อยละ 35 ตลอดช่วงเวลาการทดลอง และมีปริมาณการดูดซับออร์โธฟอสเฟตที่แตกต่างกันเล็กน้อยในทุกเวลาของวัสดุดูดซับทุกชนิด

เมื่อใช้แคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยเผาและตัวอย่างทางการค้าในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ประสิทธิภาพการดูดซับสูง มีค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 90 และจากกราฟแสดงการดูดซับ พบว่าการดูดซับค่อนข้างดีและสูง เวลาที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 150 min ร้อยละของการดูดซับเฉลี่ยเท่ากับ 99.37±0.13, 98.74±0.67 และ 97.43±1.08 เมื่อใช้แคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และที่ผลิตมาจากการค้า ตามลำดับ (Figure 4) โดยพบว่าระยะเวลาที่มีการดูดซับสูงสุดมีค่าแตกต่างจากระยะเวลาที่มีการดูดซับน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลการศึกษาเป็นที่ประจักษ์ว่าแคลเซียมออกไซด์มีประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลองสูงกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Oladoja et al., (2015) นอกจากนี้ Sylwia et al., 2020) และ (Oladoja et al., (2015) ยังอธิบายถึงสาเหตุที่แคลเซียมออกไซด์มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการกระจายขนาดรูพรุนซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากการเผาหรือการให้ความร้อนสูง

(a)



(b)



(c)

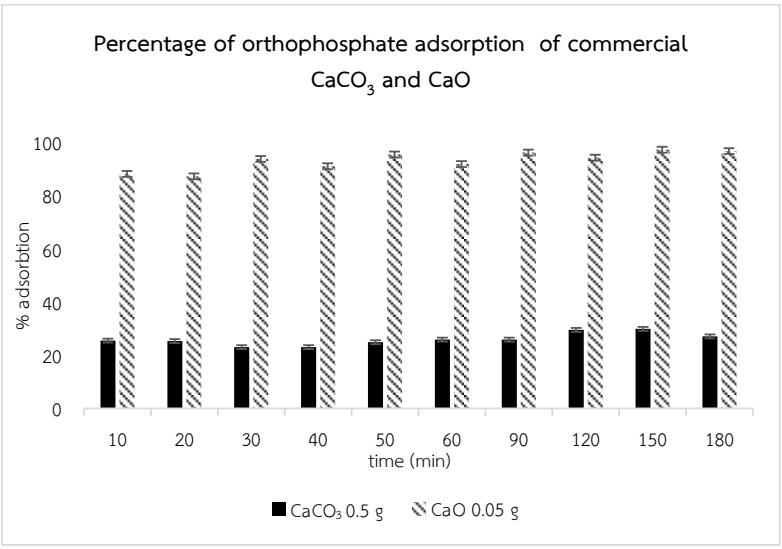


Figure 4 Adsorption of orthophosphate of calcium carbonate and calcium oxide from adsorbents at different time points; percentage adsorption using asiatic hard clam shells (a), percentage adsorption using twisted cockle shell (b) and percentage adsorption using commercial calcium carbonate and calcium oxide samples (c)

การศึกษาอิทธิพลของปริมาณตัวดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต

ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณตัวดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต พบว่าปริมาณตัวดูดซับที่ใช้ในการดูดซับมีผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับได้มากยิ่งขึ้น (Table 1) ในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยและจากทางการค้า พบว่า เมื่อใช้ปริมาณตัวดูดซับเท่ากับ 0.25, 0.5 และ 1.0 g ส่งผลให้เกิดการดูดซับออร์โธฟอสเฟตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับมากขึ้น จะทำให้พื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ตัวดูดซับสามารถดูดซับออร์โธฟอสเฟตได้มากขึ้น โดยประสิทธิภาพในการดูดซับดีที่สุดคือ ปริมาณ 1.0 g ซึ่งมีค่าร้อยละการดูดซับในเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างทางการค้า เท่ากับ 53.58±0.89, 73.15±1.54 และ 52.48±2.74 ตามลำดับ โดยที่ค่าการดูดซับของเปลือกหอยแครงบิดสูงกว่าเปลือกหอยตลับ และตัวอย่างทางการค้าเมื่อใช้ตัวดูดซับปริมาณ 0.5 และ 1.0 g อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) ซึ่งแตกต่างจากการใช้ปริมาณ 0.25 g ที่มีประสิทธิภาพการดูดซับจะไม่เกินร้อยละ 16

Table 1 Percentage of calcium carbonate adsorption from shells and commercial material samples

Types of calcium carbonate	Amount of adsorbent material (g)			
	0.25	0.50	1.0	p-value
Asiatic hard clam shells	14.98±2.30	32.24±0.93	53.58±0.89	$1.11x10^{-5}$
Semi-twisted ark shells	14.77±1.37	27.95±1.10	73.15±1.54	$8.44x10^{-9}$
Commercial material	15.78±0.58	29.97±1.16	52.48±2.74	$1.95x10^{-7}$

จากการดูดซับออร์โธฟอสเฟตโดยใช้วัสดุดูดซับเป็นแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยและจากทางการค้า ในปริมาณ 0.02, 0.05 และ 0.1 g ในเวลา 150 min พบว่าการเพิ่มหรือลดปริมาณของตัวดูดซับมีผลต่อการดูดซับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 2) เมื่อใช้วัสดุดูดซับปริมาณ 0.02 g การดูดซับอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไป โดยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างจากการค้าดูดซับได้ร้อยละ 92.55±0.88, 92.80±0.33 และ 90.40±1.53 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับเป็น 0.05 g ส่งผลให้การดูดซับดีมากขึ้น โดยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างจากการค้าดูดซับได้ร้อยละ 99.37±0.13, 98.74±0.67 และ 97.43±1.08 ตามลำดับ และหลังจากการใช้ปริมาณวัสดุดูดซับที่ 0.10 g พบว่ามีการดูดซับสูงที่สุด โดยมีการดูดซับร้อยละ 99.71±0.19, 99.83±0.07 และ 99.75±0.13 ด้วยแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกหอยตลับ เปลือกหอยแครงบิด และตัวอย่างจากการค้า ตามลำดับ ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Kim et al., (2009) ที่รายงานว่าการกำจัดฟอสฟอรัสจะดีขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตและมวลของวัสดุดูดซับ นอกจากนี้ การกำจัดฟอสฟอรัสยังได้รับอิทธิพลจากพื้นที่ผิวเฉพาะและประเภทของวัสดุ ดูดซับอีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดูดซับฟอสเฟตด้วยเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดในการทดลองในครั้งนี้กับ วิภารัตน์ ชัยเพชร (2014) พบว่ามีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพการดูดซับฟอสฟอรัสของเปลือกหอยนางรมร้อยละ 80.00 เปลือกหอยแครงร้อยละ 53.88 และเปลือกหอยแมลงภู่ร้อยละ 89.67

Table 2 Percentage of calcium oxide adsorption from shells and commercial material samples

Types of calcium oxide	Amount of adsorbent material (g)			
	0.02	0.05	0.10	p-value
Asiatic hard clam shells	92.55±0.88	99.37±0.13	99.71±0.19	$0.05x10^{-8}$
Semi-twisted ark shells	92.80±0.33	98.74±0.67	99.83±0.07	$0.05x10^{-10}$
Commercial material	90.40±1.53	97.43±1.08	99.75±0.13	$0.01x10^{-2}$

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตระหว่างตัวอย่างก่อนเผา (แคลเซียมคาร์บอเนต) และหลังเผา (แคลเซียมออกไซด์) ที่อุณหภูมิ 900 °C แล้วพบว่า หลังจากทำการเผาแล้วประสิทธิภาพการดูดซับสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ เสาวภา ไวยสุศรี (2559) เมื่อใช้แคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่ในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต ทั้งนี้เนื่องมาจากหลังผ่านการเผาได้เกิดการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ซึ่งมีความสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต (Mohamed et al., 2012) ทำให้สามารถจับกับออร์โธฟอสเฟตได้ดีกว่า นอกจากนี้ความสามารถในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตที่ต่างกันของเปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดยังอาจจะมาจากรูปร่างลักษณะที่ต่างกัน เช่น พื้นผิว ความมันวาว ความหนา องค์ประกอบอื่นๆ ที่แตกต่างกัน (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2539; สุชาติ และคณะ, 2538) ทำให้ความสามารถในการดูดซับมีความต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแคลเซียมจากเปลือกหอยมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการกำจัดฟอสเฟตในน้ำเสีย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ฐิติชญา บุรีรัตน์ (2555) ที่ระบุว่าการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลจำเป็นต้องอาศัยสารเคมีที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมในการกำจัด

สรุป

เปลือกหอยตลับและเปลือกหอยแครงบิดมีองค์ประกอบของแคลเซียมชนิดแคลเซียมคาร์บอเนต แต่หลังจากการเผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิ 900 °C แคลเซียมคาร์บอเนตจะเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตไปประมาณร้อยละ 45 ในการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต พบว่าระยะเวลามีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ แคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยและตัวอย่างจากทางการค้า สามารถดูดซับได้ไม่เกินร้อยละ 35 ในช่วงเวลา 10-180 min ซึ่งเวลาที่ดีที่สุดในการทดลองการดูดซับเท่ากับ 180 min เมื่อเปลี่ยนวัสดุดูดซับไปเป็นแคลเซียมออกไซด์พบว่า มีประสิทธิภาพในการดูดซับที่สูงตั้งแต่ช่วงเวลาเริ่มต้นและเริ่มคงที่ที่ช่วงเวลา 150 min ในการศึกษาอิทธิพลของปริมาณตัวดูดซับที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟต พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวดูดซับ จะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับเช่นกัน วัสดุดูดซับที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ เปลือกหอยแครงบิด เปลือกหอยตลับ และตัวอย่างจากทางการค้า ตามลำดับ แคลเซียมออกไซด์มีประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตสูงกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตอย่างชัดเจน จากการศึกษาจะเห็นว่าเปลือกหอยตลับ และเปลือกหอยแครงบิดสามารถนำมาใช้ในการดูดซับฟอสเฟตได้และมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อยอดเพื่อนำไปใช้ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนโดยไม่ส่งผลเสียต่อระบบนิเวศ สามารถนำมาใช้ทดแทน แคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากทางการค้า อีกทั้งยังเป็นวิธีการกำจัดขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

มีข้อเสนอแนะให้มีการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการดูดซับ เช่น ความแตกต่างของค่า pH อุณหภูมิ ความขุ่น เป็นต้น สำหรับการศึกษานี้เป็นการทดลองการดูดซับออร์โธฟอสเฟตในน้ำเสียจำลอง ดังนั้นเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างเป็นรูปธรรม จึงควรมีการทดสอบกับน้ำเสียที่มาจากแหล่งต่างๆ เพิ่มเติม อีกทั้งยังมีเปลือกหอยขยะที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งอีกหลากหลายชนิด จึงอาจนำเปลือกหอยชนิดอื่นมาศึกษาเพิ่มเติม เพื่อจะได้พบแหล่งของแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์ในการที่จะนำมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

Ahmad, M., Usman, A. R. A., Lee, S. S., Kim, S.-C., Joo, J.-H., Yang, J. E., & Ok, Y. S. (2012). Eggshell and coral wastes as low cost sorbents for the removal of Pb^{2+}, Cd^{2+} and Cu^{2+} from aqueous solutions. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 18(1), 198-204.

Al Omari, M. M. H., Rashid, I. S., Qinna, N. A., Jaber, A. M., & Badwan, A. A. (2016). Chapter Two - Calcium Carbonate. In H. G. Brittain (Ed.), Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology (Vol. 41, pp. 31-132): Academic Press.

Barros, M. C., Bello, P. M., Bao, M., & Torrado, J. J. (2009). From waste to commodity: transforming shells into high purity calcium carbonate. Journal of Cleaner Production, 17(3), 400-407.

Galván-Ruiz, M., Hernández, J., Baños, L., Noriega-Montes, J., & Rodríguez-García, M. E. (2009). Characterization of Calcium Carbonate, Calcium Oxide, and Calcium Hydroxide as Starting Point to the Improvement of Lime for Their Use in Construction. Journal of Materials in Civil Engineering, 21(11), 694-698.

Hamester, M. R. R., Balzer, P. S., & Becker, D. (2012). Characterization of calcium carbonate obtained from oyster and mussel shells and incorporation in polypropylene. Materials Research, 15, 204-208.

Islam, K. N., Bakar, M. Z. B. A., Noordin, M. M., Hussein, M. Z. B., Rahman, N. S. B. A., & Ali, M. E. (2011). Characterisation of calcium carbonate and its polymorphs from cockle shells (Anadara granosa). Powder Technology, 213(1), 188-191.

Kim, M. K., Park, J. H., Lee, K. H., & Joo, H. J. (2009). Phosphorus Removal from Wastewater by $CaCO_3$ Media. Journal of Korean Society on Water Environment, 25(4), 515-521.

Li, Y., Zhao, C., Chen, H., Duan, L., & Chen, X. (2009). CO_2 Capture Behavior of Shell during Calcination/Carbonation Cycles. Chemical Engineering & Technology, 32, 1176-1182.

Mohamed, M., Yousuf, S., & Maitra, S. (2012). Decomposition study of calcium carbonate in cockle shell. Journal of Engineering Science and Technology, 7, 1-10. Smith, V. H. (2003). Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. Environmental Science and Pollution Research, 10(2), 126-139.

Oladoja, N. A., Adelagun, R. O. A., Ahmad, A. L., & Ololade, I. A. (2015). Phosphorus recovery from aquaculture wastewater using thermally treated gastropod shell. Process Safety and Environmental Protection, 98, 296-308.

Paradelo, R., Conde-Cid, M., Cutillas-Barreiro, L., Arias-Estévez, M., Nóvoa-Muñoz, J. C., Álvarez-Rodríguez, E., . . . Núñez-Delgado, A. (2016). Phosphorus removal from wastewater using mussel shell: Investigation on retention mechanisms. Ecological Engineering, 97, 558-566.

Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental Pollution, 100(1), 179-196.

Suzuki, M., & Nagasawa, H. J. C. J. o. Z. (2013). Mollusk shell structures and their formation mechanism. *Canadian Journal of Zoology,* 91(6), 349-366.

Sy Mohamad, S. F., Mohamad, S., & Jemaat, Z. (2016). Study of calcination condition on decomposition of calcium carbonate in waste cockle shell to calcium oxide using thermal gravimetric analysis. Journal of Engineering and Applied Sciences, 11, 9917-9921.

Sylwia Gubernat, Adam Mas łoń, Joanna Czarnota, & Piotr Koszelnik. (2020). Reactive Materials in the Removal of Phosphorus Compounds from Wastewater—A Review. Materials, 13(15), 3377.

Val H. Smith. (2003). Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems a global problem. Environmental Science and Pollution Research, 10(2), 126-139. doi:10.1065/espr2002.12.142

Vararin Vongpanich. (1996). The Arcidae of Thailand Phuket Maine Biological Center Special Publication, 16, 177-192.

West, T. O., & McBride, A. C. (2005). The contribution of agricultural lime to carbon dioxide emissions in the United States: dissolution, transport, and net emissions. Agriculture, Ecosystems & Environment, 108(2), 145-154.

Wu, B., Wan, J., Zhang, Y., Pan, B., & Lo, I. M. C. (2020). Selective Phosphate Removal from Water and Wastewater using Sorption: Process Fundamentals and Removal Mechanisms. Environmental Science & Technology, 54(1), 50-66.

Yao, Z. T., Chen, T., Li, H. Y., Xia, M. S., Ye, Y., & Zheng, H. (2013). Mechanical and thermal properties of polypropylene (PP) composites filled with modified shell waste. Journal of Hazardous Materials, 262, 212-217.

Ye, Y., Ngo, H. H., Guo, W., Liu, Y., Li, J., Liu, Y., . . . Jia, H. (2017). Insight into chemical phosphate recovery from municipal wastewater. Science of The Total Environment, 576, 159-171.

เพ็ญ สุขมาก. (2543). การกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานอาหารทะเลกระป๋องโดยระบบ เอส บี อาร์. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวภา ไวยสุศรี. (2559). การกำจัดฟอสเฟตในน้ำเสียโดยการดูดซับด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่ไก่. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 3, 475-486.

กรมประมง. (2562). การวิเคราะห์ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และหลักการวิเคราะห์ (ascorbic acid method). คู่มือการวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการตรวจรับรอง มาตรฐานฟาร์ม, กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 179-181

กรมประมง. สถิติปริมาณการจับสัตว์ทะเลจากการทำประมงพื้นบ้าน ปี 2565. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/zswGE [เข้าถึงเมื่อ 19 มกราคม 2566].

ฐิติชญา บุรีรัตน์. (2555). การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6(1), 119-128.

ประเดิม อุทธยานมณี, ศุภชัย ยืนยง, เบญจวรรณ คชเสนี, & อนุกูล บูรณประทีปรัตน์. (2562). ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำสวี จังหวัดชุมพร ในฤดูน้ำมากและฤดูแล้ง ในปี พ.ศ. 2557 – 2558. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 24(2).

วิภารัตน์ ชัยเพชร. (2557). โครงการการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและ ของแข็ง แขวนลอยจากน้ำทิ้งบ่อกุ้งโดยใช้เปลือกหอยนางรม เปลือกหอยแมลงภู่ และเปลือกหอยแครง: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. เปลือกหอย. เข้าถึงได้จาก: https://shorturl.asia/iX9aM [เข้าถึงเมื่อ 13 ตุลาคม 2565].

สุชาติ อุปถัมป์, มาลียา เครือตราชู, เยาวลักษณ์ จิตรามวงศ์, & ศิริวรรณ จันทเตมีย์. (2538). สังขวิทยา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุภกร บุญยืน, มณฑา มาลัยทอง, อภิสิทธิ์ โพธิ์แก้ว, เบญญา เชิดหิรัญกร, & อิสรพงษ์ เชื้อสันเทียะ. (2015). การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย. Thai Journal of Science and Technology, 4(2), 115-122.

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาธรรมชาติ (การเลี้ยงแบบดั้งเดิม) ในบ่อดิน โดยอาศัยแหล่งน้ำจากคลองธรรมชาติ

Preliminary Study on Natural Fish Farming Operations (Extensive Farming) in Grow-Out Pond Utilizing Water from Natural Canal

รุ่งทิวา คนสันทัด[1] วาสนา อากรรัตน์[1] ธนวัฒน์ ศรีแจ่ม[2] คมชาญ อินทสุวรรณ์[2] สุภาพร รอบรู้[2] ราตรีทัศน์ นาใจตรอง[2] ธนาธร เสียดขุนทด[3] ภิญพันธ์ ภิญโญ[3] เขษมศักดิ์ ปะกินัง[3] ภากร เกี้ยวกระโทก[3] เวธกา ศรีเงิน[3] ชญากรณ์ ธงไชย[3] ศศิกานต์ ผ่องแผ้ว[3] กรองกาญจน์ คงเจือ[3] ชลดา ลีอร่าม[1] และ วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม[1*]

Konsantad, R.[1], Arkronrat, W.[1], Srijam, T.[2], Intasuwan, K.[2], Lobroo, S.[2], Najaitrong, R.[2], Seadkhuntod, T.[3], Phinyo, P.[3], Pakinung, K.[3], Keawkathok, P.[3], Sringern, W.[3], Thongchai, C.[3], Phongpaew, S.[3], Kongiuea, G.[3], Leearam, C.[1] and Oniam, V.[1*]

[1] สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 447 ม.1 ต.คลองวาฬ อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

[1] Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand

[2] ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2] Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak Bangkok 10900 Thailand

[3] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[3] Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak Bangkok 10900, Thailand

**Corresponding author: ffisvco@ku.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ (การเลี้ยงดั้งเดิม) ในบ่อดินบริเวณพื้นที่ป่าชายเลน โดยใช้บ่อขนาด 1 ไร่ (กว้าง 40 เมตร × ยาว 40 เมตร) จำนวน 2 บ่อ เป็นบ่อสาธิต ระบบน้ำเข้า-ออกภายในบ่อเลี้ยงอาศัยการขึ้นลงของน้ำจากคลองธรรมชาติ การดำเนินการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาตินี้ใช้เวลาประมาณ 12 เดือน (มิถุนายน 2566 - พฤษภาคม 2567) หลังจากนั้นจึงเก็บผลผลิตปลาโดยใช้วิธีการลากอวน ผลการศึกษาพบว่า บ่อที่ 1 ได้ผลผลิตปลารวม 31.30 กิโลกรัม ส่วนบ่อที่ 2 ได้ผลผลิตปลารวม 34.58 กิโลกรัม (ผลผลิตเฉลี่ย 32.94 กิโลกรัม/ไร่) ชนิดของปลาที่พบในบ่อที่ 1 และ 2 มี 19 และ 10 ชนิด ตามลำดับ โดยแบ่งเป็นปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ (บริโภคหรือขายในตลาดท้องถิ่น) เฉลี่ย 30.59 กิโลกรัม/ไร่ และปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำ (ปลาเป็ด) เฉลี่ย 2.35 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 92.85 และ 7.15 (ตามลำดับ) ของปลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด โดยปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เข้ามาในบ่อและได้มูลค่ามากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ปลานวลจันทร์ทะเล (*Chanos chanos*) ปลาสากเทา (*Sphyraena jello*) และปลาตะเพียนน้ำเค็ม (*Anodontostoma chacunda*) ตามลำดับ ขณะที่ปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำที่ได้ผลผลิตมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ปลาหมอคางดำ (*Sarotherodon melanotheron*) ปลาดอกหมาก (*Gerres* spp.) และปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*) ตามลำดับ โดยมีผลตอบแทนจากการจำหน่ายปลาทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 3,111 บาท/พื้นที่เลี้ยง 1 ไร่ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติใกล้พื้นที่ป่าชายเลนเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกรได้และเป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ฟาร์มปลาธรรมชาติ ผลผลิตปลา การสร้างรายได้

Abstract

This study presents the initial report on natural fish farming (extensive farming) in grow-out pond within a mangrove area. Two 1,600 m^2 ponds (40 m width × 40 m length) were designed as demonstration pond, with water inflow and outflow systems relying on the natural tidal movements from a nearby canal. The operation of this natural fish farming took approximately 12 months (June 2023 - May 2024), followed by

fish harvesting using the seine net. The study found that Pond 1 produced a total of 31.30 kg of fish, while Pond 2 produced a total of 34.58 kg of fish, with an average production of 32.94 kg/Rai (1,600 m^2). The type of fish found in Pond 1 and Pond 2 were 19 and 10 species, respectively. The fish were categorized into those with economic value (consumed or sold in the local market), averaging 30.59 kg/Rai, and those with low economic value (trash fish), averaging 2.35 kg/Rai, accounting for 92.85% and 7.15% of the total harvested fish, respectively. The top three economically valuable fish found in the ponds were milkfish (*Chanos chanos*), pickhandle barracuda (*Sphyraena jello*), and chacunda gizzard shad (*Anodontostoma chacunda*). Conversely, the top three most commonly found fish with low economic value were blackchin tilapia (*Sarotherodon melanotheron*), silver biddy (*Gerres* spp.), and sardinella (*Sardinella gibbosa*). The average revenue from selling all fish was THB 3,111/Rai. This study indicates that natural fish farming near mangrove area is a viable option for generating income. It can supplement farmers' income and provides an environmentally friendly method for raising aquatic animals.

Keywords: natural fish farming, fish production, revenue generation

บทนำ

การเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิมหรือการทำฟาร์มปลาแบบ Extensive fish farming เป็นวิธีการที่ใช้ทรัพยากรและการจัดการน้อยที่สุด โดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติเป็นหลัก การเลี้ยงปลาระบบนี้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีการเลี้ยงในหลายประเทศ (De Silva and Davy, 2010; Oswald, 2015; Boyd *et al*., 2020) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่บันทึกไว้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีนี้ในพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย การใช้บ่อดินที่ถูกทิ้งร้างหรือใช้ประโยชน์น้อยในพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อการทำฟาร์มปลาธรรมชาติแบบดั้งเดิมเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการสร้างระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล โดยให้ที่อยู่อาศัยแก่สัตว์น้ำหลายชนิด ป้องกันชายฝั่งทะเล และสนับสนุนชุมชนท้องถิ่นผ่านทางการประมงและทรัพยากรอื่นๆ (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554; สหัส, 2557) การผนวกการเลี้ยงสัตว์น้ำเข้ากับระบบนิเวศป่าชายเลนสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับพื้นที่เหล่านี้ ในขณะเดียวกันยังรักษาสมดุลทางนิเวศวิทยา เช่น กรณีศึกษาการเลี้ยงกุ้งทะเล ปลากะพงขาว และปูทะเลในพื้นที่ป่าชายเลนของต่างประเทศที่ใช้ระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ทำลายระบบนิเวศซึ่งสามารถส่งเสริมการอนุรักษ์ป่าชายเลน และสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกรในท้องถิ่นได้ (Roy *et al*., 2021; Tengku Hashim *et al*., 2021) วิธีการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิมเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีการแทรกแซงจากมนุษย์น้อยสามารถเป็นแนวทางที่ยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรป่าชายเลนโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากนัก (Boyd *et al*., 2020; Nie and Hallerman, 2021) การศึกษานี้เป็นการศึกษาครั้งแรกที่บันทึกผลผลิตและความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงปลาธรรมชาติแบบดั้งเดิมในพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลผลิตปลาจากระบบการเลี้ยงปลาธรรมชาติแบบดั้งเดิม เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำที่พบในบ่อเลี้ยง และเพื่อประเมินการสร้างรายได้ของการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติในพื้นที่ป่าชายเลน โดยใช้บ่อดินในพื้นที่ตำบลคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นบ่อสาธิต ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลฐานสำหรับการพัฒนาวิธีการเลี้ยงปลาธรรมชาติแบบยั่งยืนในพื้นที่ป่าชายเลน และเสริมสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ ใช้บ่อดินขนาด 1 ไร่ (กว้าง 40 เมตร × ยาว 40 เมตร) จำนวน 2 บ่อ ในพื้นที่ของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมืองประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นบ่อสาธิต (Figure 1a) ดำเนินการเตรียมบ่อตามหลักการเตรียมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั่วไป (โชคชัย, 2548) ด้วยวิธีการลอกเลน โรยปูนขาว และตากบ่อประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าบ่อโดยอาศัยการขึ้นลงของน้ำในรอบวันผ่านคลองธรรมชาติที่มีปากคลองเป็นชายฝั่งทะเลเป็นแหล่งน้ำของ

บ่อเลี้ยง (พื้นที่ศึกษามีระยะทางจากปากคลองถึงบ่อเลี้ยงยาวประมาณ 1.5 กิโลเมตร) (Figure 1b) บ่อสาธิตนี้จัดระบบบ่อเลี้ยงที่มีการถ่ายเทน้ำเข้า-ออกบ่อตามธรรมชาติ โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว เป็นทางระบายน้ำเข้า-ออก ซึ่งระดับน้ำในบ่อเลี้ยงต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ 0.8 เมตร และสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 1.5 เมตร ที่ประตูน้ำเข้า-ออกกั้นด้วยตะแกรงอวนขนาดตาประมาณ 1 เซนติเมตร (Figure 1c) ปล่อยบ่อเลี้ยงให้เป็นระบบธรรมชาติ ไม่มีการปล่อยสัตว์น้ำลงเลี้ยงในบ่อ ไม่มีการติดตั้งเครื่องให้อากาศ ไม่มีการให้อาหารและไม่มีการจัดการใดๆ เมื่อพบเห็นว่ามีสัตว์น้ำเข้ามาหรืออยู่ในบ่อ

ดำเนินการเลี้ยงปลาธรรมชาติในบ่อดินแบบดั้งเดิม (extensive fish farming) ที่ระยะเวลาเลี้ยงนาน 12 เดือน ระหว่างการดำเนินการมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัปดาห์ละ 2 ครั้งด้วยเครื่องมือและวิธีการดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity refractometer (Master-S10 alpha) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) และอุณหภูมิของน้ำวัดด้วย DO meter (YSI Pro20i) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำวัดด้วย pH meter (pH Testr30) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตร ใส่ขวดพลาสติกมาที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Koroleff's indophenol blue method ไนไตรท์ด้วยวิธี Colorimetric method และความเป็นด่างด้วยวิธี Titration method ตามขั้นตอนและวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF (2017) สำหรับการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำวัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (i5 uv-vis Hanon Spectrophotometer)

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาที่ระยะเวลาเลี้ยง 12 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตปลาในบ่อด้วยวิธีการลากอวน จากนั้นศึกษาชนิด ปริมาณ และองค์ประกอบของปลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิต โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ (ปลาที่บริโภคหรือขายในตลาดท้องถิ่น) และกลุ่มปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำ (ปลาเป็ด) การจำแนกชนิดของปลาดำเนินการเบื้องต้นโดยสังเกตความแตกต่างของลักษณะภาพนอกแล้วคัดแยกปลา จากนั้นคัดเลือกปลาที่มีความสมบูรณ์ของลักษณะภายนอกมากที่สุดของแต่ละชนิดมาถ่ายภาพเพื่อนำมาจำแนกชนิดโดยใช้คู่มือการวิเคราะห์พรรณปลาและเอกสารที่เกี่ยวข้องของสมโภชน์ (2545) สหัส (2557) และ Nelson (2006) นอกจากนี้ สุ่มตัวอย่างปลาประมาณ 5% ของผลผลิตปลาแต่ละชนิดมาชั่งน้ำหนัก (body weight) โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (หน่วยเป็นกรัม) และวัดขนาดความยาวลำตัวทั้งหมด (total length) โดยใช้ไม้บรรทัด (หน่วยเป็นเซนติเมตร) ส่วนปลาที่มีปริมาณไม่มาก (จำนวนตัวน้อยกว่า 10 ตัว) ผู้วิจัยใช้วิธีการชั่งวัดขนาดปลาทุกตัว เพื่อประเมินหาค่าเฉลี่ยของขนาดปลาที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (Figure 2) นอกจากนี้ ประเมินราคาจำหน่ายของปลาดังกล่าวโดยเทียบราคาและหาค่าเฉลี่ยของราคาจำหน่ายปลาจากตลาดท้องถิ่นและตลาดประมงพื้นบ้านในพื้นที่ในช่วงเดือนที่เก็บเกี่ยวผลผลิต (เดือนพฤษภาคม 2567) รวมถึงราคาสินค้าสัตว์น้ำจากองค์การสะพานปลาในช่วงเดือนมีนาคม - พฤษภาคม 2567 (องค์การสะพานปลา, 2567) เป็นราคาประเมินผลผลิตปลาที่ได้

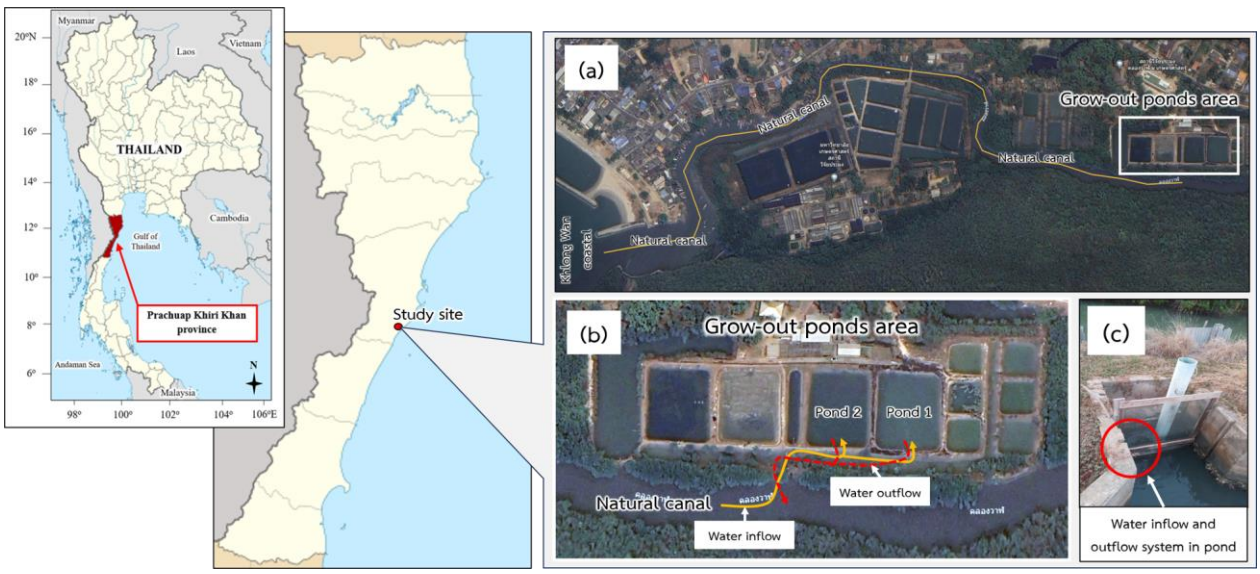


Figure 1 Study area (A), natural fish pond with water flow system (B), and water circulation into and out of the pond through an 8-inch PVC pipe that relies on the tidal movements of the natural canal (C).

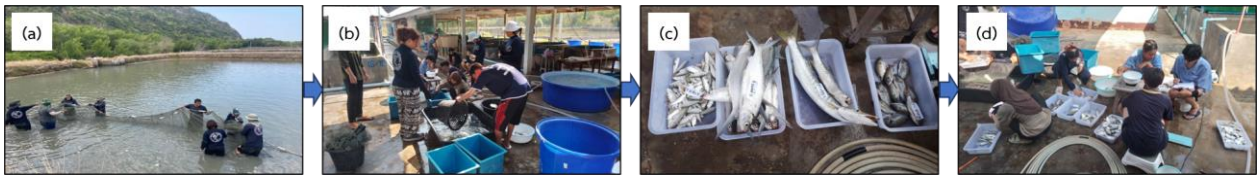


Figure 2 Harvesting fish products from ponds (a), sorting species and quantities (b-c), and collecting samples of each fish type for weighing, measuring, and data recording (d).

นำข้อมูลชนิด ปริมาณ และรายได้ที่ได้รับจากการประเมินราคาจำหน่ายผลผลิตปลาที่ได้จากการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาติมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่พร้อมกับการพิจารณาถึงความพอเพียงและความสมบูรณ์ของข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิเคราะห์เนื้อหา แล้วจึงสังเคราะห์ตีความสร้างข้อสรุปด้วยการใช้สถิติรายงานในรูปแบบค่าเฉลี่ยและร้อยละ และอภิปรายผลการศึกษาเชิงพรรณนา (Descriptive analysis)

ผลการทดลอง

ค่าคุณภาพน้ำของการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติในบ่อดินบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนของการศึกษานี้ (มิถุนายน 2566 - พฤษภาคม 2567) พบว่า มีความเค็มอยู่ในช่วง 28-40 ppt (เฉลี่ย 34.3 ppt) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 2.68-6.59 mg/l (เฉลี่ย 4.27 mg/l) อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25.2-35.6°C (เฉลี่ย 31.1°C) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.11-8.75 (เฉลี่ย 8.01) ปริมาณแอมโมเนียรวมอยู่ในช่วง 0.00-0.47 mg-N/l (เฉลี่ย 0.10 mg-N/l) ปริมาณไนไตรอยู่ในช่วง 0.00-0.03 mg-N/l (เฉลี่ย 0.01 mg-N/l) และความเป็นด่างอยู่ในช่วง 123-188 mg/l as $CaCO_3$ (เฉลี่ย 146.7 mg/l as $CaCO_3$) เมื่อดำเนินการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาตินานประมาณ 12 เดือน เก็บผลผลิตปลาในบ่อด้วยวิธีการลากอวน (seine net) ผลการศึกษาพบว่า บ่อที่ 1 ได้ผลผลิตปลารวม 31.30 กิโลกรัม ส่วนบ่อที่ 2 ได้ผลผลิตปลารวม 34.58 กิโลกรัม คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 32.94 กิโลกรัม/ไร่ โดยพบปลาทั้งหมด 20 ชนิด (Figure 3) แบ่งเป็นกลุ่มปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ (ปลาที่บริโภคตามท้องตลาดหรือขายตามตลาดท้องถิ่น) จำนวน 10 ชนิด และปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำ (กลุ่มปลาเป็ด) จำนวน 10 ชนิด (Table 1)

นอกจากนี้ เมื่อจำแนกผลผลิตของปลาตามกลุ่มปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และกลุ่มปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำ พบว่าได้ผลผลิตรวมเฉลี่ย 30.59 และ 2.35 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 92.85 และ 7.15 ของผลผลิตทั้งหมด (ตามลำดับ) โดยปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สร้างรายได้จากการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาติมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ ปลานวลจันทร์ทะเล (*Chanos chanos*) ผลผลิตเฉลี่ย 19.27 กิโลกรัม/ไร่ รายได้เฉลี่ย 1,542 บาท ปลาสากเทา (*Sphyraena jello*) ผลผลิตเฉลี่ย 2.82 กิโลกรัม/ไร่ รายได้เฉลี่ย 706 บาท และปลาตะเพียนน้ำเค็ม (*Anodontostoma chacunda*) ผลผลิตเฉลี่ย 4.45 กิโลกรัม รายได้เฉลี่ย 334 บาท ตามลำดับ และปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำที่ได้ผลผลิตมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ปลาหมอคางดำ (*Sarotherodon melanotheron*) ผลผลิตเฉลี่ย 0.93 กิโลกรัม ปลาดอกหมาก (*Gerres* spp.) ผลผลิตเฉลี่ย 0.49 กิโลกรัม และปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*) ผลผลิตเฉลี่ย 0.42 กิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 4 และ 5) โดยมีผลตอบแทนจากการจำหน่ายผลผลิตปลาทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 3,111 บาท/พื้นที่เลี้ยง 1 ไร่

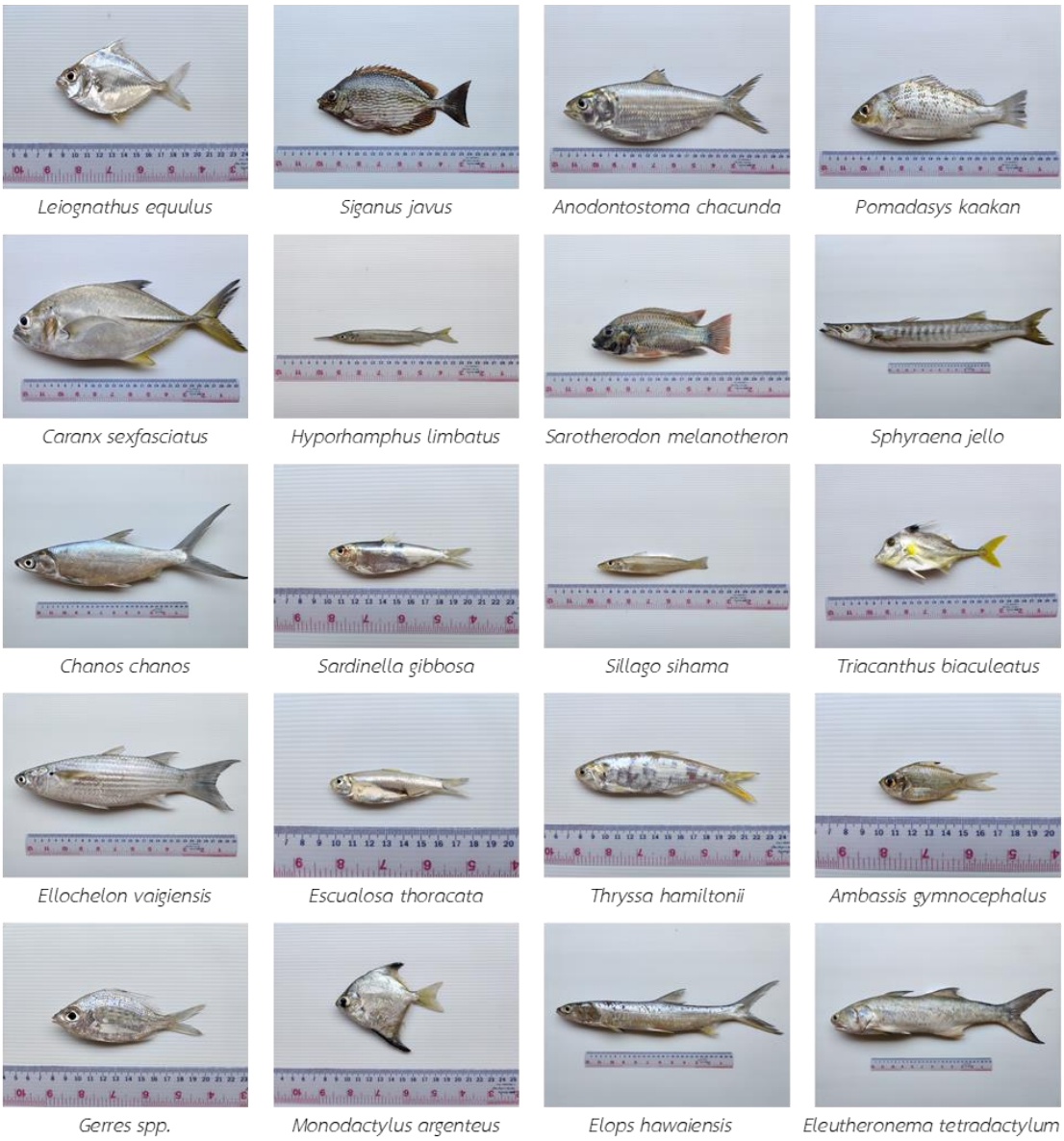


Figure 3 Fish species harvested using seine net from natural fish grow-out ponds that utilize water circulated from a natural canal in the mangrove area at about a 12-month operation.

Table 1 Fish production in natural fish grow-out ponds at about a 12-month operation.

Common name	Scientific name	Grow-out pond		Average size	
		Pond 1	Pond 2	TL (cm)	BW (g)
High economic value					
Common ponyfish	*Leiognathus equulus*	*	*	9.6	19.8
Streaked spinefoot	*Siganus javus*	*		18.2	94.1
Chacunda gizzard shad	*Anodontostoma chacunda*	*	*	12.9	33.1
Bigeye trevally	*Caranx sexfasciatus*	*		31.9	504.4
Pickhandle barracuda	*Sphyraena jello*	*	*	63.8	1,160.0
Milkfish	*Chanos chanos*	*	*	36.4	430.9
Sand whiting	*Sillago sihama*	*		14.1	25.5
Squaretail mullet	*Ellochelon vaigiensis*	*	*	20.5	43.9
Hawaiian ladyfish	*Elops hawaiensis*	*		46.2	446.5
Fourfinger threadfin	*Eleutheronema tetradactylum*		*	51.7	1,033.7
Low economic value					
Javelin grunter	*Pomadasys kaakan*	*		10.3	19.0
Congaturi halfbeak	*Hyporhamphus limbatus*	*		17.1	13.9
Blackchin tilapia	*Sarotherodon melanotheron*	*		14.8	74.7
Goldstripe sardinella	*Sardinella gibbosa*	*	*	10.0	9.4
Short-nosed tripodfish	*Triacanthus biaculeatus*	*	*	12.1	24.7
White sardine	*Escualosa thoracata*	*	*	7.9	4.4
Hamilton's thryssa	*Thryssa hamiltonii*	*	*	13.7	22.6
Bald glassy	*Ambassis gymnocephalus*	*		6.0	4.2
Silver biddy	*Gerres* spp.	*		20.5	163.5
Silver moony	*Monodactylus argenteus*	*		8.8	18.9

Note : * fish species were found; TL = total length; BW = body weight

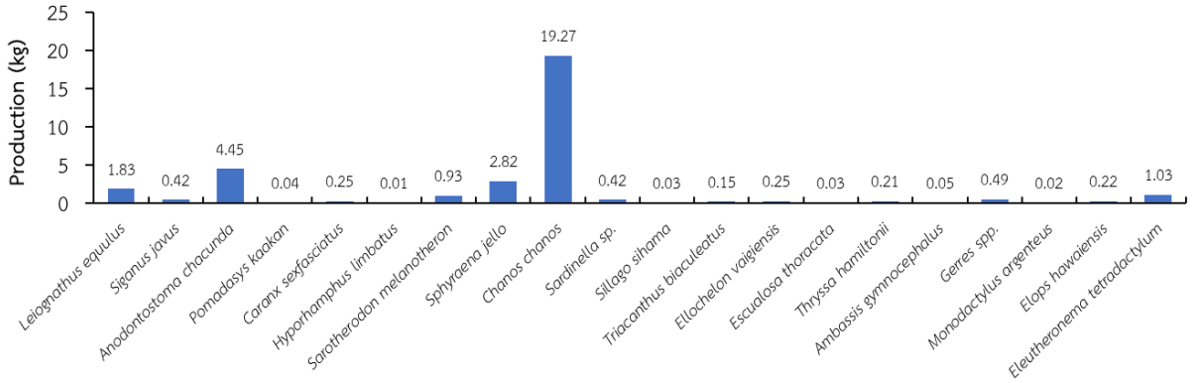


Figure 4 Average production of each fish species raised in natural pond at about a 12-month operation.

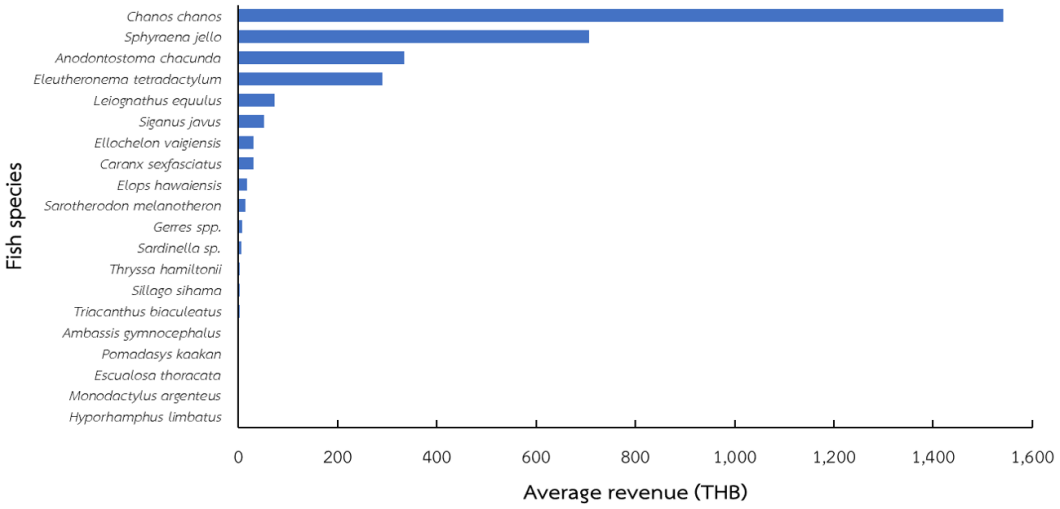


Figure 5 Average revenue from the sale of each fish species raised in natural pond.

วิจารณ์ผล

การเลี้ยงปลาแบบ Extensive fish farming เป็นระบบการเลี้ยงปลาที่ใช้ทรัพยากรและการจัดการน้อยที่สุด โดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติเป็นหลัก เช่น การใช้แหล่งน้ำธรรมชาติและการให้อาหารจากแหล่งธรรมชาติภายในบ่อเลี้ยง โดยทั่วไปมักใช้ในพื้นที่ที่มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์และมีพื้นที่กว้างขวาง เช่น ใกล้พื้นที่ป่าชายเลน ใกล้พื้นที่ชายฝั่งทะเล หรือใกล้พื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ (Boyd *et al*., 2020; Nie and Hallerman, 2021) การศึกษานี้เป็นการรายงานครั้งแรกที่ไม่มีการรายงานมาก่อนหน้านี้เกี่ยวกับผลผลิตของการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาติโดยใช้บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเก่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่อยู่ใกล้พื้นที่ป่าชายเลน หรือบริเวณพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำที่ไหลผ่านป่าชายเลน ข้อมูลนี้ถือเป็นข้อมูลฐานสำคัญ เป็นองค์ความรู้ที่จะนำไปสู่รูปแบบการทำฟาร์มปลาแบบธรรมชาติ (Extensive fish farm) ของเกษตรกรที่มีบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเก่า หรือเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งที่มีบ่อเลี้ยงที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือหยุดดำเนินการเลี้ยงไปแล้ว ซึ่งเป็นแนวทางการเลี้ยงปลาแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ทำลายระบบนิเวศน์ และสามารถสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำที่มีบ่อเลี้ยงเก่า หรือบ่อเลี้ยงที่ไม่ใช้ประโยชน์ได้ โดยพื้นที่ดังกล่าวต้องไม่ขัดต่อกฎหมาย หรือข้อบังคับต่าง ๆ เช่น พระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2584 พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 หรือระเบียบกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 137 ตอนพิเศษ 276 ง 25 พฤศจิกายน 2563

ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลาธรรมชาติแบบดั้งเดิมในพื้นที่ป่าชายเลนมีศักยภาพในการสร้างผลผลิตที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ผลผลิตปลารวมเฉลี่ยที่ 32.94 กิโลกรัมต่อไร่ถือเป็นผลผลิตที่น่าพอใจในระบบการเลี้ยงแบบธรรมชาติ หรือการเลี้ยงปลาแบบดั้งเดิม (Oswald, 2015) การจำแนกปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำช่วยให้เห็นภาพรวมของระบบนิเวศในบ่อเลี้ยงและความสามารถในการรองรับชนิดปลาที่หลากหลาย อีกทั้งยังบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ด้านทรัพยากรสัตว์น้ำของป่าชายเลนนั้นๆ อีกด้วย (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554; สหัส, 2557) Boyd *et al*. (2020) รายงานไว้ว่าการเลี้ยงปลาแบบ Extensive มีความยั่งยืนสูงเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาแบบ Intensive ซึ่งใช้ทรัพยากรและพลังงานมากกว่าระบบการเลี้ยงแบบ Extensive สามารถลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในการเลี้ยง ทำให้ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค รวมไปถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดการใช้น้ำได้มากกว่าการเลี้ยงแบบ Intensive แม้ว่าผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของการเลี้ยงปลาแบบ Extensive จะน้อยกว่าการเลี้ยงแบบ Intensive แต่การเลี้ยงแบบ Extensive มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าและความเสี่ยงจากโรคระบาดน้อยกว่า นอกจากนี้ De Silva and Davy (2010) รายงานว่าการเลี้ยงปลาที่หลากหลายชนิดในระบบ Extensive สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากโรคและเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศ ซึ่งการเลี้ยงหรือการได้ผลผลิตปลาที่หลากหลายชนิดสามารถเพิ่มผลผลิตและลดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในปัจจุบันที่พบว่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาแบบธรรมชาตินี้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และอยู่ในระดับที่สามารถปล่อยหมุนเวียนออกสู่ระบบนิเวศน์ได้ (สุภาวดี, 2557; Vermal *et al*., 2022) และพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ตรวจสอบนี้เป็นไปตาม

กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2567)

แม้ว่าการเลี้ยงปลาแบบ Extensive จะมีข้อดีหลายประการ แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการเช่นกัน เช่น การพึ่งพาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ การควบคุมคุณภาพน้ำและอาหารที่เข้มงวดน้อยกว่า และการผลิตที่ไม่แน่นอนเนื่องจากสภาพอากาศและปัจจัยภายนอกอื่นๆ ดังนั้น การพิจารณาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการก่อนเริ่มเลี้ยงปลาในระบบ Extensive เช่น การเลือกพื้นที่และแหล่งน้ำที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของระบบนี้ได้ (Boyd *et al*., 2020; Nie and Hallerman, 2021) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการศึกษาปัจจุบันนี้คือ ไม่ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าชายเลนพื้นที่อื่น หรือไม่มีข้อมูลการเลี้ยงปลาธรรมชาติในรูปแบบนี้ในพื้นที่อื่นทำให้ขาดความหลากหลายของข้อมูล การวิจัยเพิ่มเติมในด้านการขยายพื้นที่การศึกษาจะช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ของข้อมูลและครอบคลุมพื้นที่ป่าชายเลนได้มากกว่านี้ ซึ่งสิ่งนี้เป็นประเด็นวิจัยที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อต่อยอดและขยายผลต่อไป

สรุปผล

การศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติในพื้นที่ป่าชายเลนเป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย การใช้บ่อเลี้ยงเก่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์สามารถนำมาปรับใช้ในการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังสามารถสร้างรายได้เสริมให้กับผู้เลี้ยงได้อีกด้วย ผลการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลฐานที่สำคัญสำหรับการพัฒนาและขยายการเลี้ยงปลาแบบธรรมชาติในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเก่าที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่อยู่ใกล้พื้นที่ป่าชายเลน หรือบริเวณพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำที่ไหลผ่านป่าชายเลนในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป ทั้งนี้ พื้นที่นั้นต้องไม่ขัดต่อกฎหมาย ข้อบังคับ หรือระเบียบต่าง ๆ ของหน่วยงานภาครัฐที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2567. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. เข้าถึงได้จาก: https://www.pcd.go.th/laws/4473/ [เข้าถึงเมื่อ 15 กรกฎาคม 2567].

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โฟร์เพช.

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์. 2545. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.

สหัส ราชเมืองขวาง. 2557. สัตว์น้ำในป่าชายเลนคลองกำพวน จังหวัดระนอง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวัน และรุ่งสุริยา บัวสาลี . 2554. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

สุภาวดี โกยดุลย์. 2557. การกำจัดไนโตรเจนในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบไม่ทิ้งของเสียจากฟาร์ม. วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ 2(1): 66-80.

องค์การสะพานปลา. 2567. ราคาสินค้าสัตว์น้ำ เข้าถึงได้จาก: https://www.fishmarket.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=1953&Itemid=793 [เข้าถึงเมื่อ 16 พฤษภาคม 2567].

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation (APHA, AWWA and WEF). 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. Washington, D.C.: American Public Health Association.

Boyd, C.E., D'Abrama, L.R., Glencross, B.D., Huyben, D.C., Juarez, L.M., Lockwood, G.S., McNevin, A.A., Tacon, A.G.J., Teletchea, F., Tomasso Jr, J.R., Tucker, C.S. and Valenti, W.C. 2020. Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. Journal of the World Aquaculture Society 51: 578-633.

De Silva, S.S. and Davy, F.B. 2010. Success Stories in Asian Aquaculture. New York: Springer.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. 4th ed. New York: John Wiley & Sons.

Nie, P. and Hallerman, E. 2021. Advancing the sustainability of aquaculture. Reviews in Aquaculture 13(2): 781-782.

Oswald, M. 2015. Extensive fish farming, a complementary diversification of plantation economies. *In* Economics and Ecology of Diversification - The Case of Tropical Tree Crops. (eds. F. Ruf and G. Schroth), pp. 201-224. Dordrecht: Springer.

Roy, M., Dey, A. and Chatterjee, D. 2021. Mud crabs farming: An alternative sustainable livelihood approach in Sundarban, Wast Bengal, India. The Pharma Innovation Journal 10(11): 932-937.

Tengku Hashim, T.M.Z., Engku Ariff, E.A.R. and Suratman, M.N. 2021. Aquaculture in mangroves. *In* Mangroves: Ecology, Biodiversity and Management. (eds. R.P. Rastogi, M. Phulwaria and D.K. Gupta). pp. 419-438. Singapore: Springer.

Vermal, D.K., Satyaveer, Maurya, N.K., Kumar, P. and Jayaswal, R. 2022. Important water quality parameters in aquaculture: An overview. Agriculture & Environment 3(3): 24-29.

รูปแบบการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มที่เพาะเลี้ยงในสภาวะห้องปฏิบัติการ

Growth Patterns of Marine Microalgae Cultivation under Laboratory Conditions

ชลดา ลีอร่าม[1]* วาสนา อากรัตน์[1] และ รุ่งทิวา คนสันทัด[1]

Leearam, C[1]*, Arkronrat, W. [1] and Konsantad, R. [1]

[1]สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 447 ม.1 ต.คลองวาฬ อ.เมืองประจวบคีรีขันธ์ จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77000

[1]Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand.

**Corresponding author: Cld.leearam.77180@gmail.com*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te) และ *Isochrysis galbana* (Iso) ที่เพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิห้อง 25±1°C ความเค็มน้ำ 28±1 psu ความเข้มแสง 3,000 lux และช่วงเปิด-ปิดแสง 12:12 ชั่วโมง ตามลำดับ) ด้วยอาหารเลี้ยงจำเพาะเจาะจงต่อแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด เป็นระยะเวลา 15 วัน ผลการศึกษาพบว่า CC Th และ Iso มีระยะเวลาการเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่าเท่ากับ3.15±0.82, 2.80±0.85 และ 3.00±0.53 วัน ตามลำดับ ส่วน Te Nan และ Ch ใช้ระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่าเท่ากับ 4.33±1.84, 5.05±1.11 และ 6.32±2.03 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ CC มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 0.47±0.16 ต่อวัน และใช้ระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.63±0.52 วัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นที่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า อยู่ในช่วง 0.33±0.07 – 0.39±0.08 ต่อวัน และ 1.85±0.29 – 2.17±0.42 วัน ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถใช้ประกอบในการคัดเลือกสายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงอาหารมีชีวิต แพลงก์ตอนพืช ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

Abstract

This study aimed to compare the growth patterns of marine microalgae six species, i.e., *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te), and *Isochrysis galbana* (Iso) cultured under laboratory conditions (Laboratory temperature 25±1°C, water salinity 28±1 psu, light intensity 3,000 lux, and with a 12:12 h light-dark cycle, respectively). Each species was cultured with species-specific nutrients over 15 days. The results showed that CC Th and Iso had doubling time of 3.15±0.82, 2.80±0.85, and 3.00±0.53 days, respectively. Te Nan and Ch used doubling time of 4.33±1.84, 5.05±1.11 and 6.32±2.03 days, respectively. Additionally, CC had an average specific growth rate of 0.47±0.16 day^{-1} and an average doubling time of 1.63±0.52 days, which is higher than other marine microalgae species with specific growth rate and doubling time in the range of 0.33±0.07 – 0.39±0.08 day^{-1} and 1.85±0.29 – 2.17±0.42 days, respectively. Therefore, this study is basic information that can be used to select suitable species of marine microalgae for the laboratory.

Keywords: live feed cultivation, microalgae, growth performance

บทนำ

การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตัวอย่างเช่น แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสีเขียว *Chlorella*, *Nannochloropsis* และ *Tetraselmis* กลุ่มแฟลกเจลเลต *Isochrysis* กลุ่มไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros*, *Thalassiosira* และ *Skeletonema* (Arkronrat and Oniam, 2019: Gutierrez et al., 2023) โดยเฉพาะในระยะการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ต้องการสารอาหารที่ครบถ้วนและสมดุล แพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญเพราะมีสารอาหารสูง อาทิ โปรตีน ไขมัน กรดไขมันไม่อิ่มตัว และวิตามินต่าง ๆ แต่การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชเพื่อการอนุบาล ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนนั้นมีข้อควรคำนึงถึงอยู่หลายประการ เช่น ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (ปิยาลัย, 2562; Brown et al., 1997; Muller-Feuga, 2000; Radhakrishnan et al., 2020; Nagappan et al., 2021) การพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชในระดับห้องปฏิบัติการจึงเป็นการลงทุนที่มีศักยภาพสูงในอนาคต สามารถเพิ่มรายได้และเสริมสร้างฐานการผลิตอาหารสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการสามารถควบคุมและปรับปรุงได้โดยการปรับเปลี่ยนสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสง และความเค็มของน้ำ เพื่อให้ได้แพลงก์ตอนพืชที่มีคุณภาพและปริมาณของชีวมวลที่มากขึ้นในระยะเวลาที่น้อยลง (Chiu et al., 2015) จากการระบุสายพันธุ์ของแพลงก์ตอนพืชมากกว่า 5,000 สายพันธุ์ แต่มีเพียงไม่ถึง 10% เท่านั้นที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการ จึงต้องมีการระบุสภาวะที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสายพันธุ์เพื่อให้มีการเจริญเติบโตอย่างเหมาะสม (Maharajan et al., 2020)

ในอดีตมีการศึกษาหลายฉบับที่พยายามวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มชนิดต่าง ๆ เช่น *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira* spp., และ *Chlorella* spp. เพื่อหาข้อมูลที่เหมาะสมในการใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับสัตว์น้ำ (Lavens & Sorgeloos, 1996; Reitan et al., 1997) อย่างไรก็ตาม ยังขาดการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ที่แตกต่างกันภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยงที่มีการควบคุมแบบเดียวกัน การศึกษานี้จึงมุ่งเป้า หรือมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มชนิดต่างๆ ภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของแต่ละชนิดโดยใช้พารามิเตอร์การเจริญเติบโตที่สำคัญ เช่น ความหนาแน่นของเซลล์ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่าเพื่อหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเลือกใช้สายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารมีชีวิตในระดับห้องปฏิบัติการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมพันธุ์แพลงก์ตอนพืช

นำสายพันธุ์แพลงก์ตอนพืชชนิด *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te) และ *Isochrysis galbana* (Iso) ที่ได้มาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ กรมประมง มาเพาะขยายอีกครั้งเพื่อทำเป็นหัวเชื้อเริ่มต้น (stock culture) ภายในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น CC, Th, Ch, Nan, Iso ที่มีความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $1x10^5$ เซลล์/มิลลิลิตร และ Te ที่ความหนาแน่นเซลล์เท่ากับ $1x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร มาเพาะเลี้ยงด้วยธาตุอาหารที่จำเพาะเจาะจงของแต่ละชนิด (Conway medium) ในขวดแก้วปริมาตร 1 ลิตร (ความเค็มน้ำ 28±1 psu) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ที่ระดับความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 120°C เลี้ยงแพลงก์ตอนพืชภายในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิห้อง 25±1°C ควบคุมแสงโดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนส์ (cool white) กำลัง 30-40 วัตต์ ที่ 3,000 Lux ช่วงเปิด-ปิดแสง 12:12 ชั่วโมง ให้อากาศโดยการเติมอากาศตลอดระยะเวลาเลี้ยง

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

ระหว่างการเลี้ยงจะสุ่มตรวจนับปริมาณความหนาแน่นของเซลล์แพลงก์ตอนพืชโดยใช้ haemacytometer นับด้วย hand counter ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน เพื่อศึกษาระยะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (exponential phase) ปริมาณความหนาแน่นของเซลล์สูงสุด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) และระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (D) ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) หาได้จากสมการ 1

$$\mu = \frac{\ln N_2 - \ln N_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Where; N_2 and N_1 are the number of cells (N) at the start (t_2) and end (t_1), respectively, of the logarithmic growth phase (ชลดา ลีอร่าม และคณะ, 2567)

นำค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) ที่ได้มาคำนวณระยะเวลาการแบ่งเซลล์เป็นสองเท่า (D) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เซลล์สาหร่ายใช้ในการแบ่งเซลล์ออกเป็นสองเซลล์มีหน่วยเป็นชั่วโมง และสามารถคำนวณได้จากสมการ 2

$$D = \frac{\ln 2}{\mu} \quad (2)$$

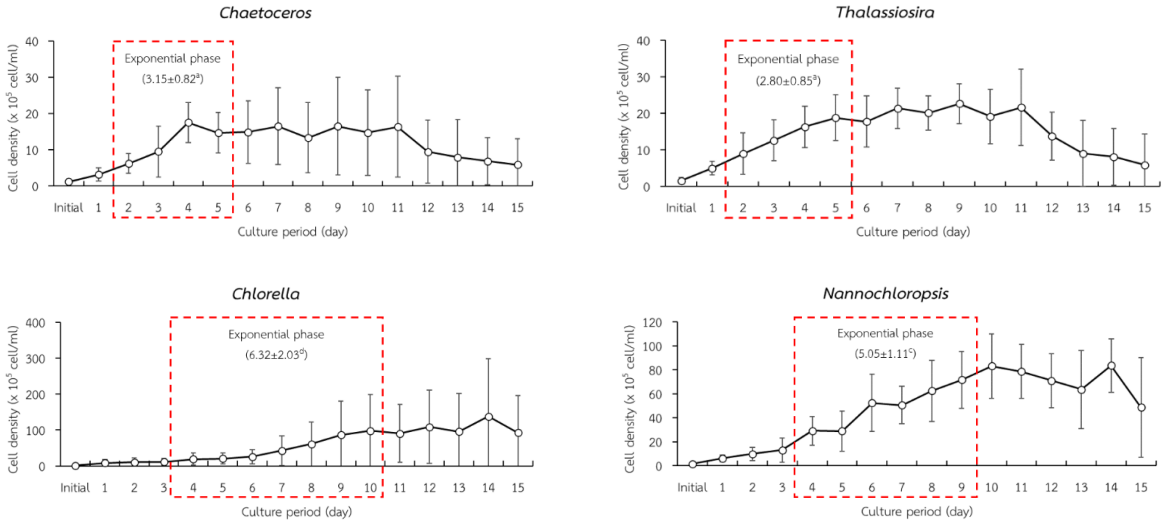
Where; ln2 = 0.693 and specific growth rate (μ) (ชลดา ลีอร่าม และคณะ, 2567)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์ และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics for Windows (Version 24.0; IBM Corp., Armonk, NY. USA)

ผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te) และ *Isochrysis galbana* (Iso) ด้วยธาตุอาหารที่จำเพาะเจาะจงของแต่ละชนิด เมื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบพารามิเตอร์การเติบโตด้านระยะเวลาการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาการเลี้ยง 15 วัน ผลการศึกษาพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด โดย CC Th และ Iso มีความโดดเด่นด้านระยะเวลาการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (3.15±0.82, 2.80±0.85 และ 3.00±0.53 วัน ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับ Te (4.33±1.84 วัน) Nan (5.05±1.11 วัน) และ Ch (6.32±2.03 วัน) (Figure 1)



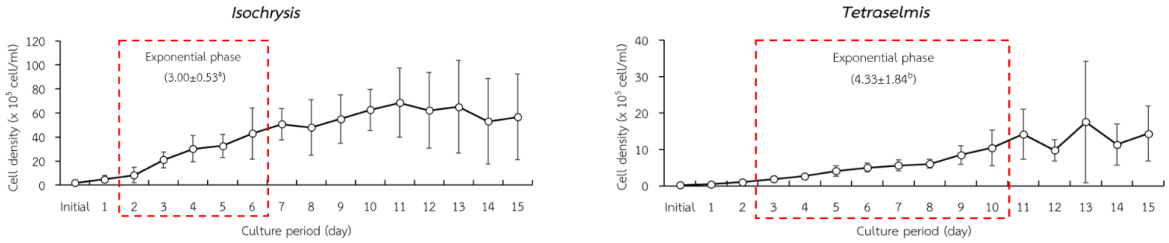


Figure 1 Growth performance of marine microalgae *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te) and *Isochrysis galbana* (Iso) cultured under laboratory-scale

แพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มแต่ละชนิดมีรูปแบบการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ CC, Th และ Iso มีความโดดเด่นด้านระยะเวลาเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (D) ที่เร็วที่สุด โดย CC, Th และ Iso มีค่า D เฉลี่ยอยู่ที่ 3.15±0.82, 2.80±0.85 และ 3.00±0.53 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ Te, Nan และ Ch มีค่า D ช้ากว่าอยู่ที่ 4.33±1.84, 5.05±1.11 และ 6.32±2.03 วัน ตามลำดับ (Figure 2) ในด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) พบว่า CC มีค่า μ เฉลี่ยอยู่ที่ 0.47±0.16 ต่อวัน ซึ่งสูงกว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นๆ ที่มีค่า μ ในช่วง 0.33±0.07 – 0.39±0.08 ต่อวัน (Figure 2) ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า CC มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดในสภาวะการเพาะเลี้ยงที่ใช้ในการศึกษา (อุณหภูมิห้อง 25±1°C ความเค็มน้ำ 28±1 psu ความเข้มแสง 3,000 lux ที่ช่วงเปิด-ปิดแสง 12:12 ชั่วโมง)

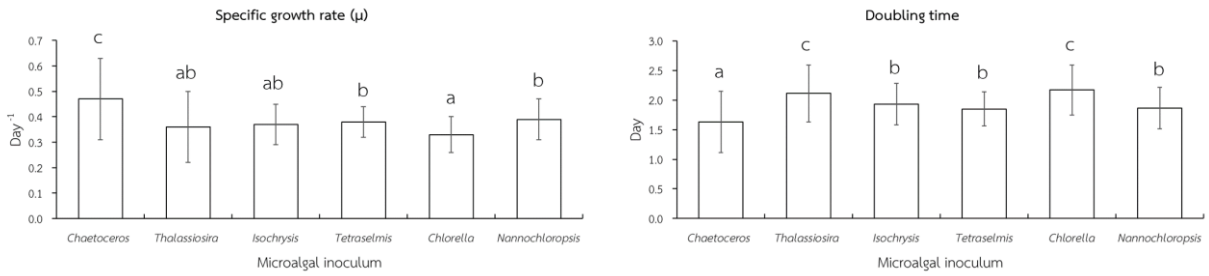


Figure 2 Specific growth rate (day^{-1}) and Doubling time of marine microalgae *Chaetoceros calcitrans* (CC), *Thalassiosira weissflogii* (Th), *Chlorella* spp. (Ch), *Nannochloropsis oculate* (Nan), *Tetraselmis suecica* (Te) and *Isochrysis galbana* (Iso) cultured under laboratory-scale

วิจารณ์ผล

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ เช่น การศึกษาของ Chiu et al. (2015) ที่พบว่า *Chlorella* spp. มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (μ) ต่ำกว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น เช่น *Chaetoceros* spp. และ *Thalassiosira* spp. ซึ่งสนับสนุนผลการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ การศึกษาของ Brown et al. (1997) ยังชี้ให้เห็นว่า *Thalassiosira* spp. มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดีและเหมาะสมในการใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษานี้

จากมุมมองเชิงบวก การศึกษานี้สนับสนุนการเลือกใช้สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น *Chaetoceros calcitrans*, *Thalassiosira weissflogii* และ *Isochrysis galbana* เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอาหารมีชีวิตสำหรับสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการปรับสภาวะการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Muller-Feuga (2000) ที่พบว่าแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้โดยการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อสายพันธุ์นั้น ๆ ในด้านเชิงลบ การเจริญเติบโตช้าของ *Tetraselmis suecica*, *Nannochloropsis oculate* และ *Chlorella* spp. ภายในห้องปฏิบัติการเป็นข้อเสียที่ต้องพิจารณา การเจริญเติบโตช้าอาจทำให้การผลิตอาหารมีชีวิตไม่เพียงพอในช่วงเวลาที่ต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาแนวทางเพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของสายพันธุ์เหล่านี้ หนึ่งในวิธีการคือการปรับปรุงสภาวะการเพาะเลี้ยง เช่น การเพิ่มความเข้มของแสง หรือการปรับระดับธาตุอาหารในน้ำก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการดำเนินการ (Borowitzka, 1999; Richmond, 2004) อีกทั้งการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การ

คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว หรือการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงแบบพันธุวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ ก็เป็นอีกแนวทางที่มีประสอทธิภาพสูงในการเพิ่มศักยภาพการเพาะเลี้ยง (Chen et al., 2011) อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ตัวอย่างเช่น การศึกษานี้ทำในสภาวะห้องปฏิบัติการซึ่งอาจไม่สะท้อนสภาพแวดล้อมจริงในการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์หรือการเพาะเลี้ยงแบบปริมาณมาก (mass culture) ภายนอกห้องปฏิบัติการ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรพิจารณาการทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในการใช้สายพันธุ์แพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มต่าง ๆ ยังเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเพื่อให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะการใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับอนุบาลลูกสัตว์น้ำชายฝั่งเศรษฐกิจ

สรุปผล

การศึกษานี้ทำให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มชนิดต่าง ๆ โดย *Chaetoceros calcitrans*, *Thalassiosira weissflogii* และ *Isochrysis galbana* มีประสิทธิภาพที่ดีในด้านระยะเวลาเพิ่มจำนวน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการผลิตอาหารมีชีวิตสำหรับอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตช้าของ *Tetraselmis suecica*, *Nannochloropsis oculate* และ *Chlorella* spp. เป็นข้อจำกัดที่ต้องพิจารณา โดยมีแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต เช่น การปรับปรุงสภาวะการเพาะเลี้ยงและการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต การศึกษานี้ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการปรับสภาวะการเพาะเลี้ยงให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ชลดา ลือร่าม, รุ่งทิวา คนสันทัด และวาสนา อากรรัตน์. 2567. ผลของระยะเวลาการขนส่งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหัวเชื้อ *Isochrysis* aff. *galbana* (T-Iso). ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 62 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 164-170.

ปิยาลัย เหมทานนท์, สำรวย ชุมวรฐายี, ก่อเกียรติ กูลแก้ว และมนทกานติ ท้ามติ้น. 2562. การอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ด้วยแพลงก์ตอนสัตว์ที่เสริม *Chaetoceros gracilis* และ *Nannochloropsis* sp. ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน. เอกสารวิชาการ 2554. กรมประมง.

Arkronrat, W. and Oniam, V. 2019. Growth performance and production cost of laboratory-scale marine microalgae culture using a light-emitting diode. Songklanakarin Journal of Science and Technology 41(5): 1093-1100.

Borowitzka, M.A. 1999. Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters. Journal of Biotechnology 70(1–3): 313-321.

Brown, M.R., Jeffrey, S.W., Volkman, J.K., and Dunstan, G.A. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. Aquaculture 151(1-4): 315-331.

Chen B.Z., Wang L., Song S.Q., Huang B.Q., Sun J., Liu H.B. 2011. Com-parisons of picophytoplankton abundance, size, and fluorescence between summer and winter in northern South China Sea. Continental Shelf Res. 31(14): 1527–1540.

Chiu, S.Y., Kao, C.Y., Chen, T.Y., Chang, Y.B., and Kuo, C.M. 2015. Cultivation of microalgae *Chlorella* for biomass and lipid production. Bioresource Technology 184: 185-190.

Gutierrez, R.C., Rutaquio, M.P., Aya, F.A. and Romana-Eguia, M.R.R. 2023. Culture of Natural Food for Farmed Freshwater Fish and Prawn Larvae, p 34. Aquaculture Extension Manual No. 71. SEAFDEC Aquaculture Department Tigbauan 5021, Iloilo, Philippines.

Lavens, P., and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper, 361.

Maharajan, K.K., Karthikeyan, P., Marigoudar, S.R., Sharma, K.V. and Revathi. K. 2020. Optimization of Culture Conditions for Growth of Marine Phytoplankton. Journal of Tropical Life Science 10(1): 79–87.

Muller-Feuga, A. 2000. The role of microalgae in aquaculture: situation and trends. Journal of Applied Phycology 12(3-5): 527-534.

Nagappan, S., Das, P., Abdul-Quadir, M., Thaher, M., Khan, S., Mahata, C., Al-Jabri, H., Vatland, A.K. and Kumar, G. 2021. Potential of microalgae as a sustainable feed ingredient for aquaculture. Journal of Biotechnology 341: 1-20.

Radhakrishnan, D.K., AkbarAliSchmidt, I., B.V., John, E.M., Sivanpillai, S. and Thazhakot, V.S. 2020. Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: An overview. Aquaculture Research 51: 1–17.

Reitan, K.I., Rainuzzo, J.R. and Olsen, Y. 1997. Effect of nutrient limitation on fatty acid and lipid content of marine microalgae. Journal of Phycology 33(6): 969-977.

Richmond, A. 2004. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. Iowa State Press, a Blackwell Publishing, pp. 1-576.

ผลของการเสริมแมงโกสตินสกัดจากเปลือกมังคุดในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758))

Effect of Dietary Mangostin from Mangosteen Peel Extract on Growth of Juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758))

สุริยะ จันทร์แก้ว[1*] ฉัตรชัย สังข์ผุด[1] และ บุญฤทธิ์ บุญมาศ[1]

Chankaew, S.[1*], Sungpud, C.[1] and Boonmart, B.[1]

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

[1] Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Thangew, Mueang Nakhon Si Thammarat, 80280

**Corresponding author: suriya_cha@nstru.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการใช้สารสกัดแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดเสริมในอาหารผงสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิลระยะอนุบาล 30 วัน ทดลองอนุบาลในระบบน้ำหมุนเวียนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 8 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ใช้ลูกปลาทดลองซ้ำละ 200 ตัว ประกอบด้วย ชุดทดลองควบคุมอาหารผงสำเร็จรูป, อาหารเสริมฮอร์โมน 17α-methyltestosterone, อาหารสำเร็จรูปเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายชีวภาพที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและโพรพิลีนไกลคอล ใช้เสริมในอาหารอนุบาลลูกปลานิลในระดับแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 30 และ 50 กรัม ในอาหาร 1 กิโลกรัม ให้อาหารวันละ 5 มื้อ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักและความยาวของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล ระดับ 10 กรัม มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นสูงกว่าชุดทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดทดลองอาหารเสริมฮอร์โมน17α-methyltestosterone ($p>0.05$) สำหรับอัตราการรอดตายของลูกปลามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยชุดทดลองอาหารเสริมฮอร์โมนเพศผู้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 90.50±2.52 % รองลงมาชุดทดลองควบคุม และชุดทดลองเสริมแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 1% มีค่าเท่ากับ 86.87±8.00 และ 85.00±4.08 ตามลำดับ ผลวิจัยนี้ควรใช้สารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับ 10 กรัม เสริมในอาหาร 1 กิโลกรัม

คำสำคัญ: ปลานิล แมงโกสติน น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น โพรพิลีนไกลคอล

Abstract

This research studied the effects of dietary mangostin extract from mangosteen peel to commercial powder feed on growth of juvenile Nile tilapia during nursery a 30-day. The experiment was conducted in a recirculating water system using a completely randomized design with 8 treatment groups, each with 3 replicates and 200 fry per replicate. The treatments included a control with powder feed, a group with feed supplemented with 17α-methyltestosterone, and groups with feed supplemented with mangostin extract mixed in two different bio-based solvents, virgin coconut oil and propylene glycol, at three levels: 10, 30, and 50 grams per kilogram. The fry were fed five times a day. The results showed that the weight and length of the fry fed with the mangostin-supplemented feed mixed with virgin coconut oil and propylene glycol at the 10 gram level were significantly higher than the control group ($p<0.05$), but not significantly different from the hormone-supplemented group ($p>0.05$). The survival rates showed significant differences ($p<0.05$), with the

hormone-supplemented group having the highest survival rate at 90.50±2.52%, followed by the control group and the 10 gram virgin coconut oil mangostin at 86.87±8.00% and 85.00±4.08% respectively. The optimal supplementation level was 10 grams of mangostin extract mixed with virgin coconut oil per kilogram of feed.

Keywords: Nile tilapia, mangostin, virgin coconut oil, propylene glycol

บทนำ

ปัจจุบันได้มีงานวิจัยและพัฒนานำสารเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น แซนโทน แทนนิน กรดฟีนอลิก มาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aizat *et al.*, 2019) ซึ่งเปลือกมังคุดมีสารแซนโทนถึง 40% ได้แก่ α-mangostins, β-mangostins, γ-mangostins, garcinone E, 8-deoxygartanin และ gartanin เป็นต้น ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ สารต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ (Ansori *et al.*, 2020) งานวิจัยการใช้สารสกัดเปลือกมังคุด ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคชนิด *Flavobacterium columnare* ในปลา Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) (Meepagala and Schrader, 2018) และการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มอัตราการรอดในการเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ต่อสภาวะการติดเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* (Lili *et al.,* 2019) ผงเปลือกมังคุดและสารจากยอดมังคุดช่วยเสริมต้านทานในระบบทางโลหิตวิทยาของปลาการ์ตูน clown anemone fish (*Amphiprion percula*) (Destiani *et al.*, 2019), และการนำมาเป็นสารเสริมในอาหารเลี้ยงลูกปลาดุกแอฟริกัน (*Clarias gariepinus*) (Soosean *et al.*, 2010) Yostawonkul และคณะ (2023) ใช้สารสกัดเปลือกมังคุดในรูปแบบนาโนอีมัลชั่นมีผลต่อการเจริญเติบโต การตอบสนองภูมิคุ้มกัน และการต้านทานโรคของปลานิล พบว่าการเสริมนาโนอิมัลชั่นสารสกัดเปลือกมังคุดเสริมสร้างศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและสุขภาพของปลานิลดีกว่ากลุ่มทดลองควบคุม การใช้สารอาหารในรูปแบบนาโนช่วยให้ปลามีการดูดซึมและใช้ประสิทธิภาพของอาหารได้ดีเช่นเดียวกับการศึกษาการใช้สารสกัดสมุนไพรตัวอื่นในรูปแบบนาโน เช่น ศึกษาการใช้อนุภาคนาโนของขิงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในปลาคาร์พ (Korni and Khalil, 2017) และการใช้อนุภาคนาโนของสารสกัดว่านหางจระเข้มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาสเตอร์เจียนไซบีเรีย (Sharif *et al.*, 2017) พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุด เช่น สารประกอบฟีนอลที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต (Hafeez *et al.*, 2014; Zarena and Sankar, 2012) รวมทั้งการศึกษาของ Abaho และคณะ (2022) กล่าวถึงการใช้ผลิตภัณฑ์จากพืชเพื่อเป็นทางเลือกแทนฮอร์โมนเพศสังเคราะห์ 17α-methyltestosterone โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงปลานิลซึ่งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีมูลค่าทั้งในและต่างประเทศ มีความต้องการผลิตลูกปลานิลตัวผู้ล้วนที่โตเร็ว ดังนั้นการนำผลิตภัณฑ์จากพืชมาใช้ในการอนุบาลลูกปลานิลในครั้งนี้จึงเป็นทางเลือกเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่แพง ปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการเลี้ยงปลาจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาโดยขึ้นอยู่กับชนิดปลา ปริมาณ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ และวิธีการให้ปลาได้รับสมุนไพรเหล่านั้นโดยทั่วไปการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความเข้มข้นสูงสุดที่เหมาะสมแต่การเจริญเติบโตของปลาจะลดต่ำลงหากเพิ่มระดับความเข้มข้นเกินขนาดที่เหมาะสมตามรูปแบบจำลองการถดถอยพหุนาม(second order polynomial regression model)(Ndakalimwe, 2019) เช่นการใช้สมุนไพรยี่หร่าเสริมในอาหารปลานิลระดับ 12.5 กรัม/กิโลกรัม เหมาะสมที่สุดต่อการเติบโตสูงสุดของปลานิล(Ahmad and Abdel-Tawwab, 2011) ในทำนองเดียวกันการเสริมว่านหางจระเข้ *Aloe vera* ในอาหาร 2%/กิโลกรัม ของ (Gabriel et al., 2015), การเสริม *Allium sativum* ในอาหาร 30 กรัม/กิโลกรัม(Shalaby et al., 2006), การเสริมสาหร่ายทะเล *Ulva clathrata* 1% ในอาหารต่อกิโลกรัม (Quezada-Rodríguez and Fajer-Ávila, 2016) และการเสริม *Camellia sinensis* 0.5 กรัม/กิโลกรัม) (Abdel-Tawwab *et al.*, 2010) เป็นระดับการผสมในอาหารที่เหมาะสมที่สุดตามลำดับซึ่งสามารถช่วยให้ปลานิลเจริญเติบโตได้ดีขึ้น จากความสำคัญของงานวิจัยการประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกมังคุดและสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ในการเลี้ยงปลาส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของการเสริมแมงโกสตินสกัดจากเปลือกมังคุดในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิลในระยะอนุบาลเพื่อประยุกต์ใช้ระดับที่เหมาะสมนำไปคลุกเคลือบในอาหารผงสำเร็จรูปเพื่อการอนุบาลลูกปลานิลต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเปลือกมังคุด โดยนำเปลือกมาอบแห้งบดเป็นผงเก็บในอุณหภูมิห้องปฏิบัติการ เตรียมผงมังคุดตามวิธีของ Pothitirat และคณะ (2009) โดยใช้เปลือกมังคุด(*Garcinia mangostana* Linn) ระยะสุกที่ 5 ผลสีม่วงอมแดง ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกแยกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่บริโภคได้ นำมาทำความสะอาดและแยกเอาเฉพาะเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ สำหรับใบมังคุดจะเลือกเอาใบที่แก่จัดมาล้างทำความสะอาดจากนั้นนำตัวอย่างทั้งคู่ไปอบแห้งในเตาอบร้อนที่อุณหภูมิ 50-55 °C เป็นเวลาประมาณ 72 ชั่วโมง จนกระทั่งความชื้นต่ำกว่า 5% จากนั้นนำตัวอย่างที่แห้งมาบดเป็นผงโดยใช้เครื่องบดตัวอย่าง Cyclotec™ 1093 (Foss Tecator Co., Hillerod, Denmark) ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 ไมโครเมตร จากนั้นบรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บไว้ที่ -40 °C จนกระทั่งนำไปใช้

วิธีการสกัดสารแมงโกสตินออกจากผงเปลือกตามวิธีของ Sungpud และคณะ (2020) ชั่งผงเปลือก (10 กรัม) ผสมกับตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น(Virgin Coconut Oil; VCO) และ โพรพิลีนไกลคอล (Propylene glycol; PG)(Sigma Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) ตัวอย่างละ 90 มิลลิลิตร กวนผสมที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปสกัดด้วยเครื่อง Ultrasonic processors (Sonics vibra cell VCX500; USA) กำลังไฟฟ้า 20 kHz, 500 Watts โดยกำหนดสภาวะ amplitude ที่ 55% เป็นเวลา 7 นาที pulse on 30 วินาที และ pulse off 5 วินาที โดยใช้น้ำแข็งเป็นสารหล่อเย็น จากนั้นนำไปปั่นแยกที่ 5,000 รอบต่อนาที (25-28 °C) เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสไว้ในขวดสีชาซึ่งเป็นสารสกัดแมงโกสตินผสมตัวทำละลายเพื่อใช้สำหรับการทดลองผสมในสูตรอาหารลูกปลานิลต่อไป

เตรียมอาหารลูกปลานิลโดยการคลุกเคลือบสารสกัดแมงโกสติน โดยการชั่งสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลาย VCO และสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลาย PG, ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 30 และ 50 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ละลายสารสกัดแมงโกสตินในเอทิลแอลกอฮอล์ 120 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดพ่นบนอาหารผงสำเร็จรูปสำหรับอนุบาลลูกปลานิล โปรตีนไม่น้อยกว่า 42 % ไขมันไม่น้อยกว่า 5 % กากไม่มากกว่า 3 % และ ความชื้นไม่มากกว่า 10 % นำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง เก็บใส่ภาชนะเพื่อใช้สำหรับการทดลองต่อไป

เตรียมอาหารผงสำเร็จรูปผสมฮอร์โมนโดยเตรียมฮอร์โมน 17α-methyltestosterone 60 มิลลิกรัมต่ออาหารผง 1 กิโลกรัม โดยละลายฮอร์โมน 0.5 กรัมในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 1 ลิตร คนให้เข้ากันแล้วตวงสารละลายฮอร์โมนมา 120 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 120 มิลลิลิตร ใส่ในกระบอกฉีดน้ำ สเปรย์สารละลายฮอร์โมนให้ทั่วอาหารแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำอาหารไปผึ่งในที่ร่มจนแห้งเก็บใส่ภาชนะเพื่อใช้สำหรับการทดลองต่อไป

ในขั้นตอนการดำเนินการทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) การทดลองนี้ประกอบด้วย ชุดการทดลองควบคุมอาหารผงสำเร็จรูป(C), ชุดทดลองฮอร์โมน17α-methyltestosterone เสริมในอาหาร 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม(h) , ชุดทดลองที่มีการเสริมสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 10, 30 และ 50 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม(pvco1, pvco3 และ pvco5 ตามลำดับ) และ ชุดทดลองที่มีการเสริมสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 10, 30 และ 50 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม(ppg1, ppg3 และ ppg5 ตามลำดับ) ชุดทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นการอนุบาลลูกปลานิลที่เพาะขยายพันธุ์ภายในอาคารปฏิบัติการประมง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ระยะหลังถุงไข่แดงหมด อายุ 1 วัน (น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.012±0.0004 กรัม ความยาวเฉลี่ย 0.523±0.032 เซนติเมตร) จนถึงอายุ 30 วัน ในระบบถาดแบบน้ำหมุนเวียน ขนาดถาด 25x40x8 เซนติเมตร อัตราการไหลของน้ำ 4 ลิตร/นาที แต่ละถาดอนุบาลลูกปลา 200 ตัว ที่ได้จากการเพาะขยายพันธุ์ในบ่อซิเมนต์ ให้อาหารลูกปลาวันละ 5 ครั้ง เวลา 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 30 วัน ในช่วง 7 วันแรกให้ลูกปลากินอาหาร 30 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน ช่วงอายุ 8 - 14 วัน ให้อาหาร 20 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน และช่วงอายุ 15 - 21 วันให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน และในช่วงอายุ 22-30 วัน ให้อาหาร 10 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน

การเก็บข้อมูลด้วยการชั่งน้ำหนักวัดความยาวลูกปลา อายุ 15 วัน และ 30 วัน และอัตราการรอด ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์น้ำหนักและความยาวที่เพิ่มขึ้นด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว(One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan, s New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitap 17 และการวิเคราะห์การเจริญเติบโตน้ำหนักและความยาว และการกระจายขนาดของลูกปลาด้วยโปรแกรม R i386 4.1.2 Package RcmdrPlugin.KMggplot2

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิจัยนี้พบว่าในช่วงระยะเวลาการอนุบาลครบ 15 วัน ของการทดลองการเพิ่มของน้ำหนัก(WG1) และความยาวลูกปลา(TL1) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่เมื่อสิ้นสุดการทดลองในระยะเวลา 30 วัน ผลของการเสริมแมงโกสตินในอาหารผงสำเร็จรูปมีผลต่อน้ำหนัก(WG2) และความยาวที่เพิ่มขึ้น(TL2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน น้ำหนักของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารผงเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับเสริมในอาหารผง 10 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นสูงที่สุดมากกว่าชุดทดลองควบคุม และชุดทดลองเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับ 50 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับชุดทดลองเสริมฮอร์โมนในอาหาร, ชุดทดลองเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับ 30 กรัม และชุดทดลองเสริมแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล ($p>0.05$) และ รองลงมาคือการเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลระดับเสริมในอาหารผง 30 กรัม และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าชุดทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) แต่ชุดทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดทดลองเสริมฮอร์โมนเพศผู้ในอาหารและชุดทดลองเสริมแมงโกสตินทุกชุดการทดลอง($p>0.05$) (Table 1) การทดลองเสริมสารแมงโกสตินมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและความยาวของลูกปลานิลในระยะอนุบาลมากขึ้นคือ ชุดทดลองการเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 10 กรัม และการเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 30 กรัม ดังนั้นการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดจึงมีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับการศึกษาของ Yostawonkul และคณะ (2023) ใช้สารสกัดเปลือกมังคุดในรูปแบบนาโนอีมัลชั่นต่อการศึกษาการเจริญเติบโต การตอบสนองภูมิคุ้มกัน และการต้านทานโรคของปลานิลที่ดีกว่ากลุ่มทดลองควบคุมในอัตรา 6.25 มิลลิกรัมต่ออาหารปลา 1 กรัม มีหลายงานวิจัยที่กำหนดระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชใกล้เคียงกันเพื่อการประยุกต์ใช้สารสกัดจากพืชหลายชนิดในระบบเพาะเลี้ยงปลานิล เช่น การใช้ผงเมล็ดโคลา (Bitter kola, *Garcinia kola*) เสริมในอาหารปลานิลร้อยละ 6 มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและระบบการสืบพันธุ์ในระยะเวลาการเลี้ยง 44 วัน(Sulem-Yong *et al.*, 2018) การใช้สารสกัดจากกระเทียมเสริมในอาหารปลาที่ความเข้มข้นของสารสกัดกระเทียม 0.5%, 1% และ 3% ในอาหาร 30 วัน มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลานิลดีกว่ากลุ่มควบคุม (Shalaby et al., 2006) การใช้เมล็ดยี่หร่าป่น(caraway seed meal (CSM); *Carum carvi*) เป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในอัตราการใช้ 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของปลานิลมากกว่าอาหารควบคุม ปลามีการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารสูงสุดเมื่อเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มี CSM 10 กรัม/กิโลกรัม(Mohammad and Abdel, 2011)

ผลกระทบต่อน้ำหนักและความยาวลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและโพรพิลีนไกลคอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 30 วัน พบว่าน้ำหนักและความยาวของชุดทดลองเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นเสริมในอาหาร 10 กรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด 0.22 ± 0.10 กรัม และ ความยาวเฉลี่ย 2.10±0.74 เซนติเมตร รองลงมาชุดทดลองเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลเสริมในอาหาร 30 กรัม มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.19 ± 0.11 กรัม และความยาวเฉลี่ย 2.02±0.90 เซนติเมตร และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวของลูกปลาอายุ 15 วัน พบว่าการเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 10 กรัม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวเพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวของลูกปลานิลตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการให้อาหารจนลูกปลาอายุ 30 วัน พบว่ามีความสัมพันธ์ของน้ำหนักและความยาวของลูกปลาในชุดทดลองเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดทดลองควบคุมและชุดทดลองทดลองเสริมฮอร์โมน(Figure 1) โดยการกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักและความยาวลูกปลานิลในชุดทดลองเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมัน

มะพร้าวสกัดเย็น 10 กรัม มีค่ามัธยฐานและเปอร์เซ็นไทล์ 75 สูงกว่าชุดทดลองอื่นๆ และรองลงมาเป็นหน่วยทดลองใช้สารเสริมแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 10 กรัม (Figure 2) ลูกปลามีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้สมุนไพรชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความเข้มข้นสูงสุดที่เหมาะสม ขณะที่การเจริญเติบโตของปลาจะลดต่ำลงหากเพิ่มระดับความเข้มข้นเกินขนาดที่เหมาะสมตามรูปแบบจำลองการถดถอยพหุนาม(second order polynomial regression model)(Ndakalimwe, 2019) เช่น การใช้สมุนไพรยี่หร่าเสริมในอาหารปลานิลระดับ 12.5 กรัม/กิโลกรัม เหมาะสมที่สุดต่อการเติบโตสูงสุดของปลานิล(Ahmad and Abdel-Tawwab, 2011) ในทำนองเดียวกันการเสริมว่านหางจระเข้ *Aloe vera* ในอาหาร 2% ในอาหารกิโลกรัม ของ (Gabriel *et al.*, 2015), การเสริม *Allium sativum* ในอาหาร 30 กรัม/กิโลกรัม(Shalaby *et al*., 2006), การเสริมสาหร่ายทะเล *Ulva clathrata* ในอาหาร 1% ในอาหาร 1 กิโลกรัม (Quezada-Rodríguez and Fajer-Ávila, 2016) และการเสริม *Camellia sinensis* 0.5 กรัม/กิโลกรัม) (Abdel-Tawwab *et al*., 2010) เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดตามลำดับ ซึ่งการใช้สมุนไพรสามารถช่วยให้ปลานิลเจริญเติบโตได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามระดับการนำสมุนไพรไปใช้ในการเลี้ยงปลาและมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานั้นขึ้นอยู่กับชนิดปลา ปริมาณ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ และวิธีการให้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพบว่าน้ำหนักของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารผงเสริมสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นและตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล ระดับ 10 กรัม มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นสูงกว่าชุดทดลองควบคุม โดยตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด มีสารสกัดแมงโกสตินที่ได้จากการทดลองครั้งนี้พบอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ขณะเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบชุดทดลองอนุบาลลูกปลานิลด้วยอาหารผงเสริมสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดกับชุดทดลองเสริมฮอร์โมนเพศผู้ในอาหารซึ่งงานวิจัยนี้นำชุดการทดลองดังกล่าวมาร่วมเปรียบเทียบเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะปัจจุบันที่มีการผลิตลูกปลานิลเพศผู้เนื่องจากการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเพศเมีย แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้เปรียบเทียบในด้านการกำหนดเพศของลูกปลา โดยมุ่งเน้นเฉพาะการเจริญเติบโตซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการใช้ สารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายชีวภาพที่เสริมในอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลานิลในระดับที่เหมาะสมสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับลูกปลาได้ งานวิจัยนี้ลูกปลามีอัตราการรอดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) โดยชุดทดลองเสริมฮอร์โมนเพศผู้มีค่าเฉลี่ยอัตรารอด 90.50±2.52 % แตกต่างจากชุดทดลองเสริมสารสกัดแมงโกสตินจากเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอลและน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับ 50 กรัม มีอัตรารอดเฉลี่ย 79.37±5.91และ 76.87±5.54 % ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับชุดทดลองเสริมสารสกัดแมงโกสตินผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นระดับ 10, 30 กรัม และโพรพิลีนไกลคอล 10, 30 กรัม และชุดทดลองควบคุม ตามลำดับ(Table 2)

สรุปผล

งานวิจัยนี้พบว่าการเสริมสารแมงโกสตินในอาหารสำหรับการอนุบาลลูกปลามีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักและความยาวของลูกปลานิล โดยชุดทดลองการเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 10 กรัม และการเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายโพรพิลีนไกลคอล 10 กรัม ดังนั้นการเสริมสารสกัดจากเปลือกมังคุดจึงมีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของลูกปลานิล โดยระดับการผสมในอาหารที่เหมาะสมที่สุดในงานทดลองชุดทดลองนี้คือ การเสริมแมงโกสตินเปลือกมังคุดผสมในตัวทำละลายน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม, สามารถช่วยให้ปลานิลเจริญเติบโตและมีอัตรารอดดีขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากคณะกรรมการกองทุนเพื่องานวิจัย นวัตกรรม และงานสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M., Seden, M. E. A., and Sakr, S. F. M. 2010. Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.)., against *Aeromons hydrophila* infection. Journal of the World Aquaculture Society 41: 203–213.

Abaho, I., Masembe, C., Akoll, P. and Jones, C.L. 2022. The use of plant extracts to control tilapia reproduction: Current status and future perspectives. Journal of the World Aquaculture Society 53: 593–619.

Ahmad, M. H. and Abdel-Tawwab, M. 2011. The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. Aquaculture 314: 110–114.

Aizat, W.M., Ahmad-Hashim, F.H. and Jaafar, S.N.S. 2019. Valorization of mangosteen, “The Queen of Fruits”, and new advances in postharvest and in food and engineering applications: A review. Journal of Advance Research 20: 61–70.

Ansori, A.N.M., Fadholly, A., Hayaza, S., Susilo, R.J.K., Inayatillah, B.; Winarni, D. and Husen, S.A. 2020. A review on medicinal properties of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). Research Journal of Phamacy and Technology 13: 974–982.

Destiani, A., Nur, I., Muskita, W. and Kurnia, A. 2019. Effect of diet supplemented with rind powdered of mangosteen fruit (*Garcinia mangostana*) on haematological profile of clown anemonefish (*Amphiprion percula*). Research Journal of Medicinal Plants 13: 46–52.

Gabriel, N. N., Qiang, J., Kpundeh, M. D. and Xu, P. 2015. Use of herbal extracts for controlling reproduction in tilapia *culture*: Trends and prospects – A review. Isr. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 67: 1-22.

Hafeez, B.B., Mustafa, A., Fischer, J.W., Singh, A., Zhong,W., Shekhani, M.O.; Meske, L., Havighurst, T., Kim, K. and Verma, A.K. 2014. Mangostin: A dietary antioxidant derived from the pericarp of *Garcinia mangostana* L. inhibits pancreatic tumor growth in xenograft mouse model. Antioxidants and Redox Signaling 21: 682–699.

Korni, F.M.M. and Khalil, F. 2017. Effect of ginger and its nanoparticles on growth performance, cognition capability, immunity and prevention of motile *Aeromonas septicaemia* in *Cyprinus carpio* fingerlings. Aquaculture. Nutrition 23: 1492–1499.

Lili,W., Gumilar, R., Nurhayati, A. and Rosidah, R. 2019. Effectivity of solution mangosteen rind (*Garciana* mangostana) as medicine for black tilapia juvenile (*Oreochromis niloticus* Bleeker) when infected by *Aeromonas hydrophila*. World Science News 133: 56–70.

Meepagala, K.M. and Schrader, K.K. 2018. Antibacterial activity of constituents from mangosteen *Garcinia* mangostana fruit pericarp against several channel catfish pathogens. Journal of Aquatic Animal Health 30: 179–184.

Mohammad H. AhmadMohsen and Abdel-Tawwab. 2011. The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. Aquaculture 314(s 1–4): 110–114

Ndakalimwe Naftal Gabriel. 2019. Review on the progress in the role of herbal extracts in tilapia culture, Cogent Food & *Agriculture* 5:1-21.

Pothitirat, W., Chomnawang, M. T., Supabphol, R. and Gritsanapan, W. 2009. Comparison of bioactive compounds content, free radical scavenging and anti-acne inducing bacteria activities of extracts from the mangosteen fruit rind at two stages of maturity. Fitoterapia 80(7): 442-447.

Quezada-Rodríguez, D. R. P., and Fajer-Ávila, E. J. 2016. The dietary effect of ulvan from *Ulva clathrata* on hematological-immunological parameters and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Applied Phycology 29(1): 423-431.

Shalaby, A.M., Khattab, Y.M. and Abdel Rahman, A.M. 2006. Effects of Garlic (*Allium sativum*) and Chloramphenicol on Growth Performance, Physiological Parameters and Survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases 12: 172-201.

Sharif Rohani, M., Haghighi and M., Bazari Moghaddam, S. 2017. Study on nanoparticles of *Aloe vera* extract on *growth* performance, survival rate and body composition in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). Iranian Journal Fisheries Science 16: 457–468.

Soosean, C., Marimuthu, K., Sudhakaran, S. and Xavier, R. 2010. Effects of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) extracts as a feed additive on growth and haematological parameters of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. European Review for Medical and Pharmacological Science 14: 605–611.

Sulem-Yong, N. N., Sandjoh, R., Angoun, J., Nzoko, A. F., Mounjouenpou, P., Agbor, K. E., and Yong-Sulem, S. 2018. Effect of varied dietary bitter Kola (*Garcinia Kola*) seeds levels on spawning of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). International Journal of Fisheries & Aquatic Studies, 6(2): 507–510.

Sungpud, C., Panpipat, W., Yoon, A. S., and Chaijan, M. 2020. Techno-biofunctionality of mangostin extract-loaded virgin coconut oil nanoemulsion and nanoemulgel. PLoS ONE 15(1): 1-22.

Yostawonkul, J., Kamble, M.T., Sakuna, K., Madyod, S., Sukkarun, P., Medhe, S.V., Rodkhum, C., Pirarat, N., Sewaka, M. 2023. Effects of Mangosteen (*Garcinia mangostana*) Peel Extract Loaded in Nanoemulsion on Growth Performance, Immune Response, and Disease Resistance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) against *Aeromonas veronii* Infection. Animals 13(1798): 1-13.

Zarena, A.S. and Sankar, K.U. 2012. Phenolic acids, flavonoid profile and antioxidant activity in mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) pericarp. Journal of Food Biochemistry 36: 627–633.

Table1 Weight and length of juvenile tilapia at 15 days (WG1, TL1) and 30 days (WG2, TL2)

weight (WG, g.) Length(TL, cm.)	Control experiment	Testosterone supplements	Mangostin extract from peel in VCO solvent.			Mangostin extract from peel in PG solvent		
			pvco1	pvco3	pvco5	ppg1	ppg3	ppg5
WG1(g.)	0.074±0.03	0.090±0.04	0.090±0.02	0.074±0.06	0.064±0.04	0.076±0.02	0.076±0.03	0.076±0.04
TL1(cm.)	1.0730.27	1.28±0.35	1.26±0.19	1.14±0.29	1.06±0.25	1.18±0.20	1.10±0.20	1.00±0.07
WG2(g.)	0.10±0.07^{c}	0.14±0.06^{abc}	0.22±0.10^{a}	0.17±0.11^{abc}	0.12±0.03^{b}	0.15±0.05^{abc}	0.19±0.11^{ab}	0.15±0.04^{abc}
TL2(cm.)	1.27±0.41^{c}	1.67±0.35^{abc}	2.10±0.74^{a}	1.96±0.65^{ab}	1.32±0.43^{bc}	1.58±0.44^{abc}	2.02±0.90^{a}	1.94±0.46^{ab}

different letters on the average in a row have a statistically significant difference($p<0.05$)

Table 2 Survival rate of juvenile tilapia was evaluated in an experimental nursery with a circulating water system.

Survival rate (%)	Control experiment	Testosterone supplements	Mangostin extract from peel in VCO solvent.			Mangostin extract from peel in PG solvent		
			pvco1	pvco3	pvco5	ppg1	ppg3	ppg5
	86.87±8.00^{ab}	90.50±2.52^{a}	85.00±4.08^{abc}	82.50±2.88^{abc}	76.87±5.54^{bc}	83.75±2.50^{abc}	83.12±7.18^{abc}	79.37±5.91^{b}

different letters on the average in a row have a statistically significant difference($p<0.05$)

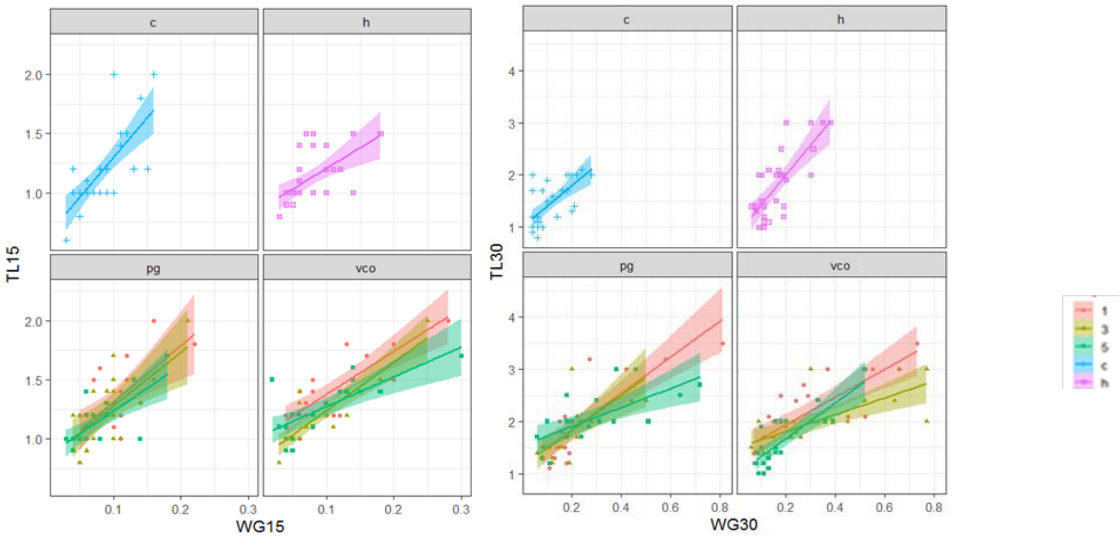


Figure 1 Effect of supplementing mangostin extract from mangosteen peel in powdered feed for juvenile tilapia had a significant influence on the relationship between weight and length of juvenile tilapia.

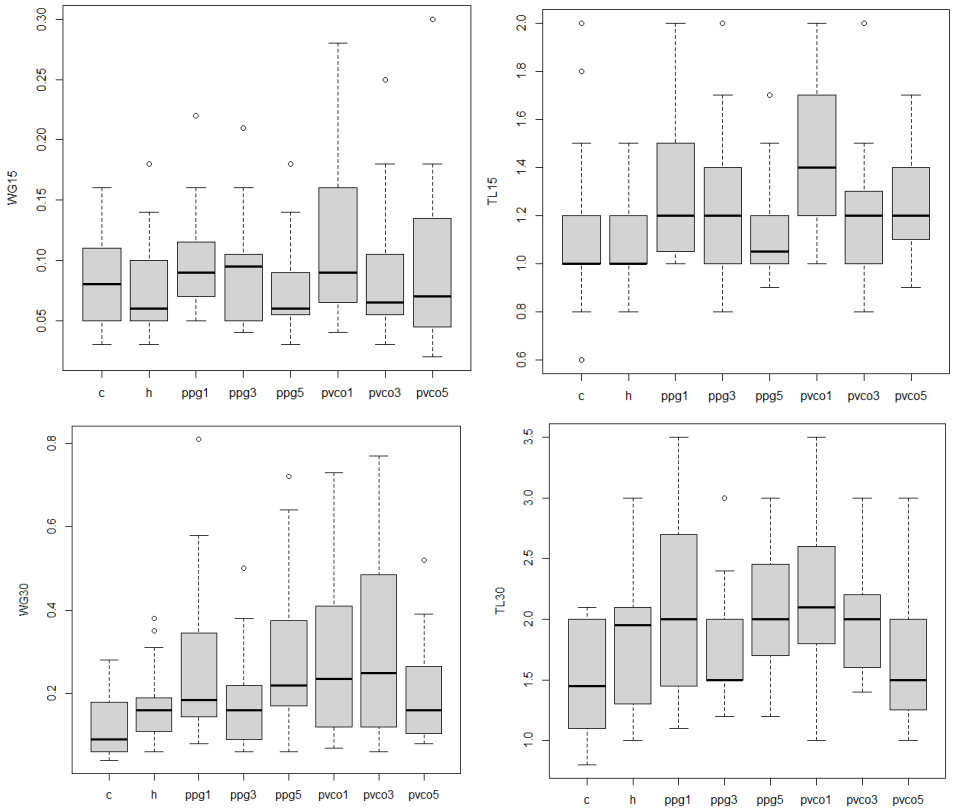


Figure 2 Distribution of weight and length data of juvenile tilapia was analyzed during the 15-day and 30-day experimental periods to assess growth patterns and developmental consistency.

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทย (*Caulerpa lentillifera*) ด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว

Biofertilizer from Sea Bass Scales for Green Caviar (*Caulerpa lentillifera*) Cultivation

ธีระศักดิ์ สโมสร[1] มะลิวัลย์ คุตะโค[1] รชนิมุข หิรัญสัจจาเลิศ[2] บัญชา นิลเกิด[1] น้ำเพชร สุขเจริญ[1] และ ภควรรณ เศรษฐมงคล[1*]

Samosorn, T.[1], Kutako, M.[1], Hiransuchalert, R.[2], Nilkerd, B.[1], Sukjarean, N.[1] and Setthamongkol, P.[1*]

[1] คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี เลขที่ 57 หมู่ 1 ถนนชลประทาน ตำบลโขมง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี 22170

[1] Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi Campus, 57 Moo.1 Chon Pratan Road, Kamong, Tha Mai, Chanthaburi Province 22170

[2] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนน ลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี ชลบุรี 20131

[2] Faculty of Science, Burapha University, 169 Long-Had Bangsaen Road, Saensuk, Mueang, Chonburi 20131

**Corresponding author: pakawan-p@go.buu.ac.th*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว และเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทย (*Caulerpa lentillifera*) โดยการนำเกล็ดปลากะพงขาวหมักกับกากน้ำตาล และหัวเชื้อจุลินทรีย์ (พด. 2 กรมพัฒนาที่ดิน) วันเป็นเวลา 49 วัน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรต ออร์โธฟอสเฟต อินทรียวัตถุ และอุณหภูมิของน้ำหมักพบว่า มีค่าเท่ากับ 7.96±0.1 mg-N/L, 1,014.7±17.4 mg-N/L, 66.76±4.8 mg-P/L, 6.42±0.1 %, pH 3.73±0.01 และ 30.4±0.67 °C ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำน้ำหมักที่ได้ไปเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยในอัตราส่วนความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ 1:100 1:500 และ 1:1,000 และเพาะเลี้ยงสาหร่ายด้วยอาหารสูตรกิลลาร์ด และน้ำทะเล (ความเค็ม 30 ส่วนในพัน) เป็นชุดควบคุม ผลการศึกษาพบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวเป็นระยะเวลา 24 วัน ในชุดการทดลองที่เลี้ยงสาหร่ายด้วยน้ำหมักอัตราส่วน 1:500 มีน้ำหนักสด และการเติบโตต่อวันสูงสุดในวันที่ 6 ของการทดลองเท่ากับ 172.9±1.7 กรัม และ 13.80±0.28 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รองลงมาคือชุดการทดลองที่เลี้ยงสาหร่ายด้วยน้ำหมักอัตราส่วน 1:1,000 และอาหารสูตรกิลลาร์ด มีค่าการเติบโตต่อวันเท่ากับ 10.42±1.48 และ 10.27±0.93 กรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองที่เลี้ยงสาหร่ายด้วยน้ำทะเล และน้ำหมักอัตราส่วน 1:100 มีค่าการเติบโตต่อวันต่ำสุดเท่ากับ 6.82±0.67 และ 5.34±0.64 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่า ปริมาณแอมโมเนียรวม และออร์โธฟอสเฟตในชุดการทดลองที่ใช้น้ำหมักอัตราส่วน 1:100 มีค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 0.069±0.01 - 0.879±0.12 mg-N/L และ 5.10±0.48 - 12.96±0.1 mg-P/L ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รองลงมาในชุดการทดลองที่ใช้น้ำหมักอัตราส่วน 1:500 1:1,000 อาหารสูตรกิลลาร์ด และน้ำทะเลที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตเท่ากับ 1.14±0.06 - 3.88±0.26, 0.72±.06 - 1.30±0.02, 0.16±0.16 - 0.93±0.04 และ 0.03±0.01 - 0.07±0.01 mg-P/L ตามลำดับ ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าต่ำในชุดควบคุม และชุดการทดลองอื่นๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.003±0.00 - 0.288±0.08 mg-N/L ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อการตรวจวัดปริมาณไนเตรตในน้ำพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าสูงในชุดการทดลองที่ใช้อาหารสูตรกิลลาร์ด และน้ำหมักอัตราส่วน 1:100 ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.43±1.19 - 14.75±1.24 และ 4.76±0.39 - 12.50±1.48 mg-N/L ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุม และชุดการทดลองอื่นส่วนใหญ่มีปริมาณไนเตรตต่ำอยู่ในช่วง 0.80±0.02 - 5.82±0.62 mg-N/L

คำสำคัญ: น้ำหมักชีวภาพ เกล็ดปลากะพงขาว สาหร่ายพวงองุ่น

Abstract

The objective of this study is to analyze the quality of biofertilizer from White Sea Bass scales and compare concentration ratios of biofertilizer from White Sea Bass scales that are suitable for culturing Green Caviar seaweed (*Caulerpa lentillifera*) by mixing scales with molasses sugar and inoculum microbial from The Land Development Department for 49 days. Then analyzing total ammonia value, nitrate value, orthophosphate value, organic substance and temperature of biofertilizer found that they were at 7.96±0.1 mg-N/L, 1,014.7±17.4 mg-N/L, 66.76±4.8 mg-P/L, 6.42±0.1 %, pH 3.73±0.01 and 30.4±0.67 °C, respectively. After that, the biofertilizers were used to culture Green Caviar seaweed in 3 different concentration ratios at 1:100, 1:500, and 1:1,000 respectively. The controls were seawater (30 ppt) and seawater with Guillard medium formula. The experiment results showed that the seaweed cultured by white sea bass scales bio-fermented at a 1:500 ratio had the highest fresh weight and average daily growth on the 6th day of the experiment at 172.9±1.7 grams and 13.80±0.28 g/day, respectively which had the highest significant difference from others ($P<0.05$) followed by seaweed cultured by 1:1,000 concentration ratio biofertilizer and the control group with Guillard medium added had average daily growth rates at 10.42±1.48 and 10.27±0.93 g/day, respectively. Moreover, seaweed cultured by seawater and 1:100 ratio bio-fermented had the lowest average daily growth rate at 6.82±0.67 and 5.34±0.64 g/day, respectively, with the lowest significant difference from others ($P<0.05$). In addition, total ammonia and orthophosphate values in 1:100 ratio experiment group had the highest value in the range of 0.069±0.01 - 0.879±0.12 mg-N/L and 5.10±0.48 - 12.96±0.1 mg-P/L, respectively which had the highest significantly difference from others ($P<0.05$) followed by 1:500 ratio, 1:1,000 ratio, Guillard medium formula added and seawater group which had orthophosphate values at 1.14±0.06 - 3.88±0.26, 0.72±.06 - 1.30±0.02, 0.16±0.16 - 0.93±0.04 and 0.03±0.01 - 0.07±0.01 mg-P/L, respectively. The control group and other experiment groups had low total ammonia values in the range of 0.003±0.00 - 0.288±0.08 mg-N/L which had no significant difference ($P>0.05$). When analyzing nitrate values revealed that there were high values in the Guillard medium formula group and 1:100 ratio group which were in the range of 6.43±1.19 - 14.75±1.24 and 4.76±0.39 - 12.50±1.48 mg-N/L, respectively. The other control and experiment groups had low nitrate values in the range of 0.80±0.02 - 5.82±0.62 mg-N/L.

Keywords: Bio-fermented water, Sea bass scale, Sea grapes

บทนำ

ประเทศไทยมีแหล่งเพาะเลี้ยงปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) กระจายอยู่เกือบทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในน้ำกร่อยและน้ำจืด โดยในปี 2564 ผลผลิตปลากะพงขาวจากการเพาะเลี้ยงเบื้องต้นมีปริมาณ 49,060.2 ตัน ซึ่งมีปริมาณการส่งออกรวม 671.7 ตันในช่วง 3 เดือนแรกของปี 2565 โดยส่วนใหญ่ส่งออกในรูปของปลากะพงขาวสดแช่เย็น ปลากะพงขาวแช่แข็ง และสินค้าแปรรูป (ฐิติมา เอียดแก้ว, 2565) การแปรรูปสัตว์น้ำทำให้เกิดเศษเหลือประมาณร้อยละ 50-70 ของวัตถุดิบเริ่มต้น โดยประมาณร้อยละ 30 ของเศษเหลือเหล่านี้ คือ หนัง ก้าง และเกล็ดปลา (ปวเรศวร์ อินทุเศรษฐ, 2563) เกล็ดปลากะพงขาว มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า 55.05 0.07 และ 33.72 % ตามลำดับ (ศรัญญา ยิ้มย่อง, และคณะ 2565) นอกจากนี้เกล็ดปลายังประกอบไปด้วยไคติน (56.96%) และไคโตซาน (27.97%) (วิจิตรา ตุ้งซี่, เดชนะ บุญพัทโร และนาฏยา สุวรรณชาตรี, 2559) ซึ่งในทางการเกษตรมีการนำไคโตซานไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพเนื่องจากมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและยังช่วยควบคุมการปลดปล่อยแร่ธาตุและสารอาหารให้แก่พืช เร่งอัตราการเติบโต และช่วยเพิ่มผลผลิตได้ (สุธิดา คงทอง, 2552) น้ำหมักชีวภาพคือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการหมักด้วยซากพืชซากสัตว์โดยมีเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวช่วยย่อยสลาย ปุ๋ย

น้ำชีวภาพที่ได้จากการหมักดองประกอบไปด้วยจุลินทรีย์และสารอินทรีย์หลากหลายชนิดซึ่งถือเป็นปุ๋ยเพื่อเสริมธาตุอาหารให้กับพืช พร้อมกับเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สมเกียรติ สุวรรณคีรี, 2547) ดังนั้นการนำเอาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปหมักกับน้ำตาลให้ได้สารละลายสีน้ำตาลไหม้ซึ่งประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสำคัญแก่พืช (ปิยะภรณ์ จิตรเอก, 2556) สารเร่ง พด.2 หมายถึง เชื้อจุลินทีย์ที่มีคุณสมบัติย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์เพื่อผลิตปุ๋ยน้ำอินทรีย์ด้วยการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนซึ่งจะทำให้กระบวนการหมักดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)

สาหร่ายช่อพริกไทย (*Caulerpa lentillifera*) เป็นสาหร่ายทะเลชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาทำเป็นอาหารได้หลายรูปแบบ เช่น การบริโภคสด รับประทานเป็นผักสลัด และใช้ในการตกแต่งอาหาร เป็นต้น การเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเค็ม ความเข้มแสง อุณหภูมิ และอาหารที่อยู่ในน้ำ โดยน้ำเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยควรมี ปริมาณแอมโมเนียรวมและปริมาณออโธฟอสเฟตไม่น้อยกว่า 0.05 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (กรมประมง, 2562) ซึ่งการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลส่วนใหญ่มักทำในพื้นที่เกษตรกรรมหรือบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้วิธีสูบน้ำทะเลจากระบบชลประทานที่มีแร่ธาตุหรือสารอาหารตกค้างมาจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือเกษตรกรรมเข้ามาใช้ในการเลี้ยงสาหร่าย ซึ่งน้ำเหล่านั้นอาจมียาฆ่าแมลงหรือยาปฏิชีวนะเชื้อปนเปื้อนที่อาจส่งผลต่อผู้บริโภคสาหร่ายทะเลได้ นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลในบางที่พื้นที่ที่มีธาตุอาหารต่ำมีความจำเป็นต้องเติมธาตุอาหารในน้ำเพิ่มให้แก่สาหร่ายทะเล ซึ่งปุ๋ยเคมีเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่สามารถหาซื้อได้ง่ายแต่อาจก่อให้เกิดสารตกค้างในสาหร่ายที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผู้บริโภคได้ การศึกษาหาแนวทางเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยด้วยวัสดุเหลือใช้จากการประมงจึงช่วยลดปริมาณของเสียสู่สิ่งแวดล้อม เกษตรกรสามารถดำเนินการผลิตเองได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน และยังช่วยให้สามารถนำของเหลือใช้นั้นไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือผลิตเพื่อขายเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรได้

การศึกษานี้จึงดำเนินการผลิตและตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำหมักจากชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว และทดสอบนำน้ำหมักชีวภาพดังกล่าวไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทย เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวต่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทย โดยเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจสามารถนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปใช้ใน การเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การหมักน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว

นำเกล็ดปลากะพงขวา 1.5 กิโลกรัมผสมกับกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม น้ำ 5 ลิตร และสารเร่งซุปเปอร์ พด. 2 จำนวน 3 กรัม คนส่วนผสมให้เข้ากันในถังหมักขนาด 10 ลิตร ปิดฝาถังหมักไม่ต้องสนิท และตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม คนหรือกวนทุก 7 วัน เพื่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยน้ำหมักชีวภาพที่สมบูรณ์สังเกตจากมีคราบของเชื้อจุลินทรีย์ที่ถังน้อยลง ไม่พบฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีกลิ่นแอลกอฮอล์ลดลง ความเป็นกรด-เบส และมีค่าอยู่ระหว่าง pH 3.0 – 4.0 จะได้น้ำหมักประมาณ 5 ลิตร กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

ตรวจสอบคุณภาพน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลาทุก 7 วัน ได้แก่ แอมโมเนีย (Parsons et al., 1984) ไนเตรต (APHA, 1992) ออร์โธฟอสเฟต (Parsons et al., 1984) อินทรียวัตถุ (Walkley-Black, 1947) pH และอุณหภูมิของน้ำหมักด้วยเครื่อง pH meter เมื่อมีค่าคงที่แล้วจึงนำน้ำหมักชีวภาพที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บบรรจุลงในขวดภาชนะ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อรอสำหรับการใช้เลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยต่อไป

2. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่มีผลต่อการเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทย

นำตัวอย่างสาหร่ายช่อพริกไทยมากำจัดสิ่งปนเปื้อนหรือสิ่งมีชีวิตเกาะติดที่อยู่บนสาหร่ายออกให้หมด พักสาหร่ายก่อนดำเนินการทดลอง 1 อาทิตย์ โดยเลือกสาหร่ายท่อนพันธุ์ที่สมบูรณ์แข็งแรงมาวางซับบนผ้าประมาณ 1 นาทีเพื่อให้สาหร่ายสะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักสดน้ำหนักประมาณ 90 กรัม (บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง) ใส่ลงในตะกร้าเปล่าสำหรับใส่เลี้ยงสาหร่าย (บันทึกน้ำหนักตะกร้าเปล่าด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง) แล้วจึงตะกร้าใส่ลงในถังเลี้ยงขนาด 30 ลิตร ที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt จำนวน 15 ถัง วางถังเลี้ยงแต่ละชุดการทดสอบแบบสุ่มภายใต้โรงเรือนระบบเปิด ให้อากาศโดยใช้หัวทราย และดำเนินการทดสอบเพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยด้วยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 5 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 สาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรกิลลาร์ด F/2 medium (Guillard, 1973) (ตัวแปรควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 2 สาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงในน้ำทะเล (ตัวแปรควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 3 สาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยการเจือจากน้ำหมักชีวภาพ:น้ำเลี้ยงในอัตราส่วน 1:100
ชุดการทดลองที่ 4 สาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยการเจือจากน้ำหมักชีวภาพ:น้ำเลี้ยงในอัตราส่วน 1:500
ชุดการทดลองที่ 5 สาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยการเจือจากน้ำหมักชีวภาพ:น้ำเลี้ยงในอัตราส่วน 1:1,000

เก็บข้อมูลการเติบโตของสาหร่ายโดยการชั่งน้ำหนักสดทุก 6 วัน เป็นระยะเวลา 24 วัน ภายหลังจากการตรวจชั่งน้ำหนักในแต่ละครั้งจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ของปริมาตรน้ำในถังเลี้ยง แล้วจึงเติมน้ำหมักชีวภาพกลับเข้าไปใหม่ให้ได้ระดับความเข้มข้นเท่าเดิม ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพน้ำทุก 2 วัน ในช่วงเวลา 13.00-13.30 น. ได้แก่ ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรต ออร์โธฟอสเฟต ความเค็มของน้ำ และความเข้มแสงตามวิธีการตรวจวัดข้อ 1 นำค่านักหนักสาหร่ายที่ชั่งได้ไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทยโดยคำนวณค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (Average daily gain ; ADG) (กรัม/วัน) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) (หน่วย/วัน)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านการเติบโตของสาหร่ายและคุณภาพน้ำด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

1. คุณภาพน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว

น้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวใช้ระยะเวลาในการหมัก 49 วันจึงได้นำหนักชีวภาพที่สมบูรณ์ พบว่าในช่วงวันที่ 0-28 ของการหมัก น้ำหมักชีวภาพมีแอมโมเนียปริมาณต่ำในขณะที่ไนเตรตมีปริมาณสูง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.83$\pm$0.10 ถึง 6.48$\pm$0.50 mg-N/L และ1,076.60$\pm$58.90 ถึง 1,246.80$\pm$68.20 mg-N/L ตามลำดับ เมื่อเข้าสู่ช่วงวันที่ 35-49 ของการหมัก น้ำหมักชีวภาพจึงเริ่มมีปริมาณแอมโมเนียสูง ขึ้น (7.31$\pm$0.40 ถึง7.96$\pm$0.10 mg-N/L) ในขณะที่ปริมาณไนเตรตมีค่าลดต่ำลง (1,014.7$\pm$17.4 ถึง 1,031.50$\pm$18.0 mg-N/L) ส่วนปริมาณออร์โธฟอสเฟตน้ำหมักชีวภาพมีการแปรผันขึ้นลงตลอดระยะเวลาของการหมัก โดยช่วงวันที่ 14 – 28 ของการหมักปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 39.06$\pm$0.50 ถึง 48.36$\pm$3.30 mg-P/L หลังจากนั้นจึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 35 – 49 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 59.19$\pm$3.00 ถึง 66.76$\pm$4.80 mg-P/L ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุวันที่ 0 ของการหมักพบว่ามีค่าต่ำ หลังจากนั้นจึงมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 7 – 49 ของการหมัก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.04$\pm$0.30 ถึง 6.42$\pm$0.10 % ซึ่งมีค่าสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P>0.05$)

นอกจากนี้พบว่าค่า pH ในน้ำหมักมีค่าสูงในช่วงแรกของการหมัก โดยมีค่า 6.19$\pm$0.02 ในวันที่ 0 ของการหมัก หลังจากนั้นค่า pH จึงมีค่าค่อยๆ ลดลงจนมีค่าอยู่ในช่วง 3.73$\pm$0.01 ในวันที่ 49 ของการหมัก ซึ่งมีค่าต่ำไม่แตกต่างกับค่า pH ในช่วงวันที่ 21-49 ของการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P>0.05$) ส่วนค่าอุณหภูมิในน้ำหมักตลอดระยะเวลาที่ทำการหมักส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน (27.9$\pm$0.00 ถึง 27.3$\pm$0.64 °C) ยกเว้นวันที่ 49 ของการหมักที่อุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น (30.4$\pm$0.67 °C) ซึ่งมีค่าแตกต่างจากระยะเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Table 1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว

วันที่	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำหมัก ($\bar{x}$±SD)					
	แอมโมเนีย (mg-N/L)	ไนเตรต (mg-N/L)	ออร์โธฟอสเฟต (mg-P/L)	อินทรียวัตถุ (%)	pH	อุณหภูมิ (°C)
0	4.83±0.1^{d}	1,142.1±70.0^{b}	56.06±0.1^{d}	4.00±0.1^{b}	6.19±0.02^{a}	27.9±0.00^{bc}
7	5.41±0.4^{cd}	1,246.8±68.2^{a}	70.64±4.4^{a}	6.04±0.3^{a}	4.68±0.01^{b}	28.1±0.06^{b}
14	5.82±0.6^{bc}	1,076.6±58.9^{bc}	48.36±3.3^{e}	6.88±0.8^{a}	4.10±0.01^{b}	27.8±0.25^{bc}
21	5.98±0.8^{bc}	1,168.4±70.9^{ab}	44.33±0.3^{ef}	6.09±1.0^{a}	3.96±0.02^{c}	27.9±0.00^{bc}
28	6.48±0.5^{b}	1,136.3±95.0^{b}	39.06±0.5^{f}	5.66±6.0^{a}	3.89±0.02^{c}	28.0±0.10^{b}
35	7.31±0.4^{a}	1,025.3±26.4^{c}	59.19±3.0^{cd}	5.87±0.9^{a}	3.84±0.02^{c}	28.0±0.06^{bc}
42	7.94±0.1^{a}	1,031.5±18.0^{c}	61.90±4.0^{bc}	5.90±0.1^{a}	3.74±0.01^{c}	27.3±0.64^{c}
49	7.96±0.1^{a}	1,014.7±17.4^{c}	66.76±4.8^{ab}	6.42±0.1^{a}	3.73±0.01^{c}	30.4±0.67^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

2. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่มีผลต่อการเติบโตของสาหร่ายซ่อพริกไทย

การเติบโตของสาหร่ายซ่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าสาหร่ายซ่อพริกไทยในชุดการทดลองที่ 4 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:500) มีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 ของการทดลอง (172.90±1.70 กรัม) โดยมีค่าสูงแตกต่างกับชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สาหร่ายในแต่ละชุดการทดลองมีค่าน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 24 ของการทดลอง (177.70±9.70 ถึง 262.10±11.20 กรัม) ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต (P>0.05) กับวันที่ 18 ของการทดลองยกเว้นสาหร่ายซ่อพริกไทยในชุดการทดลองที่ 3 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:100) เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดของสาหร่ายในวันสุดท้ายของการทดลองพบว่า สาหร่ายในชุดการทดลองที่ 3 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:100) และในชุดการทดลองที่ 4 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:500) มีค่าน้ำหนักสดสูงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต (P> 0.05) กับสาหร่ายในชุดการทดลองที่ 1 (อาหารสูตรกิลลาร์ด) แสดงดัง Figure 1A

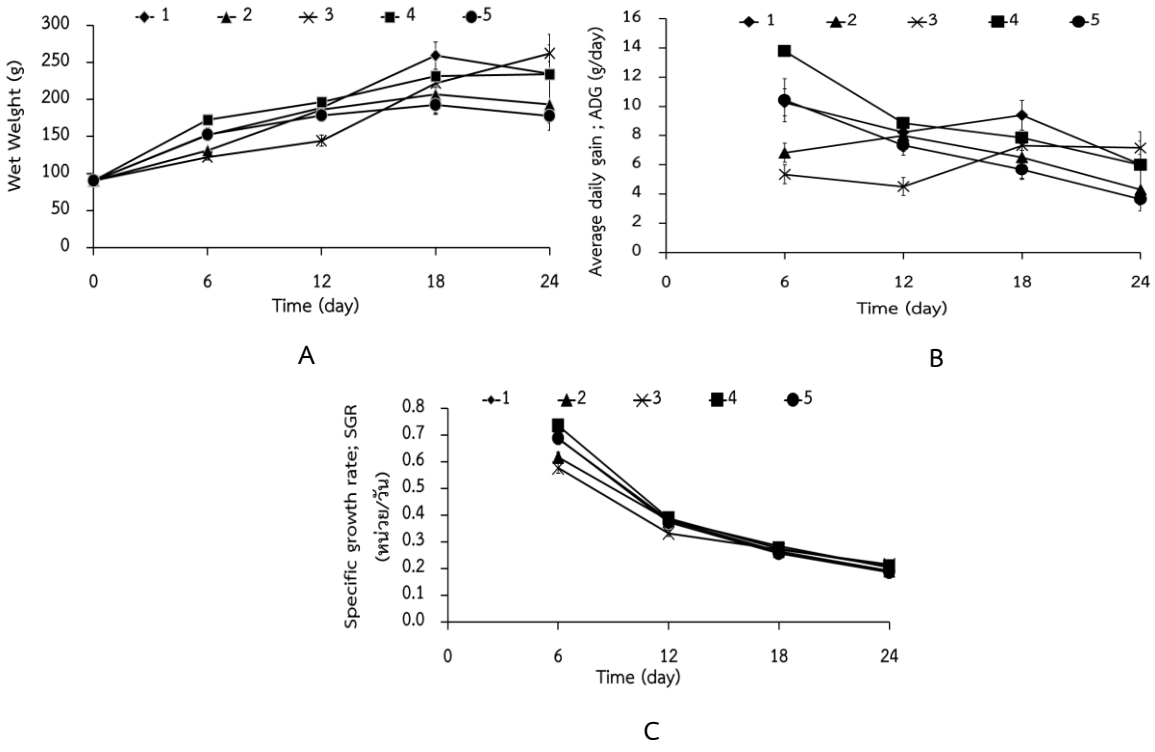


Figure 1 การเติบโตของสาหร่ายซ่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน: ค่าน้ำหนักสด (A); ค่าการเติบโตต่อวัน (B) และอัตราเติบโตจำเพาะ (C)

นอกจากนี้พบว่าสาหร่ายในชุดการทดลองที่ 4 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:500) มีค่าการเติบโตต่อวัน (Average Daily Growth; ADG) และอัตราเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) สูงในทุกช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด โดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 6 ของการทดลอง 13.80±0.28 กรัม/วัน และ 73.60±0.34 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนสาหร่ายในชุดการทดลองที่ 1 (อาหารสูตรกิลลาร์ด) มีค่าการเติบโตต่อวันคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง แสดงดัง Figure 1B และ 1C

3. คุณภาพน้ำระหว่างการเพาะเลี้ยงของสาหร่ายช่อพริกไทยด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำระหว่างการเพาะเลี้ยงของสาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 2 วันเป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 2 3 4 และ 5 มีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยสูงสุดภายหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองเท่ากับ 0.021±0.007 0.012±0.002 0.769±0.104 0.026±0.004 และ 0.018±0.004 mg-N/L ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3 มีปริมาณแอมโมเนียสูงแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้พบว่าชุดการทดลองที่สาหร่ายมีการนำแอมโมเนียไปใช้มากที่สุด คือชุดการทดลองที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนต่างของปริมาณแอมโมเนียก่อนและหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 0.458±0.101mg-N/L ส่วนชุดการทดลองที่มีการนำแอมโมเนียไปใช้น้อยสุด คือชุดการทดลองที่ 2 ที่มีปริมาณแอมโมเนียลดลงเฉลี่ย 0.006±0.004 mg-N/L แสดงดัง Figure 2A

ชุดการทดลองที่มีปริมาณไนเตรตเฉลี่ยสูงสุดภายหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง คือชุดการทดลองที่ 1 (13.77±1.51 mg-N/L) รองลงมาในชุดการทดลองที่ 3 (10.82±1.35 mg-N/L) และชุดการทดลองที่ 4 (3.81±1.74 mg-N/L) ส่วนชุดการทดลองที่ 2 และ 5 มีปริมาณไนเตรตต่ำอยู่ในช่วง 1.22±0.03 ถึง 1.95±0.41 mg-N/L ซึ่งมีค่าแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้พบว่าสาหร่ายในชุดการทดลองที่ 1 และ 3 มีการใช้ไนเตรตมากในช่วงระหว่างวันที่ 12 - 18 ของการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนต่างของปริมาณไนเตรตก่อนและหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 11.66± 1.02 และ 7.16±0.27 mg-N/L ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างกับชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แสดงดัง Figure 2B

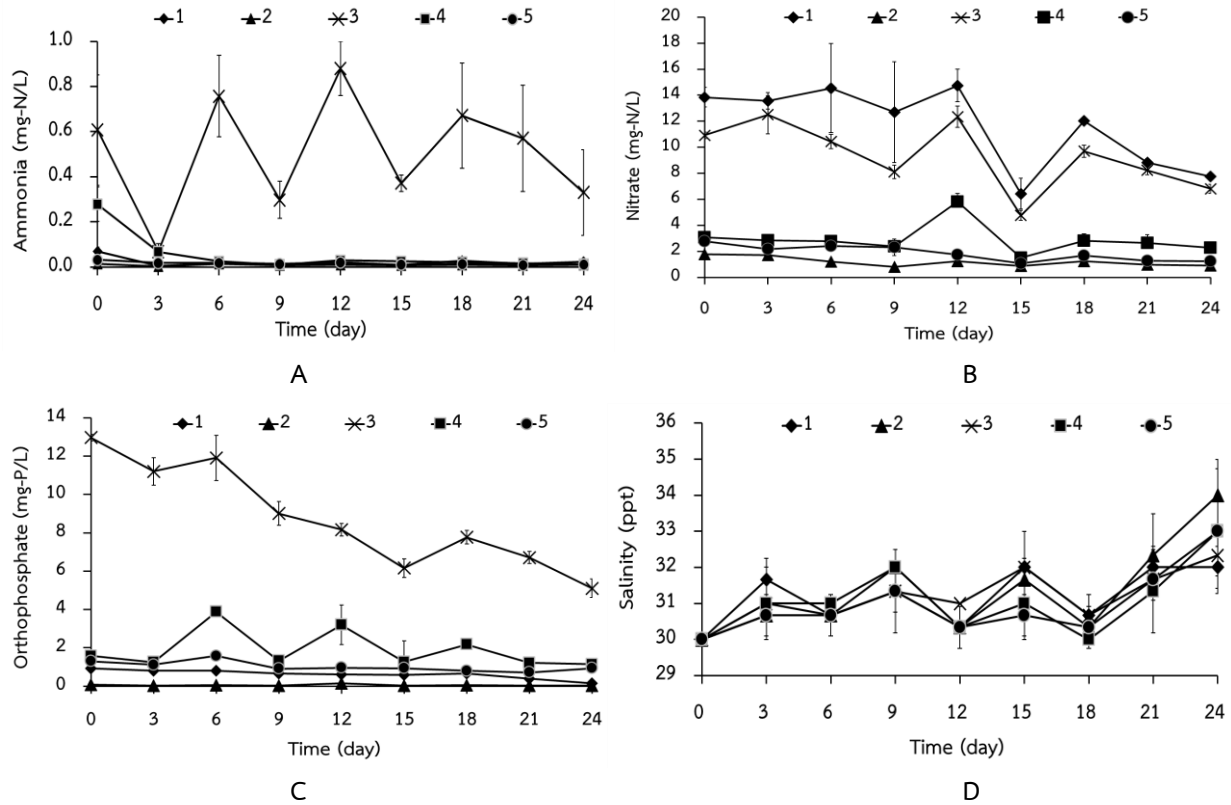


Figure 2 คุณภาพน้ำเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน: ปริมาณแอมโมเนีย (A); ปริมาณไนเตรต (B); ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (C) และค่าความเค็ม (D)

สาหร่ายชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเลี้ยงภายหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำสูงสุดตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (9.28±2.28 mg-P/L) และยังมีการใช้ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยส่วนต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตก่อนและหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 3.97±1.90 mg-P/L ซึ่งมีค่าสูงแตกต่างจากการทดลองชุดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ชุดการทดลองอื่นๆ มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำเลี้ยงภายหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่ในช่วง 0.08±0.05 ถึง 3.09±0.86 mg-P/L และมีค่าเฉลี่ยส่วนต่างของปริมาณออร์โธฟอสเฟตก่อนและหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 0.05±0.04 ถึง 1.49±1.04 mg-P/L แสดงดัง Figure 2C ส่วนค่าความเค็มของน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ย 31.18±0.18 ppt แสดงดัง Figure 2D

วิจารณ์ผล

1. คุณภาพน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว

การตรวจสอบคุณภาพน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาว พบว่าน้ำหมักชีวภาพมีปริมาณแอมโมเนียต่ำ (4.83±0.10 ถึง 6.48±0.50 mg-N/L) ในช่วงแรกของระยะเวลาการหมัก (วันที่ 0-28 ของการหมัก) แล้วจึงมีค่าค่อยๆสูงขึ้น (7.31±0.40 ถึง 7.96±0.10 mg-N/L) ในช่วงท้ายของการหมัก (วันที่ 35-49 ของการหมัก) ซึ่งตรงข้ามกับปริมาณไนเตรตที่มีค่าสูง (1,246.8±68.2 mg-N/L) ในช่วงต้น (วันที่ 7 ของการหมัก) และมีค่าลดลงเท่ากับ 1,014.7±17.4 mg-N/L ในวันสุดท้ายของการหมัก เนื่องจากสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ในลักษณะเปียกหรือมีความชื้นสูง เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ โดยกระบวนการหมักแบบไม่มีออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) เมื่อจุลินทรีย์กลุ่ม Heterotroph เปลี่ยนไนโตรเจนอินทรีย์ให้กลายเป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ (แอมโมเนีย) ผ่านกระบวนการ Ammonification หลังจากนั้นจึงเกิดกระบวนการ Nitrification โดยแบคทีเรียที่ใช้อากาศกลุ่ม Chemoautotroph ซึ่งใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์หรือน้ำตาล และใช้พลังงานจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเปลี่ยนแอมโมเนียมให้กลายเป็นไนไตรท์ และไนเตรทตามลำดับ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจึงมักพบไนโตรเจนในรูปไนเตรทมากกว่าแอมโมเนียม (ชยาบัน วิจิตรุจนพันธุ์, 2547) ต่อมาเมื่อปริมาณออกซิเจนในถังหมักมีปริมาณน้อยลงจึงทำให้การเกิดกระบวนการ Nitrification ช้าลงส่งผลทำให้ปริมาณไนเตรตลดลงส่วนปริมาณแอมโมเนียในระบบมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในน้ำหมักชีวภาพมีค่าอยู่ในช่วง 6.04 $\pm$ 0.3 ถึง 6.42 $\pm$ 0.1 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่างานวิจัยของอเนก โสภณ (2559) ที่ผลิตน้ำหมักชีวภาพจากผลผลิตทางการเกษตร และผลผลิตทางการประมง พบว่ามีอินทรียวัตถุในน้ำหมัก 7.99 และ 20.62 % ตามลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับเศษวัสดุเหลือใช้ที่นำมาผลิต ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวมีค่าสูงในช่วงแรกแล้วจึงมีค่าค่อยๆ ลดลงเท่ากับ 3.73 ± 0.01 ในวันสุดท้ายของการหมัก สอดคล้องกับการรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ที่ชี้แจงว่าน้ำหมักชีวภาพจากสารเร่งซุปเปอร์ พด. 2 ที่สมบูรณ์แล้วจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3-4 ส่วนอุณหภูมิในน้ำหมักตลอดระยะเวลาการหมักมีค่าอยู่ในช่วง 27.9 ± 0.00 ถึง 30.4 ± 0.67 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดว่าเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสลายตัวของอินทรียวัตถุที่มีค่าอยู่ระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส (อรรถ สมร่าง และคณะ, 2548) โดยการเติบโตของจุลินทรีย์ในระยะที่ 2 (Mesophilic) เป็นระยะที่จุลินทรีย์มีการเพิ่มปริมาณ และเกิดการย่อยสลายอินทรีย์สารต่างๆ ทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นในระบบหมักในช่วง 25-40 องศาเซลเซียส (กรวิพัชญ์ ประพันธ์ศรี, 2558)

2. การศึกษาอัตราส่วนของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่มีผลต่อการเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทย

สาหร่ายช่อพริกไทยน้ำหนักเริ่มต้น 90 กรัมที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวในอัตราส่วน 1:500 มีการเติบโตสูงสุดในวันที่ 6 ของการทดลอง โดยมีค่าน้ำหนักสดของสาหร่ายเท่ากับ 172.9±1.7 กรัม โดยมีค่าสูงแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีการเติบโตเร็วหรือมีค่าสูงกว่างานวิจัยของอเนก โสภณ (2559) ที่เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa racemosa*) น้ำหนักเริ่มต้น 100 กรัมด้วยน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการประมงในอัตราส่วน 1:100 และ 1:1,000 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเป็น 178.5 และ 168.9 กรัม ตามลำดับ

3. คุณภาพน้ำระหว่างการเพาะเลี้ยงของสาหร่ายช่อพริกไทยด้วยน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ชุดการทดลองที่ 3 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:100) มีปริมาณแอมโมเนีย และออร์โธฟอสเฟตในน้ำเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยสูง 0.769±0.104 mg-N/L และ 9.28±2.28 mg-P/L ตามลำดับ และเป็นชุดการทดลองที่สาหร่ายสามารถนำแอมโมเนีย และออร์โธฟอสเฟตไปใช้ได้สูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยส่วนต่างของปริมาณแอมโมเนีย และออร์โธฟอสเฟตก่อนและหลังการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 0.458±0.101 mg-N/L และ 3.97±1.90 mg-P/L ตามลำดับ นอกจากนี้ชุดการทดลองที่ 3 ยังมีปริมาณไนเตรตน้ำเลี้ยงสาหร่ายช่อพริกไทยสูงค่อนข้างสูง (10.82±1.35 mg-N/L) รองจากชุดการทดลองที่ 1 (สูตรอาหาร F/2 medium) ที่มีปริมาณไนเตรต 13.77±1.51 mg-N/L โดยมีชุดการทดลองที่ 3 สาหร่ายสามารถนำไนเตรตไปใช้ได้สูงเท่ากับ 7.16±0.27 mg-N/L ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายช่อพริกไทยมีการใช้ไนเตรตก่อนแอมโมเนีย แตกต่างจากงานวิจัยของ อลิสา โชควิวัฒนวนิช (2543) ที่พบว่าสาหร่ายช่อพริกไทยจะเลือกใช้สารประกอบไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียก่อนที่จะเลือกใช้ไนโตรเจนในรูปอื่น ทั้งนี้แม้ว่าพืชจะต้องการไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมมากกว่าไนโตรเจนในรูปอื่นแต่พบว่าพืชมักจะดูดซึมไนโตรเจนในรูปไนเตรทมากกว่าเนื่องจากในธรรมชาติมักพบปริมาณไนเตรทมากกว่าแอมโมเนีย (กรวิพัชญ์ ประพันธ์ศรี, 2558)

สรุปผล

1. ความเข้มข้นของน้ำหมักชีวภาพจากเกล็ดปลากะพงขาวที่เหมาะสมต่อการเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทยคือ ชุดการทดลองที่ 4 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:500)
2. ชุดการทดลองที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สูงมากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อสาหร่ายจึงทำให้สาหร่ายที่เลี้ยงด้วยชุดการทดลองที่ 3 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:100) ที่มีปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรต และออร์โธฟอสเฟตสูงไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของสาหร่าย ในขณะที่สาหร่ายที่เลี้ยงด้วยชุดการทดลองที่ 4 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:500) ที่มีปริมาณธาตุอาหารรองลงมามีความเหมาะสมต่อการเติบโตของสาหร่ายมากกว่า ส่วนที่สาหร่ายที่เลี้ยงด้วยชุดการทดลองที่ 5 (น้ำหมักอัตราส่วน 1:1,000) ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารต่ำมีสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเติบโตของสาหร่ายช่อพริกไทย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณฟาร์มปลากะพงบุญสว่าง ตำบลบางปะกง อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ได้มอบเกล็ดปลากะพงขาวสำหรับนำมาใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณสถานีพัฒนาที่ดิน จังหวัดจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเร่งซุปเปอร์ พด. 2 และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2562. การเพาะเลี้ยงและการแปรรูปสาหร่ายพวงองุ่น. เพชรบุรี: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งเพชรบุรี.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. การผลิตปุ๋ยโดยใช้สารเร่ง พด. 2. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. เข้าถึงได้จาก http://www.ldslpg.org/km/pd2.pdf [เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2567].

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ. 2545. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสูตรกรมพัฒนาที่ดินโดยใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ พด. เข้าถึงได้จาก http://www.ldd.go.th/www/files/79803.pdf [เข้าถึงเมื่อ เมื่อ 20 พฤษภาคม 2567].

กรวิพัชญ์ ประพันธ์ศรี. 2558. ผลของการบำบัดเบื้องต้นของเศษการตัดแต่งกิ่งไม้ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และเถ้าลอยชีวมวลต่อการแปรเปลี่ยนคาร์บอนไนโตรเจนและของแข็งระเหยในกระบวนการผลิตปุ๋ย. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชยาบัน วิจิตรุจนพันธุ์. 2547. ผลของชนิดและปริมาณของสารเสริมต่อการระเหยของแอมโมเนียขณะ หมักปุ๋ยจากผักตบชวาและใบไม้แห้ง. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฐิติมา เอียดแก้ว. 2565. สถานการณ์สินค้าปลากะพงขาวและผลิตภัณฑ์ ในช่วง 3 เดือนแรกของปี 2565. กรุงเทพฯ: กรมประมง.

ปวเรศวร์ อินทุเศรษฐ. 2563. การสกัดคอลลาเจนจากเศษเหลือของการแปรรูปสัตว์น้ำและการนำไปใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ: กรมประมง.

ปิยะภรณ์ จิตรเอก. 2556. ผลของน้ำหมักชีวภาพร่วมกับสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัด 4 ชนิดในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วิจิตรา ตุ้งซี่, เดชนะ บุญพัทโร และนาฏยา สุวรรณชาตรี. 2559. การศึกษาไคโตซานจากเกล็ดปลากะพงขาว เกล็ดปลานิล และเปลือกกุ้งขาว. รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 15-16 สิงหาคม 2559 หน้า 1069- 1077.

ศรัญญา ยิ้มย่อง, ธันย์ชนก ศิริรักษ์, สิริกุล กวมทรัพย์ และณิษา สิรนนท์ธนา. 2565. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดคอลลาเจนจากเกล็ดปลาทะเล. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุธิดา คงทอง. 2552. ไคติน-ไคโตซาน. วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา 3: 1-7.

สมเกียรติ สุวรรณคีรี. 2547. ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพ และการประยุกต์ใช้ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (อีเอ็ม)(ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม). เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรรถ สมร่าง, ยุทธชัย อนุรักติพันธ์, พงศ์ธร เพียรพิทักษ์ และบุศรินทร์ แสวงลาภ 2548. ดินเพื่อประชาชน. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอนก โสภณ. (2559) การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ ด้วยการใช้น้ำหมักชีวภาพจากวัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรและการประมง สำหรับทดแทนปุ๋ยเคมี. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อลิสา โชควิวัฒนวนิช. 2543. ประสิทธิภาพของสาหร่ายช่อพริกไทย *Caulerpa lentilifera* และสาหร่ายหนาม *Acanthophora spicijera* ในการบำบัดสารประกอบไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

APHA. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington DC.

Parson T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, New York.

Walkley, A. 1947. A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and of Inorganic Soil Constituents. Soil Science 63: 251-264.

ประสิทธิภาพของสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในอาหารที่มีผลต่อความต้านทานเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* ในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ระยะโพสต์ลาร์วา

Efficacy of Dietary Immunostimulants on *Vibrio parahaemolyticus* Resistance of Post Larva *Litopeneaus vannamei*

ฉัตรดนัย ไชยหาญ[1] มะลิวัลย์ คุตะโค[1] จันทร์จรัส วัฒนะโชติ[2] และ มลฤดี สนธิ[1*]

Chaihan, C.[1], Kutako, M.[1], Wattanachote, J.[2] and Sonthi, M.[1*]

[1] คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี 22170

[1] Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi Campus, 22170, Thailand

[2] สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[2] Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi 20131, Thailand

**Corresponding author: molruedee@go.buu.ac.th*

บทคัดย่อ

การใช้สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันสามารถป้องกันและลดอัตราการตายของกุ้งอันเนื่องมาจากการติดเชื้อแบคทีเรียได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่มีผลต่อความต้านทานต่อเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ระยะโพสต์ลาร์วา การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสม 0.85% NaCl (กลุ่มควบคุม) กลุ่มทดลองที่ 2 อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสม lipopolysaccharide (LPS) จากเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* กลุ่มทดลองที่ 3 อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมเซลล์ยีสต์ *Pichia* sp. และกลุ่มทดลองที่ 4 อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* หลังจากการทดลองให้อาหารที่ 14 และ 28 วันของการเลี้ยง กุ้งทดลองจะถูกทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *V. parahaemolyticus* ด้วยวิธีการแช่ และติดตามเปอร์เซ็นต์การตายสะสมในแต่ละกลุ่มทดลอง จากผลการศึกษาพบอัตราการตายสะสมสูงสุดในกุ้งกลุ่มควบคุม รองลงมาคือกุ้งที่กินอาหารผสมเซลล์ยีสต์ *Pichia* sp. กุ้งที่กินอาหารผสม LPS และ กุ้งที่กินอาหารผสม *H. pluvialis* ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมอาหารด้วย *H. pluvialis* สามารถเพิ่มความต้านทานต่อการติดเชื้อก่อโรค *V. parahaemolyticus* ในกุ้งขาวระยะโพสต์ลาร์วาได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: กุ้งขาว สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน อัตราการตาย

Abstract

The application of immunostimulants can effectively prevent the mortality rates in shrimp caused bacterial infections. The present study evaluates the efficacy of dietary immunostimulants to enhance *Vibrio parahaemolyticus* resistance of post larva *Litopeneaus vannamei*. The experiment was divided into four groups; 1) diets were incorporated with 0.85%NaCl (Control), 2) diets were incorporated with lipopolysaccharide (LPS) of *Escherichia coli*, 3) diets were incorporated with yeast cells *Pichia* sp., and 4) diets were incorporated with *Hematococuus pluvialis*. Following the feeding trial at 14 and 28 days of culture, the experimental shrimp were challenged with pathogenic *V. parahaemolyticus* through immersion and percent of cumulative mortality were

measured. Results showed, the highest cumulative mortality in shrimp after bacterial infection in the control group, *Pichia* sp., LPS and *H. pluvialis* dietary treatments, respectively. These results suggest that dietary supplementation of *H. pluvialis* can be used to enhance the resistance of post larva *P. vannamei* against pathogenic *V. parahaemolyticus* infection.

Keywords: Pacific white shrimp, immunostimulant, mortality rate

บทนำ

กุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก ในประเทศไทยผลผลิตกุ้งทะเลส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ปริมาณมาก จึงเป็นการเลี้ยงกุ้งในระบบที่มีความหนาแน่นสูง มีการให้อาหารปริมาณมาก นำไปสู่การเพิ่มอินทรีย์สารในบ่อ หากจัดการได้ไม่ทันจะทำให้เกิดโรคได้ง่าย เมื่อเกิดโรคเกษตรกรมักแก้ไขด้วยการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรคของกุ้ง ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง แต่การใช้ยาปฏิชีวนะไม่ใช่ทางแก้ไขในระยะยาว เนื่องจากผลของการใช้อาจส่งผลเสียต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมได้ (ชนกันต์ จิตมนัส, 2545) จากปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การคิดค้นหาแนวทางที่จะลดการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะเพื่อให้การผลิตสัตว์น้ำของไทยเข้าสู่การเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำปลอดภัย เป็นที่ยอมรับในมาตรฐานสากล และเป็นการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืนในอนาคต การใช้สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งและมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาใช้ในการป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคในกุ้งทะเลทั้งที่เลี้ยงในระบบโรงเรือนและในระดับฟาร์ม เนื่องจากสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันสามารถทำหน้าที่ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะทั้งแบบเซลล์และแบบสารน้ำ ส่งผลให้สามารถป้องกันตัวเองจากการรุกรานของเชื้อที่หลากหลายในน้ำในขณะที่เลี้ยงในบ่อได้ มีความต้านทานโรคได้ดีขึ้น และมีอัตราการรอดตายที่เพิ่มขึ้น (Smith et al., 2003) สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันมีหลากหลายชนิด การศึกษาในครั้งนี้ได้นำ Lipopolysaccharide ที่สกัดจากเชื้อ *Escherichia coli* ที่มีรายงานว่าสามารถส่งเสริมให้กุ้งกุลาดำมีความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* ได้ (Rungrassamee et al, 2018) เปรียบเทียบกับเซลล์ยีสต์ *Pichia* sp. ที่แยกได้จากน้ำทะเลบริเวณจังหวัดชลบุรี และมีการเลี้ยงเพิ่มจำนวนได้ รวมทั้งมีรายงานสนับสนุนว่าสามารถเพิ่มระดับการทำงานของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส และ respiratory burst activity ในกุ้งขาวแวนนาไมได้ (จันทร์จรัส วัฒนะโชติ และคณะ, 2560) นอกจากนี้ยังมีการนำสาหร่าย *Haemotococcus pluvialis* แบบอบแห้ง มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย สาหร่ายชนิดนี้มีแอสตาแซนทินสะสมอยู่ภายในเซลล์ในระดับที่สูง รายงานการวิจัยส่วนใหญ่เป็นการสกัดแอสตาแซนทินออกมาผสมอาหารให้กุ้งกิน ซึ่งให้ผลดีต่อสุขภาพกุ้ง แต่การนำสาหร่ายมาใช้โดยตรงยังมีรายงานน้อยมาก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันทั้ง 3 ชนิดนี้ ที่มีผลต่อความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus* (VP_{AHPND}) สายพันธุ์สร้างสารพิษ ในกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสก์ลาร์วา (Post-larva)

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง และการให้อาหาร

กุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสต์ลาร์วา 15 เลี้ยงในถังเลี้ยงพลาสติกขนาด 60 ลิตร จำนวน 20 ถัง ที่บรรจุน้ำที่มีความเค็ม 15 พีพีที ปริมาตร 45 ลิตร เลี้ยงกุ้งถังละ 120 ตัว ให้อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งขาว เบอร์ 1 (Star feed, CP) วันละ 2 ครั้ง (ที่เวลา 06.00 และ 18.00 น.) เป็นเวลา 7 วัน เพื่อปรับสภาพกุ้งก่อนทำการทดลอง และสุ่มกุ้งตรวจหาเชื้อก่อโรคในกุ้ง โดยเทคนิคพีซีอาร์ จากนั้นจึงเริ่มให้อาหารกุ้งตามชุดทดลอง อัตราการให้ 40% ต่อตัว/มื้อ ให้วันละ 2 มื้อ ติดต่อกันทั้งหมด 4 สัปดาห์ (28 วัน) ในระหว่างการเลี้ยงวันที่ 14 และวันที่ 28 นำกุ้งมาทดสอบความต้านทานเชื้อด้วยวิธีการแช่ บันทึกอัตราการตายเป็นเวลา 96 ชั่วโมง ในระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำวันเว้นวัน และมีการควบคุมคุณภาพน้ำตามมาตรฐานการเลี้ยงกุ้งทะเล

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design; CRD) โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ได้แก่ 1) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสม 0.85%NaCl (ชุดควบคุม) 2) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสม Lipopolysaccharide (LPS) 3) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมเซลล์ยีสต์ *Pichia* sp. และ 4) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *Haematococcus pluvialis*

การเตรียมอาหารทดลอง

1) อาหารกุ้งสำเร็จรูป (ชุดควบคุม): อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งขาว (Starfeed, CP) บดละเอียด ผสม 0.85% NaCl ปริมาณ 5 ml ต่ออาหาร 100 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตากให้แห้งและนำไปขึ้นรูปใหม่ขนาดเท่าอาหารเม็ดเบอร์ 1

2) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสม LPS: สารสกัดจากผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* O26:B6 (Sigma Chemical, USA) ผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปบดละเอียดอัตราส่วน 15 มิลลิกรัม LPS ต่ออาหาร 100 กรัม (ดัดแปลงจากวิธีการของ Rungrussamee *et al*. 2013) คลุกเคล้าให้เข้ากัน และนำไปขึ้นรูปใหม่ ขนาดเท่าอาหารเม็ดเบอร์ 1

3) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมเซลล์ยีสต์ *Pichia* sp.: เซลล์ยีสต์ *Pichia* sp. ความเข้มข้น $5x10^9$ เซลล์ ในปริมาตร 5 มล. ผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ป่นละเอียด 100 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตากให้แห้งและนำไปขึ้นรูปใหม่ ขนาดเท่าอาหารเม็ดเบอร์ 1

4) อาหารกุ้งสำเร็จรูปผสมสาหร่าย *H. pluvialis*: นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้วมาป่นให้ละเอียด (crud) ผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ป่นละเอียด อัตราส่วน 5 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตากให้แห้งและนำไปขึ้นรูปใหม่ ขนาดเท่าอาหารเม็ดเบอร์ 1

จัดเตรียมอาหารออกเป็นมื้อ ๆ ใส่ถุงพลาสติกมีการห่อด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟรอยด์เพื่อป้องกันแสงและแช่อาหารในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เตรียมอาหารใหม่ทุก ๆ 5 วัน

การศึกษาความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus* (VP_{AHPND})

เขี่ยเชื้อ VP_{AHPND} จาก Stock glycerol ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypic Soy Agar (TSA) ที่ผสม 1.5% NaCl บ่มที่อุณหภูมิ 30-32 °C เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง นำเชื้อจาก TSA plate ปรับความเข้มข้นเชื้อให้มี $OD_{640\ nm}$= 0.1 ปิเปตเชื้อลงในอาหาร Trypic Soy Broth (TSB) ที่ผสม 1.5% NaCl อัตราส่วน 10 µl : 100 ml (100 ml บ่มใน incubator shaker อุณหภูมิ 32 °C เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง) วัด OD ให้ได้ประมาณ 0.35-0.40 จะได้ปริมาณเชื้อประมาณ 10^8 CFU/ml นำเชื้อความเข้มข้น 10^5 CFU/mL ลงในน้ำ 10 ml/ น้ำ 10 L แช่เชื้อเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เปลี่ยนถ่ายน้ำ 100% หลังจากนั้นเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน บันทึกอัตราการตาย 96 ชั่วโมง

การออกแบบการทดลองในขั้นตอนการศึกษาความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus* (VP_{AHPND}) แสดงดัง **Figure 1.**

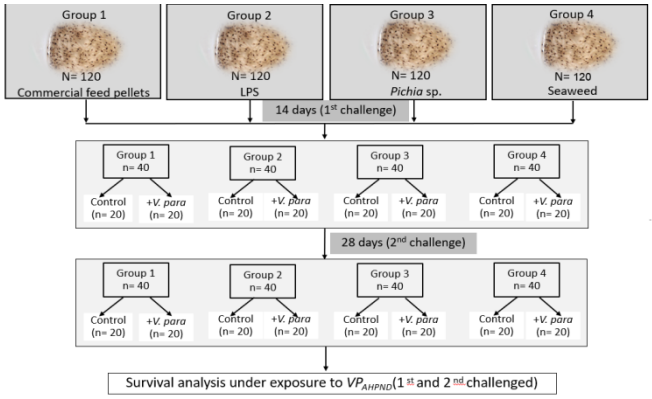


Figure 1. Experimental designed to examine *V. parahaemolyticus* resistance of Post larva *Litopeneaus vannamai*

ผลการทดลอง

จากการทดสอบความต้านทานเชื้อภายหลังการเลี้ยงกุ้งตามกลุ่มทดลองที่ 14 วัน โดยการรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสะสม (Percent of cumulative mortality) พบว่ากุ้งในกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปปกติ มีอัตราการตายสะสมมากที่สุด 100% ที่ 24 ชั่วโมง รองลงมาคือกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมยีสต์ *Pichia* sp. มีอัตราการตายสะสมสูงสุด 90% ที่ 48 ชั่วโมง ตามด้วยกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม LPS มีอัตราการตายสะสมสูงสุด 50% ที่ 24 ชั่วโมง และกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *H. pluvialis* มีอัตราการตายสะสมต่ำที่สุด คือ 17.5% ที่ 30 ชั่วโมง **(Figure 2.)**

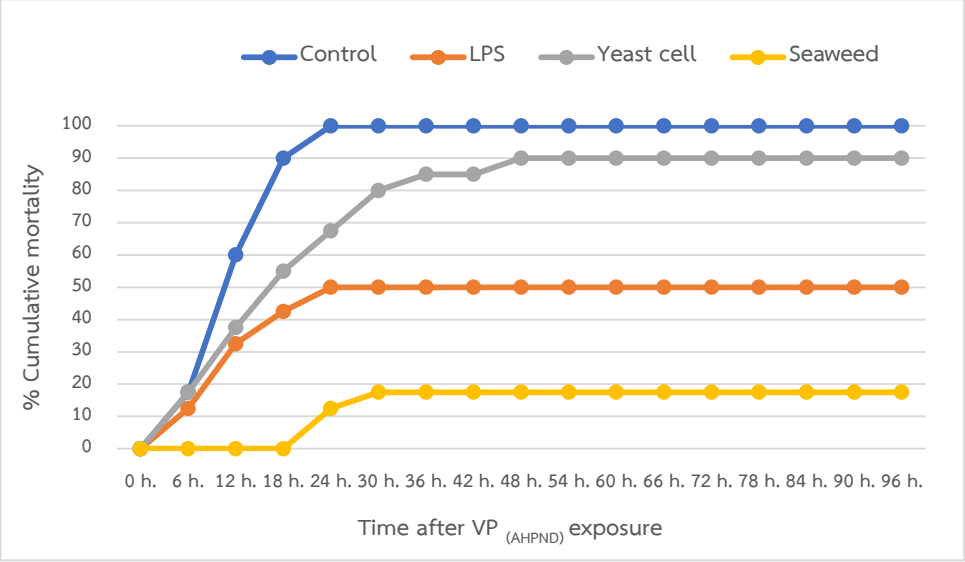


Figure 2. Percent cumulative mortality of *Litoenaeus vannamei* under the *V. parahaemolyticus* (VP $_{AHPND}$) exposure at 14 days of culture. Group 1 represents shrimp fed with commercial feed pellets, Group 2 represents shrimp fed with LPS-coated feed pellets, Group 3 represents shrimp fed with yeast cells coated feed pellets, and Group 4 represents shrimp fed with seaweed-coated feed pellets.

จากการทดสอบความต้านทานเชื้อภายหลังการเลี้ยงกุ้งตามกลุ่มทดลองที่ 28 วัน โดยการรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสะสม (Percent cumulative mortality) พบว่ากุ้งในกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปปกติ มีอัตราการตายสะสมมากที่สุด 92.5% ที่ 36 ชั่วโมง รองลงมาคือกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมยีสต์ *Pichia* sp. มีอัตราการตายสะสมสูงสุด 72.5% ที่ 48

ชั่วโมง ตามด้วยกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม LPS มีอัตราการตายสะสมสูงสุด 40% ที่ 36 ชั่วโมง และกุ้งกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย *Haematococcus pluvialis* มีอัตราการตายสะสมต่ำที่สุด คือ 15% ที่ 24 ชั่วโมง **(Figure 3.)**

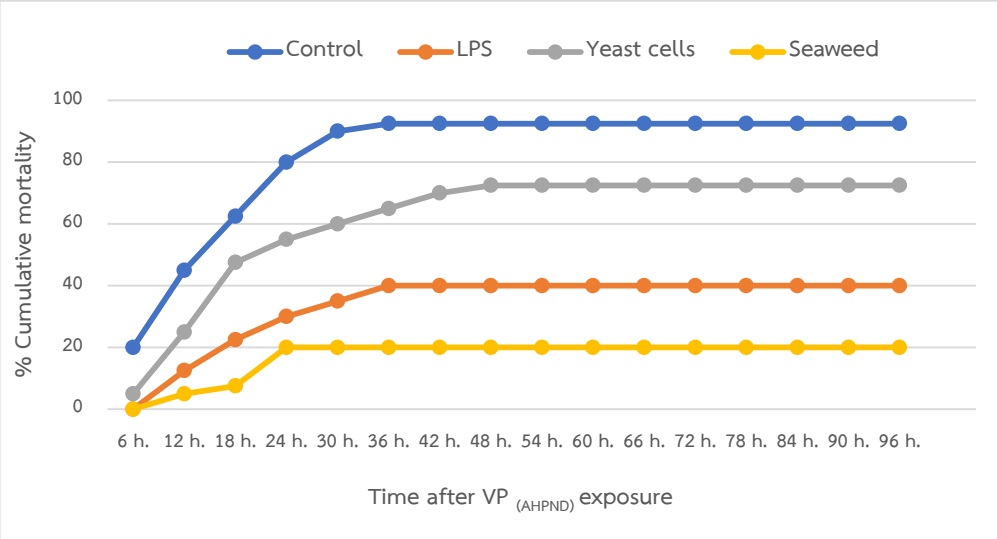


Figure 3. Percent cumulative mortality of *Litoenaeus vannamei* under the *V. parahaemolyticus* (VP $_{AHPND}$) exposure at 28 days of culture. Group 1 represents shrimp fed with commercial feed pellets, Group 2 represents shrimp fed with LPS-coated feed pellets, Group 3 represents shrimp fed with yeast cells coated feed pellets, and Group 4 represents shrimp fed with seaweed-coated feed pellets.

วิจารณ์ผล

การใช้สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง และมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาใช้ในการป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคในกุ้งทะเลทั้งที่เลี้ยงในระบบโรงเรือนและในระดับฟาร์ม เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมี สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันทำหน้าที่ส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะทั้งแบบเซลล์และแบบสารน้ำ เพื่อให้สามารถป้องกันตัวเองจากการรุกรานของเชื้อที่หลากหลายในน้ำในขณะที่เลี้ยงในบ่อได้ ช่วยส่งเสริมให้มีความต้านทานต่อเชื้อก่อโรคได้มากขึ้น มีอัตราการรอดตายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลจากการทดลองในครั้งนี้พบว่ากุ้งขาวที่ได้รับอาหารผสมสาหร่าย *H. pluvialis* มีความต้านทานต่อการติดเชื้อ *V. parahaemolyticus* (VP$_{AHPND}$) ได้ดีที่สุด สาหร่าย *H.pluvialis* เป็นสาหร่ายสีเขียวขนาดเล็ก มีการสะสมแอสตาแซนทินไว้ในเซลล์ในปริมาณที่สูง ทำให้มีสีแดงปรากฏเด่นชัด โดยปริมาณแอสตาแซนทินที่สะสมอาจจะมากถึงประมาณ 0.2- 2.0% ของน้ำหนักแห้งสาหร่ายชนิดนี้เป็นแหล่งที่ดีของสารสีแอสตาแซนทินจากแหล่งธรรมชาติซึ่งมีความปลอดภัยสูงในการบริโภค (Ambati *et al*, 2014) จากคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของแอสตาแซนทิน ทำให้มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในส่งเสริมการต้านทานต่อความเครียดในสัตว์น้ำได้ (Zhang et al., 2013) ผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ จินตนา ดาราฉาย และคณะ (2543) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน พบว่ากุ้งในทุกระยะ ได้แก่ Zoea Mysis และ Post larva ที่ได้รับสารสกัดแอสตาแซนทินที่ผลิตจากสาหร่าย *H. pluvialis* มีอัตราการรอดตายสูงกว่าทุกกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Xie *et al*. (2018) ที่ศึกษาผลของสารสกัดแอสตาแซนทินที่สกัดจากสาหร่าย *H. Pluvialis* ในกุ้งขาวระยะ Post-larva 12 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสารสกัดแอสตาแซนทินในระดับ 3.3–6.7 g kg^{-1} diet (100–200 mg astaxanthin kg^{-1} diet) มีผลต่อการเพิ่มอัตราการรอด ความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มที่ระดับต่าง ๆ และการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้น รวมทั้งจากรายงานของ Zhang *et al*. (2013) ที่พบว่าสารสกัดแอสตาแซนทินจากสาหร่าย

ชนิดนี้ที่ระดับ 75, 100, 125 and 150 mg kg^{-1} สามารถส่งเสริมความต้านทานต่อโรค และเพิ่มอัตราการรอดของกุ้งขาวได้ อย่างไรก็ตามจากการทบทวนเอกสารการวิจัยยังไม่พบการนำสาหร่ายชนิดนี้มาผสมในอาหารให้สัตว์น้ำกินโดยตรง ซึ่งการทดลองในครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสาหร่าย *H. pluvialis* ในแบบที่ยังไม่สกัดเอาสารออกมาก็สามารถให้ผลดีในการต้านทานต่อเชื้อวิบริโอที่ก่อโรคในกุ้งได้ ซึ่งจะเป็นการประหยัดต้นทุนในขั้นตอนการสกัดสารสำคัญ หากสามารถเลี้ยงสาหร่ายชนิดนี้ในสภาวะที่มีการสะสมแอสตาแซนทินในปริมาณสูง ก็สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารกุ้งผสมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบต้นทุนต่ำได้ อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ได้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเท่านั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงปริมาณ ความปลอดภัย และระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสมในกุ้งต่อไป

สรุปผล

การให้อาหารกุ้งที่ผสมสาหร่าย *H. pluvialis* สามารถส่งเสริมให้กุ้งขาวระยะโพสต์ลาร์วา มีความต้านทานต่อเชื้อ *V. parahaemolyticus* (VP_{AHPND}) ได้ดีที่สุด ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาถึงปริมาณที่เหมาะสม ความปลอดภัย ระยะเวลาที่ใช้ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ได้จริงในการเลี้ยงกุ้งในระดับโรงเพาะฟัก และระดับฟาร์มต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการจัดสรรงบประมาณเงินอุดหนุนการวิจัยจากเงินรายได้ของคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

เอกสารอ้างอิง

ชนกันต์ จิตต์มนัส. 2013. ผลของผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรต่อ ภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำ. KKU Res. J. 18: 257-269

จันทร์จรัส วัฒนะโชติ จารุนันท์ ประทุมยศ ณิชากร ทองอยู่ วิภาวรรณ ใหญ่ยอด และ มลฤดี สนธิ. 2560. ผลของอาหารที่มีเซลล์ยีสต์ตรึงด้วยแคลเซียมอัลจิเนตต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบเซลล์ในน้ำเลือดกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 48 ฉบับที่ 2 (พิเศษ): 1162-1169.

จินตนา ดาราฉาย สมเกียรติ ปิยธีรธิติวรกุล และ เปี่ยมศักดิ์ มนัสเศวต. 2543. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 238 หน้า.

Ambati,R . R., Phang, S-M., Ravi, S. and Aswathanarayana, R.G. 2014. Astaxanthin: Sources, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications-A Review. Mar. Drugs 12(1): 128-152.

Rungrassamee, W., Maibunkaew, S., Karoonuthaisiri, N. and Jiravanichpaisal, P. 2018. Application of bacterial lipopolysaccharide to improve survival of the black tiger shrimp after *Vibrio harveyi* exposure. Developmental and Comparative Immunology 41: 257–262.

Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. Aquaculture 172: 63-92.

Smith, V.J., Brown, J.H. and Hauton, C. 2003. Immunostimulation in crustacean: does it really protect against infection? Fish & Shellfish Immunol 15(1): 71-90.

Xie, S., Fang , W., Wei, D., Liu, Y. Yin, P., Niu, J. and Tian, L. 2018. Dietary supplementation of *Haematococcus pluvialis* improved the immune capacity and low salinity tolerance ability of post-larval white shrimp, *Litopenaeus vannamei.* Fish & Shellfish Immunology 80: 452-457.

Zhang, J., Liu, Y.J., Tian, L.X., Yang H.J., Liang, G.Y. and Yue, Y.R. 2013. Effects of dietary astaxanthin on growth, antioxidant capacity and gene expression in Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*, Aquacult. Nutr. 19: 917–927.

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลผลิตซากของแพะลูกผสมชามีและแพะลูกผสมบอร์

A Preliminary Study on Carcass Yields of Shami Crossbred and Boer Crossbred Goats

นิสฟู ดือราแม [1] ศิริรัตน์ นอสูงเนิน [1] ฮากีม เจะโด [1] และไชยวรรณ วัฒนจันทร์ [1,2*]

Deramae, N.[1], Norsungnoen, S.[1], Jehdo, H.[1] and Wattanachant, C.[1, 2*]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา 90230

[1] Small Ruminant Research & Development Center, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Khlong Hoi Khong, Songkhla 90230, Thailand

[2] สาขานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

[2] Division of Animal Production Innovation & Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand

* Corresponding author: Chaiyawan.w@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลผลิตซากของแพะลูกผสมชามี 50 % กับแพะทรัพย์-ม.อ.1 เพศผู้ จำนวน 10 ตัว และแพะลูกผสมบอร์ 50 % กับพื้นเมือง เพศผู้ จำนวน 5 ตัว แพะทั้งสองกลุ่มมีอายุเฉลี่ยประมาณ 15-18 เดือน ผ่านการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตนานประมาณ 4-5 เดือน แพะถูกแปรสภาพตามหลักการของศาสนาอิสลามที่อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ฮาลาล คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี student t-Test ผลการศึกษาพบว่าแพะลูกผสมชามี 50 % และแพะลูกผสมบอร์น้ำหนักมีชีวิตมีเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (48.33 % เปรียบเทียบกับ 51.26 %) คะแนนความสมบูรณ์ของซาก (4.45 เปรียบเทียบกับ 5.00) ปริมาณเนื้อแดง (67.26 % เปรียบเทียบกับ 68.72 %) ไขมัน (6.51 % เปรียบเทียบกับ 7.06 %) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) รวมทั้งแพะทั้งสองกลุ่มยังมีปริมาณชิ้นใหญ่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) จึงกล่าวได้ว่าแพะชามี 50 % ให้ผลผลิตซากที่ไม่แตกต่างจากแพะลูกผสมบอร์ 50 %

คำสำคัญ: ผลผลิตซาก, คะแนนความสมบูรณ์ของซาก, แพะลูกผสม

Abstract

Carcass yields of ten 50% Shami and 50% SUB-PSU 1 male crossbred goats and five 50% Boer and 50% native male goats at the age of 15-18 months old were studied. Both groups were raised under semi-intensive system for about 4-5 months before slaughter. They were sacrificed according to Islamic principles at the Halal Meat Science Laboratory, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. The carcass yields data of the two groups were compared by using the student t-Test. From the results, chilled carcass percentage was similar between Shami crossbred goats (48.3%) and 50% Boer crossbred goats (51.26%). No significant difference was observed in the carcass conformation scores (4.45 vs. 5.00) between two breed groups. The meat percentage in the carcass of both groups were comparable (67.26 for Shami vs. 68.72% Boer crossbred; P>0.05). Similarly, 50% Shami crossbred goats had similar fat percentage with the 50% Boer crossbred goats (6.51 vs. 7.06 %; P>0.05). Additionally, both groups exhibited similar wholesale cuts yields (P >0.05). In conclusion, this study suggested that 50% Shami crossbred goats have comparable carcass yields to those of 50% Boer crossbred goats.

Key words: Carcass yields, Carcass conformation score, crossbred goats

บทนำ

ชามี (Shami) หรือดามัสกัส (Damascus) เป็นแพะมีถิ่นกำเนิดแถบตะวันออกใกล้ เช่น ซีเรีย เลบานอน อิสราเอล และจอร์แดน เป็นต้น และได้ถูกนำไปพัฒนาสายพันธุ์ต่อที่ประเทศไซปรัสเพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์ ชามีเป็นแพะกึ่งเนื้อกึ่งนมที่มีลักษณะเด่น คือ ใบหูปรกยาวเลยคาง มีขนยาวสีน้ำตาล เมื่อโตเต็มที่เพศผู้มีน้ำหนักตัวประมาณ 90-100 กก. มีส่วนสูงประมาณ 80-90 ซม. ส่วนเพศเมียมีน้ำหนักตัวประมาณ 70-80 ซม. และมีส่วนสูงประมาณ 60-70 ซม. (Mavrogenis et al., 2006) ข้อเด่นของแพะพันธุ์ชามี คือ เป็นแพะที่มีอารมณ์ดี เลี้ยงง่าย และทนร้อน แพะพันธุ์ชามีถูกนำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยมานานกว่า 10 ปี ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักของการนำเข้ามาเลี้ยงคือเพื่อยกระดับความสามารถในการผลิตน้ำนมแพะ โดยนำไปผสมกับแพะนมพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ซาเนน และแองโกลนูเบียน แต่เนื่องแพะชามีเป็นแพะกึ่งเนื้อกึ่งนม ดังนั้นแพะชามีพันธุ์แท้และลูกผสมที่เป็นเพศผู้จึงมีศักยภาพในการให้เนื้อด้วย และเนื่องจากศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ ได้รับพระราชทานพ่อและแม่พันธุ์แพะชามีเพื่อนำมาศึกษาวิจัย ดังนั้นศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กจึงนำพ่อพันธุ์แพะชามีไปผสมกับแม่แพะ “ทรัพย์-ม.อ.-1” และถูกนำไปศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตน้ำนมและเนื้อดังรายงานของ ศิริรัตน์ และคณะ (2566) และนิชฟู และคณะ (2566) สำหรับแพะพันธุ์บอร์ (Boer) กล่าวได้ว่าเป็นแพะเนื้อในอุดมคติที่ถูกส่งเสริมการเลี้ยงโดยกรมปศุสัตว์มานานกว่า 20 ปี จนปัจจุบันสามารถพบแพะพันธุ์บอร์ระดับเลือดต่าง ๆ กระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ แต่แพะบอร์พันธุ์แท้อาจจะต้องได้รับการดูแลและการจัดการด้านอาหารที่ดีกว่าแพะลูกผสมบอร์ ดังนั้นเกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงแพะลูกผสมบอร์ 50 % และ 75 % มากขึ้น ซึ่งแพะลูกผสมเหล่านี้ก็มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและให้ปริมาณเนื้อแดงมากกว่าแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกนูเบียน สามารถรองรับอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารฮาลาลที่ใช้เนื้อแพะเป็นวัตถุดิบได้ ขณะเดียวกันในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมาแพะพันธุ์ชามีก็กระจายลงมาสู่ภาคใต้เช่นกัน และแพะชามีเพศผู้ก็เป็นแพะอีกพันธุ์หนึ่งที่ให้เนื้อแดงในปริมาณมาก ดังที่ ศิริรัตน์ และคณะ (2565) รายงานว่าแพะลูกผสมชามี 50 % และ 75 % ที่เลี้ยงแบบประณีตมีอัตราการเจริญเติบหลังหย่านมที่อายุ 3 เดือน ถึงอายุ 9 เดือน ที่ดี (124.4 และ 125.2 กรัม/วัน) และใกล้เคียงหรือน้อยกว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของแพะลูกผสมบอร์ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในช่วงหนึ่งปีประมาณ 179 ถึง 208 กรัม/วัน (Parajuli, 2020; Brand และคณะ, 2024) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับอาหารและรูปแบบการให้อาหาร รูปแบบในการเลี้ยงดู พันธุกรรม และเพศ (ไชยวรรณ, 2562; Parajuli, 2020)

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะซากและผลผลิตซากของลูกผสมชามี-ทรัพย์-ม.อ. 1 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นศึกษาผลผลิตซาก อันได้แก่ คะแนนความสมบูรณ์ของซาก ผลผลิตที่ได้จากการตัดแต่งชิ้นส่วนใหญ่ และปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และกระดูก ของแพะลูกผสมชามี-ทรัพย์-ม.อ. 1 โดยเปรียบเทียบกับแพะลูกผสมบอร์ 50 % กับพื้นเมือง 50 % ที่เลี้ยงในสภาพที่ใกล้เคียงกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องลักษณะซากและผลผลิตของเนื้อแพะลูกผสมชามีและลูกผสมบอร์ต่อไป

วิธีการศึกษา

นำซากแพะลูกผสมชามี 50 % กับแพะทรัพย์-ม.อ. 1 (หมายถึง แพะลูกผสมแองโกนูเบียน 50 % กับแพะพื้นเมือง 50 %) เพศผู้ จำนวน 9 ตัว และแพะลูกผสมบอร์ 50 % กับพื้นเมือง เพศผู้ จำนวน 5 ตัว พันธุ์ลูกผสมทั้งสองกลุ่มมีอายุเฉลี่ยประมาณ 15-18 เดือน และผ่านการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตนานประมาณ 4-5 เดือน และถูกนำไปแปรสภาพเชิงพาณิชย์ตามหลักการของศาสนาอิสลามที่อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ฮาลาล คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ ด้วยกระบวนการแปรสภาพตามหลักวิทยาศาสตร์ฮาลาล (ไชยวรรณ และสันติ, 2565ก) ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันฮาลาล ม.สงขลานครินทร์ (มอ 009.3/66-604 ลงวันที่ 27 ธันวาคม 2566) และถูกต้องตามมาตรฐานอาหารฮาลาล (มกอช., 2550) ก่อนแปรสภาพแพะถูกประเมินความสมบูรณ์ของร่างกาย โดยให้คะแนนตามเกณฑ์ที่อธิบายโดยไชยวรรณ (2562) คือ 1 = ผอมมากที่สุด, 2 = ผอม, 3 = ปานกลาง/สมบูรณ์, 4 = อ้วน, and 5 = อ้วนมากเกินไป จากนั้นจึงทำการแปรสภาพ เอาเครื่องในออก ล้างทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักซากอุ่น แล้วนำซากเข้าแช่เย็นที่

อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงให้คะแนนความสมบูรณ์ของซากอีกครั้งตามเกณฑ์ของ McMillin และ Pinkerton (2006) ที่ดัดแปลงโดยไชยวรรณ (2562) โดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 9 ระดับ ดังนี้ 1 = ผอมมากที่สุด (emaciated) 2 = ผอมมาก (poor) 3 = ผอม (thin) 4 = ก้ำกึ่งจะผอม (borderline) 5 = ปานกลาง (moderate) 6 = ค่อนข้างสมบูรณ์ (high moderate) 7 = สมบูรณ์ดี (good) 8 = อ้วน (fat) และ 9 = อ้วนมากเกินไป (obese) จากนั้นจึงทำการตัดแบ่งเป็นชิ้นส่วนใหญ่แบบตะวันตกตามวิธีการที่อธิบายไว้โดยไชยวรรณ และสันติ (2565) โดยตัดแบ่งออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่ (1) คอ (neck) (2) ไหล่ (shoulder) (3) อกและพื้นท้อง (breast & flank) (4) ซี่โครง (rack) (5) สะเอว (loin) (6) ขาหน้า (foreleg) และ (7) สะโพกและขาหลัง (chump & hindleg) (ภาพที่ 1) ชั่งน้ำหนักชิ้นทุกชิ้น แล้วนำชิ้นส่วนทั้งหมดไปตัดเลาะแยกเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกออกจากกัน นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปคำนวณในรูปเปอร์เซ็นต์ตามวิธีการของไชยวรรณ และเสาวคนธ์ (2565) จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปเปรียบเทียบความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี Student t-Test ตามวิธีการของ Kaps และ Lamberson (2004) โดยกำหนดค่า probability ที่ 95 %

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1 แสดงผลการศึกษาจากการศึกษาพบว่าแพะลูกผสมชามี 50% ซึ่งมีน้ำหนักตัวเมื่ออดอาหาร 24 ชั่วโมงก่อนนำไปแปรสภาพไม่แตกต่างกับแพะลูกผสมบอร์ 50 % แต่แพะลูกผสมบอร์ 50 % มีคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายสูงกว่าแพะลูกผสมชามี 50 % เล็กน้อย (3.90 เปรียบเทียบกับ 3.73; P>0.05) และเมื่อนำไปแปรสภาพเป็นซากพบว่าแพะทั้งสองสายพันธุ์มีน้ำหนักซากอุ่นและซากเย็นสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แม้ว่าแพะลูกผสมบอร์จะมีน้ำหนักซากทั้งสองแบบสูงกว่า และเมื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็นก็พบว่าแพะลูกผสมทั้งสองสายเลือดมีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นกันกับค่าคะแนนความสมบูรณ์ของซาก โดยพิจารณาจากการประเมินความสมบูรณ์ของซากพบว่าซากแพะลูกผสมบอร์ 50 % มีคะแนนสูงกว่าลูกผสมชามี 50 % (5.00 เปรียบเทียบกับ 4.45; P>0.05) ทั้งนี้ค่าคะแนนความสมบูรณ์ของซากจะสูงหรือไม่ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อาหารและการจัดการให้อาหาร เพศ รูปแบบและระยะเวลาในการขุน (Parajuli, 2020) สำหรับการศึกษานี้เป็นการนำซากแพะที่ผ่านการเลี้ยงในสภาพใกล้เคียงกัน มีอายุใกล้เคียงกัน และเพศเดียวกันมาศึกษา ซึ่งผลที่ปรากฏแสดงให้เห็นว่าแพะลูกผสมทั้งสองพันธุ์มีน้ำหนักซากและรูปลักษณ์ของซากที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อนำซากไปเลาะแยกแยกเนื้อแดง ไขมัน และกระดูก พบว่าแพะลูกผสมทั้งสองกลุ่มมีปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และกระดูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ก็มีข้อสังเกตุว่าแพะลูกผสมบอร์ 50 % มีปริมาณเนื้อแดงและไขมันมากกว่าแต่มีปริมาณกระดูกน้อยกว่าแพะลูกผสมชามี 50 % ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ก็สอดคล้องกับข้อมูลน้ำหนักมีชีวิตเมื่ออดอาหารก่อนนำไปแปรสภาพ คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายก่อนนำไปแปรสภาพ น้ำหนักซาก และคะแนนความสมบูรณ์ของซากแพะ

เมื่อนำชิ้นส่วนของซากทั้งหมดไปตัดแยกเป็นชิ้นส่วนใหญ่แบบตะวันตกจำนวน 7 ชิ้น พบว่าแพะลูกผสมทั้งสองพันธุ์มีปริมาณชิ้นส่วนใหญ่ทั้งในรูปของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

สรุป

ข้อมูลที่ได้จากการแปรสภาพแพะลูกผสมชามี 50 % และลูกผสมบอร์ 50 % ที่มีรูปแบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตนานประมาณ 4 ถึง 5 เดือน พบว่าแพะลูกผสมทั้งสองพันธุ์มีผลผลิตของซาก คะแนนความสมบูรณ์ของซาก ปริมาณชิ้นส่วนคอ ไหล่ อกและพื้นท้อง ซี่โครง สะเอว ขาหน้า และสะโพกและขาหลัง รวมทั้งปริมาณเนื้อแดง ไขมัน และกระดูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีข้อสังเกตว่าแพะลูกผสมชามี 50 % น่าจะมีปริมาณกระดูกมากกว่าแพะลูกผสมบอร์ 50 % จากผลการศึกษากล่าวได้ว่าแพะชามี 50 % มีผลผลิตซากไม่แตกต่างจากแพะลูกผสมบอร์ 50 % อย่างไรก็ตามสมควรทำการศึกษาข้อมูลซากของแพะทั้งสองกลุ่มนี้เพิ่มเติมทั้งนี้เพื่อความมั่นใจทางวิชาการและเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการนำแพะลูกผสมชามีมาขุนเพื่อการผลิตเนื้อทางการค้าต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ ม.สงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2562. การผลิตแพะเนื้อและเนื้อแพะคุณภาพดี. สงขลา: บริษัทเอสพริ้นท์ (2004) จำกัด.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ สันติ หมัดหมัน เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และศวรรณกมล น้อยดัด. 2565. การแปรสภาพแพะชีวิต และการตัดแต่งเนื้อแพะ. นนทบุรี : บริษัททวิน 11 คอร์ปอเรชั่น จำกัด.

มกอช. 2550. อาหารฮาลาล: มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกษ. 8400-2550. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Brand, T.S., van der Westhuyzen, J.P., Hough, W., and Va, J.H.C. 2024. Application of growth models to South African Boer goat castrates and does under feedlot conditions. *Tropical Animal Health and Production*, 56: 178; 4) 56:178 https://doi.org/10.1007/s11250-024-03973-5.

Kaps, M. and Lamberson, W. 2004. Biostatistics for Animal Science. CABI : Oxfordshire, UK.

Mavrogenis, A.P., Antoniades, N.Y., and Hooper, R.W. 2006. The Damascus (Shami) goat of Cyprus. Animal Genetic Resources Information No. 38, p. 57-65.

Parajuli, S. 2020. Performance of Boer and their crossbreed goats in Nepal - A Review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 5: 1449-1459.

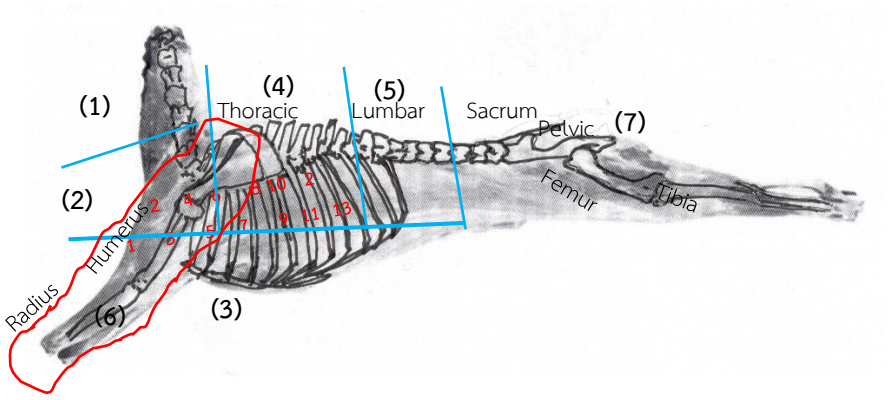


Figure 1. A wholesale cuts of goat carcass when (1) = neck, (2) = shoulder, (3) breast & flank, (4) rack, (5) = loin, (6) = foreleg, and (7) = chump & hindleg

ที่มา : ดัดแปลงจาก ไชยวรรณ และสันติ (2565)

Table 1. Slaughter weight, carcass weight, carcass conformation, and carcass composition of 50% Shami crossbred (n = 10) and 50% Boer crossbred goats (n = 5)

Items		Shami crossbred	Boer crossbred	t-Test*
Slaughter wt.	kg	40.16±1.6	40.85±3.87	NS
Body condition score before slaughter **	-	3.73±0.17	3.90±0.11	NS
Carcass Weight				
Warm	kg	20.05±1.61	21.89±2.85	NS
	%	49.93±2.78	53.43±2.22	NS
Chilled	kg	19.41±1.62	21.03±3.09	NS
	%	48.33±1.78	51.26±2.93	NS
Carcass conformation score ***		4.45±2.23	5.00±0.35	NS
Carcass components				
Meat	kg	13.05±0.95	14.35±1.91	NS
	%	67.26±1.13	68.32±1.74	NS
Fat	kg	1.25±0.12	1.50±0.14	NS
	%	6.51±0.50	7.06±0.47	NS
Bone	kg	4.72±0.25	4.36±0.66	NS
	%	24.36±1.20	20.77±0.86	NS
M/F	-	2.77±0.15	3.29±0.17	NS
M/B	-	10.51±0.76	9.70±0.57	NS

* Using two samples assuming unequal variance; ** Body condition score when 1 = emaciated condition, 2 = poor, 3 = average, 4 = fat, and 5 = obese; *** Carcass conformation sore when 1= emaciated condition, 2 = poor, 3 = thin, 4 = borderline, 5 = moderate, 6 = high moderate, 7 = good, 8 =fat, and 9 = obese; all data were transformed using square root before analyzed with student t-Test

Table 2. Wholesale cuts of 50% Shami crossbred (n = 10) and 50% Boer crossbred goats (n = 5)

Items		Shami crossbred	Boer crossbred	t-Test
Chilled carcass	kg	19.41±1.62	21.03±3.09	NS
	%	48.33±1.78	51.26±2.93	NS
Wholesale cuts				
Neck	kg	2.24±0.24	2.73±0.42	NS
	%	11.54±0.58	13.01±0.80	NS
Shoulder	kg	1.70±0.34	1.80±0.65	NS
	%	8.68±1.30	8.49±1.10	NS
Breast & flank	kg	2.21±0.21	2.67±0.47	NS
	%	11.39±2.12	12.66±1.32	NS
Rack	kg	2.32±0.21	2.50±0.49	NS
	%	11.93±0.73	11.85±1.07	NS
Loin	kg	1.97±0.15	1.93±0.95	NS
	%	10.14±0.61	9.15±0.44	NS
Foreleg	kg	3.94±0.32	3.87±0.40	NS
	%	20.30±0.89	18.30±2.15	NS
Chump & hindleg	kg	4.95±0.32	5.72±0.51	NS
	%	25.53±1.40	27.44±2.20	NS

* Using two samples assuming unequal variance

การทดสอบและพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวแบบท่อด้ามยาวถอดประกอบได้สำหรับการเก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูง

Testing and Development of Pipe-Type Coconut Harvesting Equipment for Tall Coconut Trees

สราวุฒิ ปานทน[1*] วุฒิพล จันทร์สระคู[1] ธนาวัฒน์ ทิพย์ชิต[1] วิไลวรรณ ทวิชศรี[2] ทิพยา ไกรทอง[3] หยกทิพย์ สุดารีย์[3] และ ดารากร เผ่าชู[3]

Parnthon, S.[1*], Chansakoo, W.[1], Tipchit, T.[1], Twishsri, W.[2], Kraithong, T.[3], Sudaree, Y.[3] and Paochoo, D.[3]

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี เลขที่ 1 หมู่ 5 ตำบลคันธุลี อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84170

[1] Surat Thani Agricultural Engineering Research Center 1 Khuntuli Subdistrict, Tha chana District, Surat Thani 84170

[2] สถาบันวิจัยพืชสวน เลขที่ 50 ถนนหพลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 12000

[2] Horticulture Research Institute, 50 Phahonyothin Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 12000

[3] ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร เลขที่ 70 หมู่ 2 ถนนเพชรเกษม ตำบลวิสัยใต้ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร 86130

[3] Chumphon Horticultural Research Center, 70 Phetkasem Road., Wisai Tai Subdistrict, Sawi District, Chumphon 86130

**Corresponding author: sarawutpa@hotmail.com*

บทคัดย่อ

ด้วยผลกระทบจากข้อกล่าวหาขององค์กรประชาชนเพื่อการปฏิบัติต่อสัตว์อย่างมีจริยธรรมของสหรัฐอเมริกา (People for the Ethical Treatment of Animals: PETA) ในเรื่องการเก็บเกี่ยวมะพร้าวโดยใช้ลิงเป็นการทรมานสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับมะพร้าวของไทยในการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ เพื่อส่วนหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูงเพื่อทดแทนการใช้แรงงานลิง โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวต้นสูงและขยายผลการใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่มีประสิทธิภาพทดแทนการใช้แรงงานลิงเก็บมะพร้าว ทำการคัดเลือกวัสดุที่ทำด้ามสอยมะพร้าว วัสดุที่ทำมีดเก็บเกี่ยวทะลายมะพร้าว และหารูปแบบของมีดเก็บเกี่ยวมะพร้าว จากการศึกษาและทดสอบ พบว่า ด้ามไม้สอยมะพร้าวที่ทำจากวัสดุคาร์บอนไฟเบอร์มีความคงทนแข็งแรง ทนต่อการบิดงอเสียรูปมากกว่าวัสดุชนิดอื่น เหล็กแบบ SUP9 เมื่อนำมาทำมีดเก็บเกี่ยวมะพร้าว จะสามารถรักษาความคมไว้ได้นานที่สุดเมื่อเทียบกับเหล็กชนิดอื่น ๆ ที่ทำการทดสอบ ในส่วนของรูปแบบมีดเก็บเกี่ยวนั้น มีดแบบที่ 3 เป็นรูปแบบมีดที่ใช้แรงในการเกี่ยวน้อยกว่าแบบอื่น ๆ ปลายมีดยาวทำให้เกี่ยวทะลายที่อยู่ไม่ลึกมากโดยไม่ต้องสอดมีดเข้าไป ข้อดีของอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูงที่พัฒนาขึ้น คือ สามารถปรับความยาวของด้ามได้ตามความสูงของมะพร้าวที่จะทำการเก็บเกี่ยว สามารถใช้กับต้นมะพร้าวที่มีความสูงได้ 18-20 เมตร และในการขนย้ายยังย่อด้ามให้เหลือความยาวเพียง 6.5 เมตร ซึ่งช่วยให้เคลื่อนย้ายได้ง่าย

คำสำคัญ: มีดเกี่ยวมะพร้าว ไม้สอยมะพร้าว เหล็กตีมีด

Abstract

The impact of PETA (People for the Ethical Treatment of Animals) allegations regarding the use of monkeys in coconut harvesting, It has a huge impact on the Thai coconut export industry. Researchers have developed a coconut harvesting device to solve this problem. This project aims to develop equipment harvesting for tall coconut trees to replace the use of monkeys. Material types of stick handles, coconut harvesting knives and style of coconut harvesting knives were investigated. The results found that the coconut stick handle made from carbonfiber is stronger than other materials. The SUP9 steel for making coconut harvesting knives could maintain its sharpnes for a longer time than other types of steel. The third type of

coconut harvesting knife was easier to use and requires less force to harvest than other types. The coconut harvesting equipment developed the length of the handle could be adjusted. The coconut harvesting equipment could harvest coconuts 18-20 meters height. When transporting coconut harvesting equipment, the length could be adjusted to 6.5 meters for convenient to carry on.

Keywords: Coconut, Coconut Harvesting

บทนำ

ประเทศไทยมีการผลิตมะพร้าวได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ความต้องการใช้มะพร้าวในปี 2565 มีปริมาณ 1.146 ล้านตัน ในปี 2566 ประมาณการความต้องการใช้มะพร้าว 1.191 ล้านตัน เพิ่มจากปี 2565 ร้อยละ 3.93 โดยแบ่งเป็นความต้องการใช้ในประเทศ 0.455 ล้านตัน (ร้อยละ 38) และเพื่อการส่งออก 0.736 ล้านตัน (ร้อยละ 62) จึงได้มีการนำเข้าอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเดือนมกราคม-ตุลาคม 2565 ประเทศไทยนำเข้ามะพร้าวผลแห้ง ปริมาณ 127,182 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,322 ล้านบาท กะทิสำเร็จรูป 34,756 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,776 ล้านบาท และกะทิแช่แข็ง 2,874 ตัน มูลค่า 105 ล้านบาท และการส่งออกในช่วงเดียวกัน พบว่ากะทิสำเร็จรูป 11,7557 ตัน มูลค่า 6,474 ล้านบาท และกะทิแช่แข็ง 53,976 ตัน มูลค่า 3,736 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามูลค่าการส่งออกมีมูลค่าสูงมากกว่าการนำเข้าในช่วงเวลาเดียวกัน 3 เท่า

มะพร้าวต้นสูง อายุมากซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 60 ของพื้นที่ปลูกมะพร้าว (อรวรรณ, 2559) ทำให้มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ต่ำ การเก็บเกี่ยวยาก และการดูแลรักษาเพื่อให้มีประสิทธิผลค่อนข้างยากต่อการจัดการ ปี 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าว 860,903 ไร่ และปี 2565 มีเนื้อที่ให้ผลผลิต 821,388 ไร่ (0.821 ล้านไร่) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ส่วนมากอยู่ในภาคใต้ของประเทศ ได้แก่ จ.ประจวบคีรีขันธ์ จ.ชุมพร จ.สุราษฎร์ธานี จ.นครศรีธรรมราช และจ.ปัตตานี พื้นที่ภาคใต้ตอนล่างยังมีการใช้ลิงเพื่อเก็บมะพร้าวบนต้นที่มีความสูงเกินกว่าจะใช้แรงงานคนเพื่อเก็บเกี่ยว จากรายงานของไพชนม์ (2559) พบว่าเกาะสมุยซึ่งเป็นแหล่งที่มะพร้าวมีอายุมาก ต้นสูง การเก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวของคนเกาะสมุย คือ ใช้ไม้สอยและใช้ลิงเก็บ ในส่วนที่ต้นมะพร้าวที่อายุมากมีต้นสูงทำให้ไม่สามารถใช้ไม้สอยได้จึงต้องใช้ลิง ส่วนลิงที่นำมาใช้ในการเก็บมะพร้าวในเกาะสมุยไม่ได้เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของเกาะสมุย แต่เป็นการซื้อลิงมาจากที่อื่น โดยมี 2 ส่วน คือ เป็นลิงที่ผ่านการฝึกมาแล้วและแบบที่ต้องนำมาฝึกเอง ในระบบการรับจ้างเก็บมะพร้าว ผู้รับซื้อมะพร้าวจะรับจ้างเก็บมะพร้าวด้วย ส่วนค่าแรงในการเก็บผลผลิตมะพร้าวสมุยทั้งการเก็บด้วยการใช้ไม้สอยและใช้ลิงเก็บจะคิดราคาต่อผล ผลละ 3-4 บาท (นนทิภัค, 2560) ประมาณ 1,000 ลูกต่อวัน จะใช้ลิงประมาณ 3 ตัว ก็จะได้มะพร้าว 2,000-3,000 ลูกต่อวัน (แจ้ว, 2559) และอายุการใช้งานลิงจะอยู่ที่ 10 ปี ลิงที่ทำงานไม่ได้แล้วก็จะนำมาเลี้ยงดูไว้ที่บ้าน (ดุษดี, 2559)

ไม้สอยที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวที่ผู้รับจ้างใช้งาน จะเป็นไม้ท่อนละ 6 เมตรต่อกัน 3 ท่อน การพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวนั้น TenAsia Corporation (2023) เป็นผู้บุกเบิกเทคโนโลยีเสาเก็บเกี่ยวปาล์มโปรกราไฟต์คอมโพสิตที่มีน้ำหนักเบาเป็นพิเศษ ซึ่งช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันอย่างมาก เป็นการวิจัยและพัฒนาขึ้นในปี 2552 เพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาสำหรับเสาเก็บเกี่ยวอะลูมิเนียม ที่จะเกิดการหักงอและเสียรูปได้ง่ายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และไม้ไผ่ที่แม้มีน้ำหนักเบามาก แต่มีอายุการใช้งานสั้น ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์นี้ สามารถผลิตเสาที่ปรับแต่งความยาวได้ตามความต้องการในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันต้นสูงตั้งแต่อายุ 8 ปี ขึ้นไปจนถึงอายุ 40 ปี ปัจจุบันมีใช้อยู่ในเกือบทุกประเทศผู้ผลิตปาล์มน้ำมัน ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไทย ปาปัวนิวกินี ศรีลังกา อินเดีย ละตินอเมริกา และแอฟริกากลาง

จากการที่องค์กรประชาชนเพื่อการปฏิบัติต่อสัตว์อย่างมีจริยธรรม ของสหรัฐอเมริกา (People for the Ethical Treatment of Animals: PETA) ได้กล่าวหา ประเทศไทยเรื่องการทรมานสัตว์ ในการเก็บเกี่ยวมะพร้าวโดยใช้แรงงานลิง อันเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตดั้งเดิมของเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และจังหวัดใกล้เคียง ข้อกล่าวหาดังกล่าว ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับการส่งออกมะพร้าวของไทยไปต่างประเทศเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการส่งออกมะพร้าวไปยังสหรัฐอเมริกา แคนาดา และกลุ่มประเทศยุโรป ในการแก้ปัญหาดังกล่าว กรมวิชาการเกษตรจึงได้จัดทำมาตรการป้องกันการใช้แรงงานลิงในกระบวนการผลิตมะพร้าวเพื่อการส่งออก (Monkey Free Plus) เพื่อตรวจสอบและรับรอง

กระบวนการผลิตมะพร้าวในระดับแปลงปลูกว่าไม่ได้ใช้แรงงานลิงเก็บเกี่ยวมะพร้าว โดยจะดำเนินการตรวจประเมินการใช้แรงงานลิงในแปลงเกษตรกรที่ได้การรับรอง GAP มะพร้าวเป็นลำดับแรก และตรวจประเมินแปลงเกษตรกรในเครือข่ายของบริษัทแปรรูปผลิตภัณฑ์มะพร้าวเพื่อการส่งออก และเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงต้องพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูงทดแทนการใช้แรงงานลิง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาอุปกรณ์เก็บเกี่ยวผลผลิตมะพร้าวต้นสูง และขยายผลการใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่มีประสิทธิภาพ ทดแทนการใช้แรงงานลิงเก็บมะพร้าวไปสู่เกษตรกร ในกรอบของการศึกษา จะทำการคัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมที่จะใช้ทำด้ามสอยมะพร้าว ตัวด้ามสอยมะพร้าวจะต้องปรับความยาวของด้ามได้ เพื่อความสะดวกทั้งในการใช้งานสอยมะพร้าวที่ระดับความสูงของต้นมะพร้าว สูง-ต่ำ ไม่เท่ากัน และสามารถปรับให้สั้น เพื่อความสะดวกปลอดภัยในการขนย้ายไปใช้งาน ศึกษาชนิดของเหล็กที่จะนำมาทำเป็นมีดเก็บเกี่ยวทะลายมะพร้าว ทดสอบการใช้งานและความคงทนในการรักษาความคม และศึกษาหารูปแบบของมีดเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่เหมาะสมกับการใช้งาน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ท่อคาร์บอนไฟเบอร์
2. ท่ออะลูมิเนียม
3. เหล็กสำหรับทำมีดเก็บเกี่ยวมพะร้าว

วิธีการ

1. สำรวจอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าว รูปแบบการจับยึด ลักษณะใบมีดต่างๆ ขนาดและความยาวด้ามมีดขอเกี่ยว (Figure 1-2) ที่เกษตรกรนิยมใช้งานในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย เพื่อหาแนวทางการออกแบบเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ เพื่อทดแทนแรงงานลิงเก็บมะพร้าว และช่วยลดภาระการใช้แรงงานคน

2. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยทุ่นแรงงานคนในการเก็บผลผลิตมะพร้าวจากต้นสูง โดยใช้วัสดุด้ามยาวทำจากท่อคาร์บอนไฟเบอร์สามารถสไลด์ และถอดประกอบได้ และออกแบบชุดล็อคใบมีดประกอบกับด้ามเสาเกี่ยว (Figure 3)

3. ทดสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยทุ่นแรงงานคนในการเก็บผลผลิตมะพร้าวจากต้นสูง โดยศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพ รูปแบบต่างๆของมีดตัด มุมใบมีด และทดสอบการใช้งานขอเกี่ยวด้ามทำจากท่อคาร์บอนไฟเบอร์สามารถถอดประกอบได้

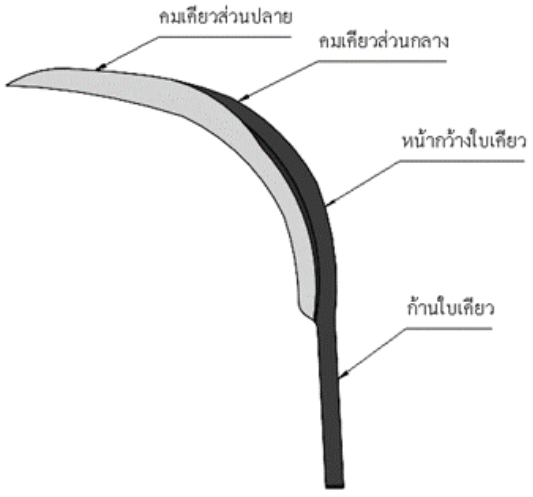


Figure 1: Blade characteristics

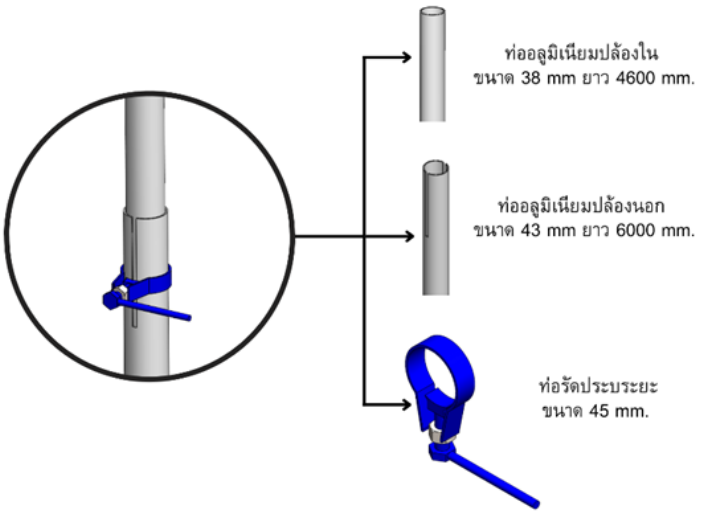


Figure 2: Pipe and fitting

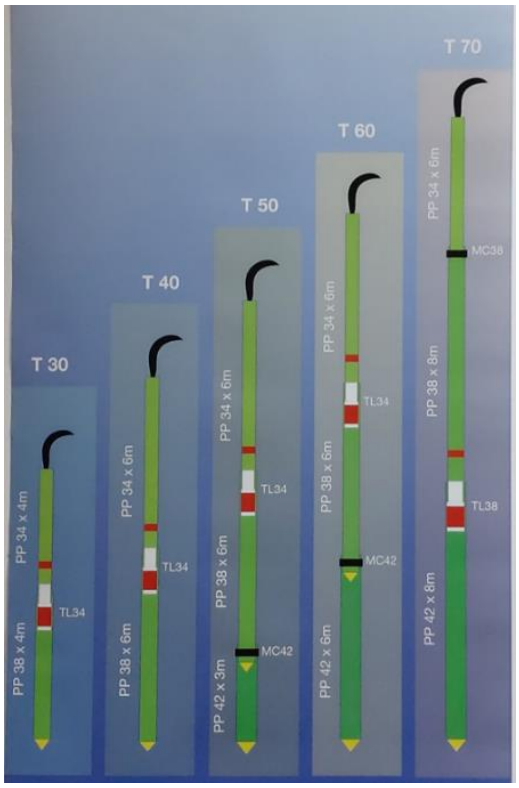


Figure 3: Carbon fiber pipe (TenAsia Corporation, 2023)

4. เก็บข้อมูลสมรรถนะ และประสิทธิภาพของเครื่องมือ เปรียบเทียบกับการเก็บเกี่ยวมะพร้าวโดยใช้แบบขอเกี่ยวด้ามไม้ไผ่ยาว และแบบขอเกี่ยวด้ามทำจากวัสดุอื่นๆ

5. ทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องมือต้นแบบในโรงปฏิบัติการ พื้นที่แปลงมะพร้าว ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และแปลงเกษตรกร

6. ออกแบบและปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยทุ่นแรงงานคนในการเก็บผลผลิตมะพร้าวจากต้นสูง ได้แก่ ชุดใบมีดตัด อุปกรณ์จับยึดท่อคาร์บอนไฟเบอร์

7. นำเครื่องมือเก็บผลผลิตมะพร้าวต้นแบบไปทดสอบเพื่อหาสมรรถนะการทำงานในสวนมะพร้าวเกษตรกรพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และประเมินการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร

8. สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการทดลอง

สำรวจอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวที่เกษตรกรใช้งาน รูปแบบการจับยึด ลักษณะใบมีดต่างๆ ขนาดและความยาวด้ามมีด เก็บเกี่ยวที่เกษตรกรนิยมใช้งานในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย เพื่อหาแนวทางการออกแบบ ในการสำรวจรูปแบบมีดเก็บเกี่ยวมะพร้าวที่เกษตรกรใช้ แบบเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

- มีดแบบที่ 1 (**Type A**) เป็นมีดสำหรับเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม มีเกษตรกรบางกลุ่มนำมาดัดแปลงใช้งาน ใบทำจากวัสดุคุณภาพดี แต่ใบมีดมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ใบมีดบางใบจะมีตะขอด้านหลังเพื่อใช้เกี่ยวดึงทะลายปาล์ม ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้สอยมะพร้าว

- มีดแบบที่ 2 (**Type B**) เป็นมีดที่เกษตรกรสั่งร้านตีมีด ตีขึ้นรูปมาใช้งาน นิยมใช้กันในแถบ จ.ชุมพร ตัวใบมีดมีความเล็กกะทัดรัด ด้ามมีดเรียวยาวทำให้มีน้ำหนักเบา ด้วยความที่ใบมีดมีขนาดเล็ก ในการเกี่ยวทะลายมะพร้าวจึงต้องสอดมีดเข้าไปเกี่ยวทะลายมะพร้าว จึงเหมาะกับการใช้กับด้ามไม้ไผ่ที่มีขนาดเล็กและให้ตัวได้มาก

- มีดแบบที่ 2 (**Type C**) เป็นมีดที่เกษตรกรสั่งร้านตีมีด ตีขึ้นรูปมาใช้งานเช่นกัน แต่ใบมีดจะมีความโค้งงอมาก ลักษณะคล้ายเคียว ด้วยความโค้งงอของมีดที่มาก ในการเกี่ยวบางครั้ง ปลายมีดจะไปเกี่ยวกับผลมะพร้าวก่อนคมมีดจะตัดทะลายมะพร้าวบ่อยครั้ง จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมในการใช้งาน



Type A Type B Type C

Figure 4: Characteristics of various types of knives

จากการเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำด้ามไม้สอยมะพร้าว จำนวน 2 ชนิดที่มีในท้องตลาด คือ ด้ามที่ทำจากอะลูมิเนียมกราไฟต์ และด้ามที่ทำจากคาร์บอนไฟเบอร์ (Table 1) พบว่า ด้ามที่ทำจากวัสดุทั้งสองชนิดที่ขนาดด้ามเท่ากันจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน ด้ามที่ทำจากอะลูมิเนียมกราไฟต์มีข้อดี คือราคาถูกกว่า แต่ในการใช้งานต้องมีความระมัดระวัง เนื่องจากตัวด้ามจะงอผิดรูปได้หากเกิดการกระแทกแรงๆ หรือระหว่างการเก็บแล้วทะลายมะพร้าวตกใส่ ส่วนด้ามที่ทำจากคาร์บอนไฟเบอร์ จะมีความแข็งแรงมากกว่า แม้จะเกิดการกระแทกหรือทะลายมะพร้าวตกใส่ ตัวด้ามก็ไม่บิดงอหรือเสียรูป แต่จะมีราคาสูงกว่า นอกจากนี้ ด้ามแบบคาร์บอนไฟเบอร์ยังมีถึง 4 ขนาด ทำให้สามารถต่อด้ามได้ยาวกว่าด้ามแบบอะลูมิเนียมกราไฟต์

ทำการศึกษา ทดสอบ และเลือกแบบอุปกรณ์ล็อกจับท่อ โดยด้ามแบบคาร์บอนไฟเบอร์จะเหมาะกับตัวล็อกแบบขันเกลียวล็อก โดยจะทำการผ่าท่อที่ใหญ่กว่ามีรูปสามเหลี่ยมตรงข้ามกันสองจุด จากนั้นจึงสวมท่อขนาดเล็กลงในท่อขนาดใหญ่ เมื่อขันล็อกแล้วตัวด้ามคาร์บอนสามารถให้ตัวได้ ทำให้ล็อกจุดต่อระหว่างท่อแต่ละท่อนได้อย่างแข็งแรง และสามารถคลายล็อกเพื่อปรับความยาวของด้ามสอยมะพร้าวได้อย่างสะดวก (Figure 4) ในการใช้ตัวล็อกแบบนี้ นอกจากจะทำให้จุดยึดระหว่างด้ามแต่ละขนาดมั่นคงแข็งแรงแล้ว ยังคลายล็อกเพื่อปรับความยาวด้ามได้ง่าย

Table 1 Compare size and weight of Aluminium pipe and carbon fiber pipe

Pipe diameter	weight (kg.)	
	Aluminium	Carbon fiber
∅ 45 mm. length 6 meter	3.27	2.87
∅ 38 mm. length 6 meter	2.75	2.67
∅ 32 mm. length 6 meter	2.26	2.23
∅ 29 mm. length 4 meter		1.29
รวม	8.28	9.06



Figure 5: Pipe fitting and Knife fitting

ดำเนินการออกแบบมีดเกี่ยวมะพร้าว ตามข้อมูลที่ได้ศึกษา และคำแนะนำที่ได้รับจากการทดสอบเบื้องต้นร่วมกับเกษตรกร เมื่อประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จึงออกแบบมีดเกี่ยวมะพร้าว 3 รูปแบบ (Figure 6) โดยมีดแบบที่ ๑ จะมีขนาดเล็กที่สุด เพื่อให้มีความคล่องตัวในการเกี่ยวมะพร้าว ซึ่งรูปแบบของมีดที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ จ.ชุมพร มีดแบบที่ ๒ จะมีความยาวของใบมีดมากขึ้น เพื่อเพิ่มระยะการเกี่ยวให้มากขึ้น และมีดแบบที่ ๓ จะมีความยาวของใบมีดมากที่สุด รูปแบบของมีดจะมีลักษณะคล้ายมีดเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม แต่ขนาดของใบมีดจะมีขนาดที่เล็กกกว่า เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้เก็บเกี่ยวทะลายมะพร้าว ทำการตีมีดตามแบบที่เขียนไว้ (Figure 7) เมื่อได้ใบมีดแล้ว จะต่อด้ามใบมีดด้วยท่อเหล็กขนาด ๓/๘ นิ้ว ยาว ๕๐ เซนติเมตร เพื่อเพิ่มความยาวช่วงคอมีด (Figure 8) ให้สามารถสอดมีดเข้าไปตัดทะลายมะพร้าวได้ง่าย และช่วงคอมีดที่ยาวและเรียบลื่น จะช่วยป้องกันที่ล็อคมีดกับด้ามไม่ให้ติดหรือขัดกับทะลายมะพร้าวระหว่างการสอย

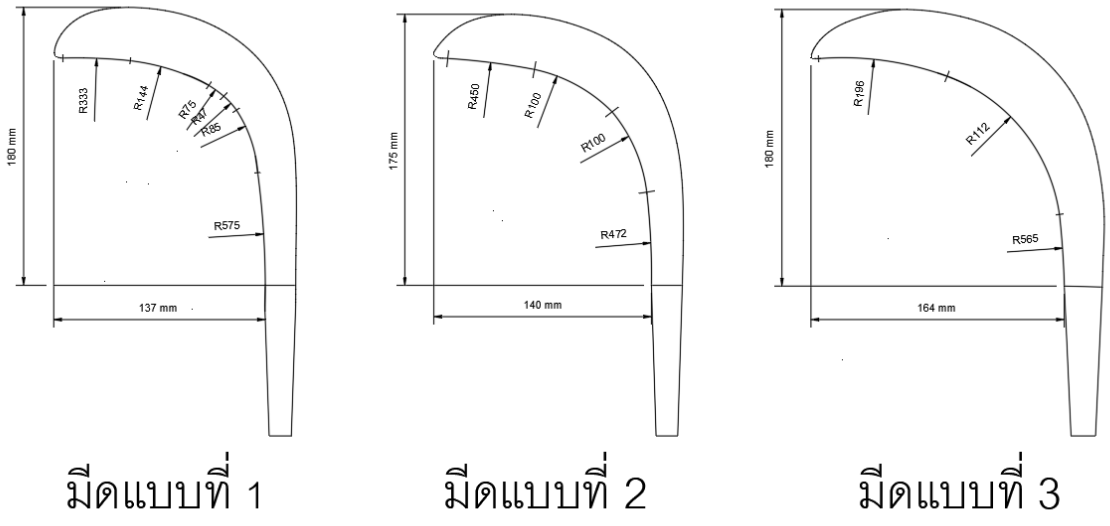


Figure 6: Model of knife



Figure 7: prototype knife



Figure 8:

ทดสอบการใช้งานมีดเกี่ยวเบื้องต้นร่วมกับเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ของ ศูนย์วิจัยเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ที่มีหน้าที่สอยมะพร้าว เพื่อเก็บข้อมูลเปรียบเทียบการใช้งานของมีดทั้ง ๓ แบบ จากข้อมูลการทดสอบพบว่า มีดแบบที่ 1 มีความโค้งน้อยกะทัดรัด มีความคล่องตัวเข้าถึงคอทะลายมะพร้าวได้ง่าย แต่ต้องออกแรงมากกว่ามีดแบบที่ 2 และมีดแบบ 3 มีดแบบที่ 3 มีความโค้งมากคล้ายมีดเกี่ยวปาล์ม มีปลายยาว ทำให้ออกแรงน้อยกว่ามีดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 แต่เข้าถึงคอทะลายมะพร้าวได้ยาก เกษตรกรจะเกี่ยวมะพร้าวบางลูกลงมาเพื่อให้เห็นคอทะลายมะพร้าว จึงเกี่ยวทะลายมะพร้าว จากผลการทดสอบ ยังพบอีกว่า เกษตรกรบางส่วนที่ชอบมีดแบบที่ 1 ยังชอบมีดแบบที่ 3 ด้วย

ดำเนินการทดสอบการรักษาความคมของมีด เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการรักษาคมมีดของเหล็กทั้ง 3 ชนิด ที่นำมาทำมีดเก็บเกี่ยวมะพร้าว คือ เหล็ก ***SUP9***, ***545C*** และ ***SCM440*** ในการทดสอบจะเริ่มจากการลับมีดให้คมที่สุด ทดสอบความคมของมีดด้วยการตัดกระดาษ มีดจะต้องตัดกระดาษได้โดยกระดาษไม่ฉีกขาด จากนั้นจะใช้มีดตัดทางใบมะพร้าว เมื่อตัดทางใบมะพร้าวครบทุกๆ 10 ครั้ง จะทดสอบการรักษาความคมของมีดด้วยการนำไปตัดกระดาษ เพื่อดูการรักษาความคมของเหล็กแต่ละชนิดที่ใช้ทำมีด ทำการทดสอบตัดทางใบมะพร้าว จำนวน 100 ครั้ง หรือจนกว่ามีดจะตัดกระดาษไม่เข้า จากการทดสอบ พบว่า มีดที่ทำจากเหล็ก ***SUP9*** สามารถรักษาความคมได้ดีมาก หลังจากผ่านการตัดทางมะพร้าวไป 100 ครั้ง ยังสามารถตัดเฉือนกระดาษได้ดี แสดงถึงการรักษาความคมไว้ได้ดีมาก มีดที่ทำจากเหล็ก ***SCM440*** เมื่อตัดทางใบมะพร้าวครบ ยังสามารถรักษาความความคมได้ดีในระดับหนึ่ง แต่เมื่อนำมีดไปตัดกระดาษ จะมีรอยย่นของกระดาษบริเวณที่ตัด แสดงว่า ความคมของมีดลดลงจากการใช้งาน ส่วนมีดที่ทำจากเหล็ก ***545C*** รักษาความคมได้น้อยที่สุด เมื่อตัดทางใบมะพร้าวไป 70 ครั้ง นำไปตัดกระดาษจะตัดกระดาษเข้านิดเดียวแล้วทำให้กระดาษฉีกขาด ทดสอบตัดกระดาษอีกครั้งเมื่อตัดทางใบ 80 ครั้ง พบว่า ไม่สามารถตัดกระดาษได้เลย

วิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบการใช้มีดเก็บเกี่ยวมะพร้าวทั้ง 3 แบบ พบว่า แม้ผลการทดสอบของมีดแบบที่ 1 กับมีดแบบที่ 3 จะมีคะแนน ความชอบของเกษตรกรใกล้เคียงกัน แต่มีเกษตรกรบางรายที่ชอบมีดแบบที่ 1 ซึ่งมีขนาดกะทัดรัดกว่า ให้ความคล่องตัวในการสอยมะพร้าวกว่า แต่ก็ชอบมีดแบบที่ 3 ด้วย เพราะรู้สึกว่าออกแรงในการตัดน้อยกว่า ความยาวของใบมีดที่มากกว่าให้สะดวก

ในการเกี่ยวมากกว่า โดยในกลุ่มที่ชอบแบบที่ 1 อาจจะเพราะคุ้นเคยกับรูปทรงมีดมาก่อน ในส่วนของวัสดุที่ใช้ทำด้ามสอยมะพร้าวนั้น ท่อคาร์บอนไฟเบอร์ให้มีความคงทน แข็งแรงมากกว่า แม้จะเกิดอุบัติเหตุระหว่างทดสอบ เช่น ทะลายมะพร้าวตกใส่ด้ามสอยมะพร้าว หรือทำด้ามมะพร้าวล้มลงฟาดกับพื้นก็ยังไม่มีความเสียหาย ในขณะที่ด้ามที่ทำจากอะลูมิเนียมแกรไฟท์จะเสียรูปทรง งอ หรือพับในทันที ทำให้ไม่สามารถใช้งานต่อได้ แต่ด้ามแบบอะลูมิเนียมกราไฟท์ ก็มีราคาถูกกว่าถึง 1 ใน 4

สรุปผล

จากการทดสอบอุปกรณ์เก็บเกี่ยวสอยมะพร้าวต้นสูง เมื่อเปรียบเทียบด้ามที่ทำจากคาร์บอนไฟเบอร์และอะลูมิเนียมกราไฟต์ พบว่า ด้ามที่ทำจากคาร์บอนไฟเบอร์จะมีความคงทนแข็งแรงมากกว่าด้ามแบบอะลูมิเนียมกราไฟต์ สามารถทนแรงกระแทกและป้องกันการหักงอได้ดี ด้ามจากวัสดุทั้ง 2 ชนิด มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่ด้ามแบบคาร์บอนไฟเบอร์จะมีราคาสูงกว่า ในส่วนของมีดเก็บเกี่ยวนั้น เกษตรกรที่ชอบมีดที่กะทัดรัด มีความคล่องแคล่วในการสอยจะชอบมีดแบบที่ 1 แต่เกษตรกรที่ชอบมีดที่ใช้แรงในการเกี่ยวน้อยกว่า ปลายมีดยาวกว่าทำให้เกี่ยวทะลายที่อยู่ไม่ลึกมากโดยไม่ต้องสอดมีดเข้าไป จะชอบมีดแบบที่ 3 และเหล็กที่ใช้ทำมีดแล้วสามารถรักษาความคมไว้ได้ดีที่สุด คือ เหล็ก SUP9 แม้จะตัดทางมะพร้าวไป 100 ครั้ง ยังรักษาความคมได้ดีมาก ข้อดีของอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูงที่พัฒนาขึ้น คือ สามารถปรับความยาวของด้ามได้ตามความสูงของมะพร้าวที่จะทำการเก็บเกี่ยว สามารถใช้กับต้นมะพร้าวที่มีความสูงได้ 18-20 เมตร และในการขนย้ายยังย่อด้ามให้เหลือความยาวเพียง 6.5 เมตร ซึ่งช่วยให้เคลื่อนย้ายได้ง่าย

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมสุราษฎร์ธานี ที่ช่วยทดสอบ เก็บข้อมูลการทดสอบ พัฒนาและปรับปรุงต้นแบบอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวต้นสูงจนแล้วเสร็จ เจ้าหน้าศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร ที่ได้ให้ข้อมูลในเชิงสรีระศาสตร์ของต้นมะพร้าวที่สำคัญ รวมถึงเอื้อเฟื้อสถานที่ทดสอบและเข้าร่วมการทดสอบ และที่ขาดไม่ได้ คือ เกษตรกรทั้งที่เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ทดสอบ และเข้าร่วมการทดสอบ รวมถึงการให้ข้อมูลด้านการใช้งานที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเกษตรกร เจ้าหน้าที่และหน่วยงานต่างๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ได้เอื้อเฟื้อทั้งข้อมูล ความรู้ และให้คำแนะนำต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

แจ้ว ศรีฟ้า. สัมภาษณ์. เกษตรกรชาวสวนมะพร้าว. เมื่อวันที่ 23 กันยายน 2559 ณ อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

ดุษดี โยธารส. สัมภาษณ์. รับจ้างเก็บมะพร้าวโดยการใช้ลิง. เมื่อวันที่ 23 กันยายน 2559 ณ อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

นนทิภัค เพียรโรจน์. 2560. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ กลยุทธ์การพัฒนาความเชื่อมโยงระหว่างมะพร้าวสมุยกับการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์. สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ไพชนม์ แย้มบาน. สัมภาษณ์. อดีตเกษตรอำเภอเกาะสมุย. เมื่อวันที่ 23 กันยายน 2559 ณ อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2565. รายงานสรุปข้อมูลสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์ฉบับผู้บริหาร (Executive summary) ประจำไตรมาส 4/2565 จัดทำโดย คณะทำงานพัฒนาสารสนเทศการเกษตรระดับประเทศ จำนวน 2 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2566. รายงานการประชุม คณะอนุกรรมการบริหารจัดการสินค้ามะพร้าว ครั้งที่ 2/2565 วันที่ 27 ธ.ค. 2565 ณ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จำนวน 26 หน้า

อรวรรณ วิชัยลักษณ์ และณัฐธิดา ห้าวหาญ. 2559. การเพิ่มศักยภาพการปลูกมะพร้าวพันธุ์ดีทดแทนสวนเก่า. กรมส่งเสริมการเกษตร. 144 น.

TenAsia Corporation Sdn Bhd. Palm Oil Harvesting Pole, PalmPro® Graphite - A60 Combination. From https://www.averest.com.my/TenAsia-Corporation-Sdn-Bhd-Palm-Oil-Harvesting-Pole-PalmPro-Graphite A60-Combination. [accessed on 19 February 2023].

การสำรวจและประเมินความเสี่ยงสารพิษตกค้างในดินจากแหล่งปลูกมะม่วง ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

Survey and Risk Assessment of Pesticide Residues in Soil from Mangoes Crop at Upper Northeast of Thailand

ณัฏฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ[1*] จารุพงศ์ ประสพสุข[1] ประภัสสร สีลารักษ์[1] และ วัชราพร ศรีสว่างวงศ์[1]

Khattiyaphutthimet, N.[1*], Prasopsuk, J.[1], Seelarak, P.[1] and Srisawangwong, W.[1]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1] Office of Agricultural Research and Development Region 3, Development of Agricultural, Khon Kaen, 40000

**Corresponding author: natkhat223@gmail.com*

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชแล้ว อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหาร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณสารพิษตกค้างในดินจากแหล่งปลูกมะม่วงต่อความเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกมะม่วงในพื้นที่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ สกลนคร และ อุดรธานี ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2566 จำนวน 48 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จำนวน 178 ชนิดสาร ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ผลการตรวจวิเคราะห์พบสารพิษตกค้าง 25 ตัวอย่าง (52%) พบสารกำจัดศัตรูพืช 18 ชนิด ได้แก่ ametryn, azoxystrobin, bufrofezin, cabaryl, carbendazim, chlofenapyr, chlorantraniliprole, clothianidin, difenoconazole, fipronil, sulfone, hexaconazole, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, prochloraz, Spinosad D, thiamethoxam และ thiram ปริมาณ 0.01-0.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อประเมินความเสี่ยงสารพิษตกค้างในดินด้วยค่าดัชนีบ่งชี้อันตราย (Hazard Index, HI) มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรควรตระหนักถึงการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการปลูกพืช

คำสำคัญ: สารพิษตกค้างในดิน การประเมินความเสี่ยง มะม่วง

Abstract

The used of pesticide for prevent and eliminate pests. They are harmful to health of humans and animals and the pesticides contaminate the environmental which effects to ecology and food chain. The main objective of the study was to survey of pesticide residues in soil from mangoes crops, on the health impact from pesticide risk on farmers at Upper Northeast of Thailand. The sample of soil from Kalasin, Khon Kaen, Chaiyaphum, Sakon Nakhon and Udon Thani provinces were collected and prepared for pesticide residues analysis. This study was conducted from January to May 2023. A total of 48 samples were prepared and analyzed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/ MS) determination. The results showed that the level of pesticide residues in 25 sample (52% of all samples) (0.01-0.93 mg/kg) pesticide residues of 18 pesticide was found. They were ametryn, azoxystrobin, bufrofezin, cabaryl, carbendazim, chlofenapyr, chlorantraniliprole, clothianidin, difenoconazole, fipronil, sulfone, hexaconazole, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, prochloraz, Spinosad D, thiamethoxam and thiram. The health risk assessment was

calculated using Hazard Index (HI) were less than 1 which the acceptable level (HI<1). However, farmer should be realized the residues of these insecticides used in cultivation.

Keywords: Pesticide residues in soil, Risk assessment, Mango

บทนำ

มะม่วง (*Mangifera indica*) เป็นไม้ยืนต้นสกุล Mangifera เป็นไม้ผลเมืองร้อนอยู่ในวงศ์ Anacardiaceae มีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคอินเดีย บังคลาเทศ และทางแถบตะวันตกเฉียงเหนือของพม่า สามารถรับประทานได้ทั้งดิบและสุก สามารถนำไปแปรรูปได้ เช่น มะม่วงอบแห้ง มะม่วงกวน เป็นต้น มีหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์เขียวเสวย แรด ฟ้าลั่น น้ำดอกไม้ อกร่อง มหาชนก และแก้ว เป็นต้น ประเทศไทยมีพื้นที่ในการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงทั่วประเทศ จำนวน 599,369.61 ไร่ เกษตรกร จำนวน 121,039 ครัวเรือน โดยมีพื้นที่ปลูกมะม่วงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 100,076.32 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) โรคและแมลงศัตรูมะม่วงที่สำคัญ ได้แก่ โรคแอนแทรคโนส โรคราแป้ง โรคราดำ เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่นมะม่วง เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย ด้วงงวงเจาะเมล็ดมะม่วง และแมลงวันผลไม้ ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมะม่วง การป้องกันกำจัดมีการใช้สารเคมีที่เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตร ทำให้เกิดการตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมได้ วัชราพรและคณะ (2559) ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชผักและผลไม้ของเกษตรกรที่ผ่านการรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ในปีงบประมาณ 2554-2558 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP จากแหล่งรวบรวมผลผลิตและจากแหล่งจำหน่ายผลผลิตที่ได้รับเครื่องหมายรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร (Q) ประกอบด้วย พืชผักและผลไม้ จำนวน 24 ชนิด ได้แก่ กวางตุ้ง กะเพรา กะหล่ำปลี ขึ้นฉ่าย คะน้า แคนตาลูป แตงกวา แตงร้าน ถั่วฝักยาว บล็อคเคอรี่ บวบ ป่วยเล้ง ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอม ผักกาดฮ่องเต้ ผักโขม ฝรั่ง พริก ฟิลเล่ย์ไอซ์เบริก มะเขือ มะเขือเทศ มะม่วง หน่อไม้ฝรั่งและโหระพา ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ออร์กาโนคลอรีน ไพรีทรอยด์และคาร์บาเมต ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างพบว่า ตัวอย่าง 850 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 384 ตัวอย่าง คิดเป็น 45.2% ซึ่งในการสุ่มเก็บตัวอย่างมะม่วงทั้งหมด 482 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 169 ตัวอย่าง คิดเป็น 35.06%

ผกาสินี และคณะ (2563) ได้ศึกษาการสำรวจสารพิษตกค้างในพืชและสิ่งแวดล้อม จากแหล่งปลูกพืชไร่บริเวณพื้นที่สูงในจังหวัดน่าน ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และยางพารา ระหว่างเดือน มกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2561 เกษตกรมีการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชในบริเวณพื้นที่ปลูกพืชหลายชนิด อาจทำให้เกิดสารตกค้างในดินหรือตะกอน ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ เพิ่มสะสมในสิ่งมีชีวิตในน้ำ วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเทคนิคทางโครมาโตกราฟฟีและสเปคโตรโฟโตมิเตอร์รวม 57 ชนิด จากตัวอย่างทั้งหมด 98 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างน้ำ ตะกอน ดิน และพืช จำนวน 34 26 18 และ 20 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบสารตกค้างจำนวน 67 ตัวอย่าง (68% ของตัวอย่างทั้งหมด) ตัวอย่างน้ำพบการตกค้าง 31 ตัวอย่าง ชนิดสารที่พบเป็นสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ atrazine, glyphosate และ aminomethylphosphonic acid (AMPA, เมตาโบไลต์ ของ glyphosate) ปริมาณ 0.03 - 2.76, 3.10 - 9.56 และ 1.45 – 25.50 µg/l ตามลำดับ ปริมาณที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำต่ำกว่าระดับสูงสุดที่ยอกให้มีได้ในน้ำ ตัวอย่างตะกอนดิน พบสารกำจัดวัชพืช paraquat จำนวน 18 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.07 – 1.80 mg/kg ในตัวอย่างดินพบการตกค้างของสารกำจัดวัชพืช paraquat ในทุกตัวอย่าง ปริมาณ 0.68 – 11.53 mg/kg และมีการตรวจพบการตกค้างของสารอื่นๆอีกหลายชนิด แสดงว่าพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดน่านมีการใช้สารกำจัดวัชพืชพาราควอตจำนวนมาก ในตัวอย่างพืชนั้นมีการพบสารตกคค้างเพียงชนิดเดียวเป็นสารกลุ่มไพรีทรอยด์ คือ permethrin ปริมาณ 0.05 mg/kg โดยต่ำกว่าค่า Codex MRLs ในถั่ว (เมล็ดแห้ง) ที่กำหนดไว้ 0.1 mg/kg

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตพืช ทำให้เกิดข้อกังวลต่อสุขภาพของผู้รับสัมผัสและการตกค้างในสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Persistent Organic Pollutants : POPs) ประกอบด้วย สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดแมลง (Insecticides) สารกำจัดวัชพืช (Herbicides) สารกำจัดสัตว์ฟันแทะ (Rodenticides) และสารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) (Chopra *et al,* 2010; Ozekeke *et al,* 2015) ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมี

วัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสารพิษตกค้างในดินแปลงปลูกมะม่วงและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตกรอยู่ในระดับที่จะก่อให้เกิดอันตรายหรือไม่ เพื่อให้สามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ลดลงหรือหมดไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

สำรวจปริมาณสารพิษตกค้างในดินจากแหล่งปลูกมะม่วงต่อความเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2566 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ดินแปลงปลูกมะม่วงมหาชนก จำนวน 13 ตัวอย่าง จังหวัดขอนแก่น ดินแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้จำนวน 17 ตัวอย่าง จังหวัดชัยภูมิ ดินแปลงปลูมะม่วงฟ้าลั่น 2 ตัวอย่าง ดินแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ 6 ตัวอย่าง จังหวัดสกลนคร ดินแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ 9 ตัวอย่าง และ จังหวัดอุดรธานี ดินแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ 1 ตัวอย่าง รวม 48 ตัวอย่าง สุ่มเก็บตัวอย่างดิน การเก็บให้กระจายจุดที่จะเก็บทั่วพื้นที่โดยกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 25 จุด ต่อพื้นที่ 25 ไร่ หรือเก็บตัวอย่างดิน 1-2 จุด ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ทำความสะอาดบริเวณจุดที่กำหนด ใช้เสียมขุดดินรูปตัววี (V) ให้มีความลึกในแนวดิ่ง 6 นิ้ว ส่วนที่เป็นตัววีทิ้ง ใช้เสียมแซะขอบด้านหนึ่งของตัว V ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว โดยกดเสียมให้ลึกจนถึงก้นหลุม งัดดินขึ้น แบ่งดินด้านข้างทั้งสองของพลั่วออกทิ้งไป นำดินส่วนที่เหลือใส่ภาชนะ คลุกเคล้าดินให้เข้ากัน (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2548) ตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จำนวน 178 ชนิดสาร ด้วยเครื่อง LC-MS/MS วิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยวิธีการสกัด แบบ QuEChERS (BSI., 2008) ตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง จำนวน 178 ชนิดสาร ครอบคลุมสารกำจัดวัชพืช (Herbicide) สารกำจัดแมลง (Insecticide) และ สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ด้วยเครื่อง Liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใช้ acetonitrile สกัดแบบขั้นตอนเดียวและทำการแยกน้ำในตัวอย่างด้วย $MgSO_4$ ทำให้สะอาดขึ้นด้วย Dispersive-Solid-phase extraction (dispersive-SPE) เพื่อกำจัดกรดอินทรีย์ น้ำส่วนเกินและส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย primary secondary amine (PSA) C18 และ $MgSO_4$ ทำให้เป็นกรดโดยการเติมกรดฟอร์มิก สารสกัดขั้นสุดท้ายนำไปวิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS สำหรับตัวอย่างรอวิเคราะห์เก็บในสภาวะเย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง

การปรับสภาพเครื่อง LC-MS/MS

เครื่อง LC-MS/MS รุ่น Compact ESI-Q-TOF ยี่ห้อ Bruker และ เครื่อง liquid chromatography (HPLC Ultimate 3000 series, Thermo Sciencetific) ต่อเชื่อมแบบ electrospray ionization (ESI). แยกสารด้วย column C18 Thermo scientific AcclaimTM RSLC C18 120, 120A° 2.1x100 mm, and 2.2 μm particle sizes. Column Temperature 30 °C, Injection volume 5 μl, flow rate, 0.2 ml/min Mobile Phase: A เตรียมจาก 10% MeOH, 5 mM ammonium formate และ 0.01% formic acid 99% Mobile Phase: B เตรียมจาก MeOH, 5 mM ammonium formate และ 0.01% formic acid 1% Total cycle time: 20 min MS Conditions, Source: ES End Plate Offset: 500 V, Capillary: 4500V, Spray condition: Positive mode, Dry Gas: 8.0 L/min, Dry Temp: 180 °C and Nebulizer: 2.0 Bar

การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกร

ค่าประเมินความเสี่ยงเป็นการรวมค่า HQ (hazard quotient) ของแต่ละชนิดสารที่พบตกค้างในดิน คำนวณจากค่า LADD (ปริมาณสารพิษน้อยที่สุดที่ร่างกายรับได้จากการกลืนดินปนเปื้อนสารพิษต่อน้ำหนักต่อวัน) เทียบกับค่า RfD (ค่าอ้างอิง คือ ค่าปริมาณสารพิษที่น้อยสุดที่ร่างกายรับได้โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายหรือเป็นพิษต่อร่างกาย) เมื่อรวมค่า HQ แล้วจะได้ค่า hazard index (HI) เป็นค่าดัชนีชี้วัดความเสี่ยง การได้รับสารพิษสู่ร่างกายประเมินจากความเข้มข้นของสารพิษตกค้าง อัตราการกลืนกิน ความถี่ในการสัมผัส ระยะเวลาที่รับสาร โดยคำนวณการได้รับสารพิษตามแนวทางของ U.S.EPA (2008) และ U.S.EPA (2003) สมการคำนวณดังนี้

$$LADD = (Csoil*CF*IRsoil*EF*ED)/(BW*AT) \quad \text{(สมการ 1)}$$

เมื่อ: LADD ปริมาณสารพิษเฉลี่ยต่อวันจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง (mg/kg-day)

Csoil ความเข้มข้นของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินที่แปลงปลูกพืช (mg/kg)

CF unit conversion factor = 10^{-6} kg/mg

IRsoil อัตราการได้รับสารพิษที่ตกค้างในดิน (mg/day), 100 mg /day สำหรับผู้ใหญ่ (U.S. EPA. 2008)

EF ความถี่ของการสัมผัส (365 days/year)

ED ระยะเวลาที่สัมผัส (years) 70 years สำหรับผู้ใหญ่, (U.S. EPA. 2003)

BW ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (kg); สำหรับผู้ใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ น้ำหนักเฉลี่ย 62.64 kg (ผู้หญิง= 68.8 kg, ผู้ชาย =56.48 kg) (Wells et al., 2012) AT; ระยะเวลาที่ใช้เฉลี่ย (days) (EF x ED)

การคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารพิษตกค้างได้จากค่า hazard quotient (HQ) ซึ่งคำนวณจากค่า LADD และค่า RfD ดังสมการต่อไปนี้:

$$HQ = LADD/RfD \quad \text{(สมการ 2)}$$

เมื่อ RfD: the reference dose for particular compound in mg/kg-day (Kumar et al., 2014; Farina et al., 2016; U.S. EPA, 2003) เป็นค่าอ้างอิง

ใช้ค่า RfD ตามข้อมูลของ Pesticide Properties Database (PPDB) (IUPAC, 2019) และ IRIS Assessment (U.S. EPA, 2017)

ค่าการประเมินความเสี่ยงได้จากค่า Hazard index (HI) คำนวณจากสมการดังนี้

$$HI = \sum HQi \quad \text{(สมการ 3)}$$

เมื่อ HQi: Hazard quotient ของสารพิษi

เกณฑ์ความเสี่ยง HI >1: หมายถึงสารพิษตกค้างอยู่ในระดับเสี่ยงต่อเกษตรกร

HI <1, แสดงว่าสารพิษตกค้างอยู่ในระดับยอมรับได้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินแปลงปลูกมะม่วง จำนวน 48 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 25 ตัวอย่าง (52%) พบสารกำจัดศัตรูพืช 18 ชนิด ได้แก่ ametryn, azoxystrobin, bufrofezin, cabaryl, carbendazim, chlofenapyr, chlorantraniliprole, clothianidin, difenoconazole, fipronil, sulfone, hexaconazole, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, prochloraz, Spinosad D, thiamethoxam และ thiram ปริมาณ 0.01-0.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) เช่นเดียวกับรายงานการตรวจพบสารพิษตกค้างดินแหล่งปลูกพืชผักในพื้นที่อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี พบสารกำจัดศัตรูพืช 6 ชนิด ได้แก่ atrazine, ametryn, acetochlor, profenofos, cypermethrin และ permethrin ปริมาณ 0.02-0.10 mg/kg (ปภัสราและคณะ, 2565) และรายงานการตรวจพบสารพิษตกค้างในดินแปลงปลูกคะน้าในพื้นที่ อ.เมือง จังหวัดขอนแก่น จำแนกเกษตรกรเป็น 2 กลุ่ม คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ GAP และไม่เข้าร่วมโครงการ GAP (non-GAP) พบว่า ดินแปลงปลูกคะน้าทั้งสองแบบพบสารตกค้างทุกแปลง ชนิดของสารที่ตรวจพบในแปลง GAP จำนวน 7 ชนิดสาร ได้แก่ alachlor, carbosulfan, chlorantraniliprole, cypermethrin, imidacloprid, metalaxyl และ profenofos ปริมาณ 0.01-0.006 mg/kgและตัวอย่างดินจากแปลง non-GAP พบสารพิษ 14 ชนิดสาร ได้แก่ acetamiprid, acetochlor, alachlor, carbaryl, carbosulfan, chlofenapyr, chlorantraniliprole, chlorpyrifos, cypermethrin, dinotefuran, imidacloprid, indoxacarb, profenofos และ tofenpyred ปริมาณ 0.003-0.22 mg/kg สารเคมีที่ใช้กำจัดแมลงที่ตรวจพบมากที่สุด 11 ชนิดสาร ได้แก่ bufrofezin, cabaryl, chlofenapyr, chlorantraniliprole, clothianidin, fipronil, sulfone, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, Spinosad D และ thiamethoxam สารที่ตรวจพบเป็นอันดับสอง คือ สารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดเชื้อรา 6 ชนิดสาร ได้แก่ azoxystrobin, carbendazim, difenoconazole, hexaconazole, prochloraz และ thiram และสารเคมีที่ใช้เพื่อการกำจัดวัชพืช 1 ชนิด ได้แก่ ametryn การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชนอกจากจะมีประโยชน์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป้าหมายและในอีกด้านทำให้เกิดอันตรายต่อคนและสัตว์ ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การตกค้างของสารพิษในผลผลิต ในสิ่งแวดล้อม เช่น ในแหล่งน้ำ ตะกอนดินและดิน ซึ่งจะหมุนเวียนในระบบกลับมาสู่พืชอาหารคนได้การได้รับสารพิษต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมของสารพิษในร่างกายและแสดงอาการเจ็บป่วย เสียเงินค่ารักษาพยาบาล และขาดแรงงานในภาคเกษตร ส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศได้ (ศรีจำนรรจ์ ศรีจรรยา และ พฤทธิชาติ ปุณวัฒโฑ, 2566) การตกค้างของสารพิษในน้ำและดิน ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางดิน สารเคมีที่สลายตัวได้ช้าจะเกิดการตกค้างในดิน เมื่อโครงสร้างดินเปลี่ยนแปลง ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง มีสารพิษเจือปน ดินเค็มและดินเปรี้ยว และอาจทำให้เกิดผลกระทบกับแหล่งน้ำจากการพัดพาหน้าดินทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในแหล่งน้ำอุปโภคและบริโภค มลพิษทางน้ำ อาจเกิดจากการฉีดพ่นของ

สารเคมีลงน้ำโดยตรง การชะล้างของดินที่เกิดจากฝน การทิ้งและล้างภาชนะที่บรรจุสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำเป็นต้น ทำให้ปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำตายได้ (สุธาสินี อั้งสูงเนิน, 2558) เมื่อประเมินความเสี่ยงสารพิษตกค้างในดินด้วยค่าดัชนีบ่งชี้อันตราย (Hazard Index, HI) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 x 10^{-3} (Table 2) มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรควรตระหนักถึงการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย โดยต้องรู้จักศัตรูพืช การเลือกหัวฉีดพ่น เครื่องพ่นสารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสม เทคนิคกและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการฉีดพ่น การเลือกสารเคมีให้ตรงกับศัตรูพืช และความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีเพื่อลดการตกค้างของสารพิษในผลผลิต การสะสมของสารพิษในมนุษย์และสัตว์ และการตกค้างในสิ่งแวดล้อม

สรุปผล

จากการสำรวจปริมาณสารพิษตกค้างในดินจากแหล่งปลูกมะม่วง พบสารพิษตกค้างถึง 52% เมื่อประเมินความเสี่ยงสารพิษตกค้างในดินด้วยค่าดัชนีบ่งชี้อันตราย (Hazard Index, HI) มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อเกษตรกรและสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชควรปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และการกระจายของสารเคมีสู่สิ่งแวดล้อม โดยไม่ควรใช้เกินอัตราที่กำหนด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณหน่วยงานสวพ.3 กรมวิชาการเกษตร ศวพ.กาฬสินธุ์ ศวพ.ชัยภูมิ ศวพ.อุดรธานี ศวพ.สกลนคร สำนักงานเกษตรอำเภอเปือยน้อย จังหวัดขอนแก่น ขอบคุณหน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. การผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก. เข้าถึงได้จาก: https://mediatank.doae.go.th/medias/file_upload/12-2022/3-1751705114510091.pdf [เข้าถึงเมื่อ 10 มกราคม 2567].

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. (2548). คู่มือการใช้บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง คุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรและสารธรรมชาติ. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

จารุพงศ์ ประสพสุข, สุวิทย์ เลาหศิริวงศ์, อรุณี พรมคำบุตร และชุลีมาศ บุญไทย อิวาย. 2562. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ปลูกคะน้าในจังหวัดขอนแก่น.วารสารวิชาการเกษตร. 37(3), 272-285.

ปภัสรา คุณเลิศ, ประกิจ จันตร์ติ๊บ และผกาสินี คล้ายมาลา. (2565). ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปี 2565 กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 61-78. กลุ่มบริการโครงการวิจัย กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

วัชราพร ศรีสว่างวงศ์, จารุพงศ์ ประสพสุข และปริยานุช สายสุพรรณ์. (2559). รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สวพ.3 หลังการรับรองระบบ GAP. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร.

ผกาสินี คล้ายมาลา, ประกิจ จันทร์ติ๊บ, จันทิมา ผลกอง และมลิสา เวชยานนท์. (2563). ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปี 2562 กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรกรมวิชาการเกษตร. หน้า 295-316. กลุ่มบริการโครงการวิจัย กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ศรีจำนรรจ์ ศรีจรรยา และ พฤทธิชาติ ปุณวัฒโท. 2566. ใน เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-ศัตรูพืชอย่างปลอดภัยจากงานวิจัย ปี 2566. หน้า 1-2. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

สุธาสินี อั้งสูงเนิน. 2558. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 9 (1) : 50-63.

Agriculture and Environment Research Unit [AERU]. Pesticide Properties Database (PPDB). Available from: https://sitem.herts.ac.uk /aeru/ppdb/. [accessed on July 20, 2023].

British Standards [BSI]. 2008. Foods of plant origin Determination of pesticide residues using GC- MS and/or LC-MS-MS following acetonitrile extraction/partitioning and clean up by dispersive SPE- QuEChERS-method. BS EN 15662:2008. London: BSI Group, Chiswick High Road.

Chopra, A. K., Sharma, M. K., & Chamoli, S. (2010). Bioaccumulation of organochlorine pesticides in aquatic sys-tem—an overview. Environmental Monitoring and Assessment, 173, 905–916.

Gadalla, S.A., N.M. Loutfy, A.H. Shenโdy, and M.T. Ahmed. 2015. Hazard Index, a Tool for a Long-term Risk Assessment of Pesticide 3 Residues in Some Commodities, a Pilot Study. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 73(3), 985- 991.

Łozowicka, B., P. Kaczynski, E. Rutkowska, M. Jankowska, and I. Hrynko. 2013. Evaluation of pesticide residues in fruit from Poland and health risk assessment. Agricultural Sciences 2013, 4(5B), 106-111.

Ogbeide, O., Tongo, I., and Ezemonye, L. 2015. Risk assessment of agricultural pesticides in water, sediment and fish from Owan River, Edo State, Nigeria. Environmental Mornitoring and Assessment 187: 654 1-16.

World Health Organization. 2020. WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Geneva

Table 1 Frequencies of pesticides detected in soil from mangoes crop in Upper NorthEast Thailand

Pesticides detected	Type	WHO classification	Number of samples detected	Amount of pesticide detected (mg/กก.)
ametryn	HBC	II	1	0.04
azoxystrobin	FUC	U	3	0.01-0.09
bufrofezin	INS	III	4	0.01-0.31
cabaryl	INS	II	1	0.07
carbendazim	FUC	U	15	0.01-0.58
chlofenapyr	INS	II	1	0.02
chlorantraniliprole	INS	U	3	0.01-0.04
clothianidin	INS	II	3	0.01-0.03
difennoconazole	FUC	II	5	0.01-0.07
fipronil	INS	II	1	0.02
Fipronil sulfone	INS	Not listed	1	0.12
hexaconazole	FUC	III	4	0.01-0.04
imidacloprid	INS	II	19	0.02 - 0.93
lambda-cyhalothrin	INS	II	3	0.01-0.03
prochloraz	FUC	II	5	0.01-0.02
Spinosad D	INS	U	1	0.96
thiamethoxam	INS	II	10	0.02-0.24
thiram	FUC	II	4	0.03-022

II =Moderately hazardous, III =Slightly hazardous, U=Unlikely to present an acute hazard (World Health Organization, 2020), INS = insecticide, FUC = fungicide, HBC= herbicide

Table 2 Assessment of consumption risk for Soil from mangoes crop in Upper NorthEast Thailand

Plots No.	Pesticide	Residues (mg/kg)	LADD (mg/kg-day)	RfD	HQ (%)	HI =∑HQ (%)	Health Risk
1	buprofezin	0.01	1.60×10^{-8}	0.5	3.19×10^{-8}	1.45×10^{-5}	accept
	carbendazim	0.17	2.71×10^{-7}	0.02	1.36×10^{-5}		
	imidacloprid	0.03	4.79×10^{-8}	0.06	7.98×10^{-7}		
	thiamethoxam	0.03	4.79×10^{-8}	0.5	9.58×10^{-8}		
2	imidacloprid	0.02	3.19×10^{-8}	0.06	5.32×10^{-7}	5.32×10^{-7}	accept
3	carbendazim	0.02	3.19×10^{-8}	0.02	1.60×10^{-6}	2.39×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.03	4.79×10^{-8}	0.06	7.98×10^{-7}		
4	carbendazim	0.07	1.12×10^{-7}	0.02	5.59×10^{-6}	6.12×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.02	3.19×10^{-8}	0.06	5.32×10^{-7}		
5	imidacloprid	0.06	9.58×10^{-8}	0.06	1.60×10^{-6}	2.13×10^{-6}	accept
6	imidacloprid	0.02	3.19×10^{-8}	0.06	5.32×10^{-7}	5.32×10^{-7}	accept
7	carbendazim	0.03	4.79×10^{-8}	0.02	2.39×10^{-6}	3.83×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.03	4.79×10^{-8}	0.06	7.98×10^{-7}		
	prochloraz	0.01	1.60×10^{-8}	0.025	6.39×10^{-7}		
8	carbendazim	0.02	3.19×10^{-8}	0.02	1.60×10^{-6}	1.60×10^{-6}	accept
9	imidacloprid	0.03	4.79×10^{-8}	0.06	7.98×10^{-7}		
10	thiram	0.03	4.79×10^{-8}	0.025	1.92×10^{-6}	1.92×10^{-6}	accept
11	carbendazim	0.02	3.19×10^{-8}	0.02	1.60×10^{-6}	1.44×10^{-5}	accept
	thiram	0.2	3.19×10^{-7}	0.025	1.28×10^{-5}		

12	carbendazim	0.28	4.47×10^{-7}	0.02	2.23×10^{-5}	2.24×10^{-5}	accept
	buprofezin	0.02	3.19×10^{-8}	0.5	6.39×10^{-8}		
13	carbendazim	0.03	4.79×10^{-8}	0.02	2.39×10^{-6}	1.11×10^{-5}	accept
	hexaconazole	0.01	1.60×10^{-8}	0.0025	6.39×10^{-6}		
	imidacloprid	0.04	6.39×10^{-8}	0.06	1.06×10^{-6}		
	prochloraz	0.02	3.19×10^{-8}	0.025	1.28×10^{-6}		
14	chlorantraniliprole	0.01	1.60×10^{-8}	1.56	1.02×10^{-8}	7.0×10^{-6}	accept
	difenoconazole	0.01	1.60×10^{-8}	0.16	9.98×10^{-8}		
	hexaconazole	0.01	1.60×10^{-8}	0.0025	6.39×10^{-6}		
	imidacloprid	0.02	3.19×10^{-8}	0.06	5.32×10^{-7}		
15	azoxystrobin	0.01	1.60×10^{-8}	0.18	8.87×10^{-8}	3.63×10^{-5}	accept
	carbendazim	0.08	1.28×10^{-7}	0.02	6.39×10^{-6}		
	chlorantraniliprole	0.02	3.19×10^{-8}	1.56	2.05×10^{-8}		
	lambda-cyhalothrin	0.01	1.60×10^{-8}	0.005	3.19×10^{-6}		
	difenoconazole	0.02	3.19×10^{-8}	0.16	2.00×10^{-7}		
	hexaconazole	0.04	6.39×10^{-8}	0.0025	2.55×10^{-5}		
	imidacloprid	0.01	1.60×10^{-8}	0.06	2.66×10^{-7}		
	prochloraz	0.01	1.60×10^{-8}	0.025	6.39×10^{-7}		
16	ametryn	0.04	6.39×10^{-8}	0.015	4.26×10^{-6}	2.28×10^{-5}	accept
	carbendazim	0.02	3.19×10^{-8}	0.02	1.60×10^{-6}		
	chlofenapyr	0.02	3.19×10^{-8}	0.05	6.39×10^{-7}		
	difenoconazole	0.04	6.39×10^{-8}	0.16	3.99×10^{-7}		
	hexaconazole	0.02	3.19×10^{-8}	0.0025	1.28×10^{-5}		
	imidacloprid	0.07	1.12×10^{-7}	0.06	1.86×10^{-6}		
	prochloraz	0.02	3.19×10^{-8}	0.025	1.28×10^{-6}		
17	cabendazim	0.08	1.28×10^{-7}	0.02	6.39×10^{-6}	1.72×10^{-5}	accept
	clothianidin	0.03	4.79×10^{-8}	0.1	4.79×10^{-7}	1.08×10^{-5}	accept
	lambda-cyhalothrin	0.01	1.60×10^{-8}	0.005	3.19×10^{-6}		
	imidacloprid	0.24	3.83×10^{-7}	0.06	6.39×10^{-6}		
	thiamethoxam	0.24	3.83×10^{-7}	0.5	7.66×10^{-7}		
18	azoxystrobin	0.09	1.44×10^{-7}	0.18	7.98E-07	9.89×10^{-5}	accept
	buprofezin	0.31	4.95×10^{-7}	0.5	9.90×10^{-7}		
	carbendazim	0.58	9.26×10^{-7}	0.02	4.63×10^{-5}		
	clothianidin	0.01	1.60×10^{-8}	0.1	1.60×10^{-7}		
	lambda-cyhalothrin	0.03	4.79×10^{-8}	0.005	9.58×10^{-6}		
	difenoconazole	0.07	1.12×10^{-7}	0.16	6.98×10^{-7}		
	imidacloprid	0.93	1.48×10^{-6}	0.06	2.47×10^{-5}		
	Spinosad D	0.96	1.53×10^{-6}	0.1	1.53×10^{-5}		
	thiamethoxam	0.09	1.44×10^{-7}	0.5	2.87×10^{-7}		
19	carbaryl	0.07	1.12×10^{-7}	0.01	1.12×10^{-5}	4.47×10^{-5}	accept
	carbendazim	0.23	3.67×10^{-7}	0.02	1.84×10^{-5}		
	imidacloprid	0.57	9.10×10^{-7}	0.06	1.52×10^{-5}		
20	thiram	0.11	1.76×10^{-7}	0.025	7.02×10^{-6}	7.02×10^{-6}	accept
21	thiram	0.22	3.51×10^{-7}	0.025	1.40×10^{-5}	1.40×10^{-5}	accept
22	difenoconazole	0.06	9.58×10^{-8}	0.16	5.99×10^{-7}	2.99×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.09	1.44×10^{-7}	0.06	2.39×10^{-6}		

23	azoxystrobin	0.01	1.60×10^{-8}	0.18	8.87×10^{-8}	9.65×10^{-4}	accept
	buprofezin	0.01	1.60×10^{-8}	0.5	3.19×10^{-8}		
	chlorantraniliprole	0.04	6.39×10^{-8}	1.56	4.09×10^{-8}		
	clothianidin	0.02	3.19×10^{-8}	0.1	3.19×10^{-7}		
	fipronil	0.02	3.19×10^{-8}	0.009	3.55×10^{-6}		
	Fipronil sulfone	0.12	1.92×10^{-7}	0.0002	9.58×10^{-4}		
	imidacloprid	0.06	9.58×10^{-8}	0.06	1.60×10^{-6}		
	prochloraz	0.02	3.19×10^{-8}	0.025	1.28×10^{-6}		
	thiamethoxam	0.07	1.12×10^{-7}	0.5	2.23×10^{-7}		
24	carbendazim	0.01	1.60×10^{-8}	0.02	7.98×10^{-7}	1.66×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.03	4.79×10^{-8}	0.06	7.98×10^{-7}		
	thiamethoxam	0.02	3.19×10^{-8}	0.5	6.39×10^{-8}		
25	carbendazim	0.02	3.19×10^{-8}	0.02	1.60×10^{-6}	3.17×10^{-6}	accept
	imidacloprid	0.05	7.98×10^{-8}	0.06	1.33×10^{-6}		
	thiamethoxam	0.03	4.79×10^{-8}	0.2	2.39×10^{-7}		
					Average	**1.31×10^{-3}**	accept

Remark : RfD according to Pesticide Properties Database (PPDB) (IUPAC, 2019) and IRIS Assessment (U.S. EPA, 2018)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

1	ศาสตราจารย์	ดร.สมปอง	เตชะโต
2	ศาสตราจารย์	ดร.บัญชา	สมบูรณ์สุข
3	ศาสตราจารย์	ดร.โอภาส	พิมพา
4	รองศาสตราจารย์	ดร.จรัสศรี	นวลศรี
5	รองศาสตราจารย์	ดร.วัชรินทร์	ชุ้นสุวรรณ
6	รองศาสตราจารย์	ดร.ระวี	เจียรวิภา
7	รองศาสตราจารย์	ดร.วิชัย	หวังวโรดม
8	รองศาสตราจารย์	ดร.สุภาวดี	รามสูตร
9	รองศาสตราจารย์	ดร.พจมาน	สุรนิลพงศ์
10	รองศาสตราจารย์	ดร.จุฑามาศ	ร่มแก้ว
11	รองศาสตราจารย์	ดร.สรพงค์	เบญจศรี
12	รองศาสตราจารย์	ดร.คริษฐ์สพล	หนูพรหม
13	รองศาสตราจารย์	ดร.ก่องกาญจน์	กิจรุ่งโรจน์
14	รองศาสตราจารย์	ดร.ร่วมจิตร	นกเขา
15	รองศาสตราจารย์	ดร.ลดาวัลย์	เลิศเลอวงศ์
16	รองศาสตราจารย์	ดร.อนุรักษ์	สันป่าเป้า
17	รองศาสตราจารย์	ดร.ประกายจันทร์	นิ่มกิ่งรัตน์
18	รองศาสตราจารย์	ดร.นริศ	ท้าวจันทร์
19	รองศาสตราจารย์	ดร.จำเป็น	อ่อนทอง
20	รองศาสตราจารย์	ดร.วิโชติ	จงรุ่งโรจน์
21	รองศาสตราจารย์	ดร.การุณ	ทองประจุแก้ว
22	รองศาสตราจารย์	ดร.ซุกรี	หะยีสาแม
23	รองศาสตราจารย์	ดร.มลวดี	วงศ์ลาภสุวรรณ
24	รองศาสตราจารย์	ดร.ไชยวรรณ	วัฒนจันทร์
25	รองศาสตราจารย์	ดร.วันวิศาข์	งามผ่องใส
26	รองศาสตราจารย์	ดร.ปิ่น	จันจุฬา
27	รองศาสตราจารย์	ดร.พรรณธิภา	ณ เชียงใหม่
28	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ธนวดี	พรหมจันทร์
29	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.วุฒิชัย	ศรีช่วย
30	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สกุลรัตน์	หาญศึก
31	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.คมกฤษณ์	แสงเงิน
32	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ยุพาภรณ์	วิริยานนท์
33	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ชื่นจิต	แก้วกัญญา
34	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.อมรรัตน์	ชุมทอง
35	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.นันทิยา	พนมจันทร์
36	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ประภาษ	กาวิชา
37	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สุนทรียา	กาละวงศ์

38	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ณัฏฐากร	วรอัฐสิน
39	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ล้อมพงศ์	กลิ่นนาวี
40	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สุดนัย	เครือหลี
41	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.พิษณุ	แก้วตะพาน
42	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.กฤติกา	แก้วจำนง
43	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สุขุมาล	หวานแก้ว
44	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.กรกช	นาคคนอง
45	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.จักรัตน์	อโณทัย
46	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สุรีรัตน์	เย็นช้อน
47	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.เสาวภา	ด้วงปาน
48	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.พิมพรรณ	พิมลรัตน์
49	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ศุภัครชา	อภิรติกร
50	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ไซนีย๊ะ	สะมาลา
51	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	พราวมาส	เจริญรักษ์
52	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.จักรพงษ์	กางโสภา
53	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.พจนา	สีขาว
54	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ชามา	อินซอน
55	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.วิถี	เหมือนวอน
56	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ปริศนา	วงค์ล้อม
57	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.อรอุมา	เรืองวงษ์
58	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ชนินันท์	พรสุริยา
59	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ธนัญชนก	ไชยรินทร์
60	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.กราญ์จนา	ถาอินชุม
61	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ขวัญตา	ขาวมี
62	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.จักรกฤษณ์	พูนภักดี
63	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.จุฑามาศ	แก้วมโน
64	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ดาวจรัส	เกตุโรจน์
65	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ธนภัทร์สกรณ์	สุกิจประภานนท์
66	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.อภิญญา	รัตนไชย
67	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.พิไลวรรณ	ประพฤติ
68	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.กอบชัย	วรพิมพงษ์
69	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.นเรศ	ช่วนยุก
70	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ยุทธพงษ์	สังข์น้อย
71	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ธีญาภรณ์	แก้วทวี
72	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.รัตนรุจิ	พุ่มวิเศษ
73	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.สุภฎา	คีรีรัฐนิคม
74	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.วรางคณา	กิจพิพิธ
75	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.พรพรรณ	แสนภูมิ

76	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.ภัทราพร	ภุมรินทร์
77	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.มนัสนันท์	นพรัตน์ไมตรี
78	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	น.สพ.ดร.ปองพล	พงไธสงค์
79	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.อุมาพร	แพทย์ศาสตร์
80	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ดร.เทียนทิพย์	ไกรพรม
81	ดร.ปัทมา	นิตไธสง	
82	ดร.ชเนรินทร์	ฟ้าแลบ	
83	ดร.จิระยุทธ	รื่นศิริกุล	
84	ดร.วราภรณ์	หีดฉิม	
85	ดร.ศักดิ์อนันต์	แซ่ลิ่ม	
86	ดร.ธเนศ	คอมเพ็ชร	
87	ดร.ภาณุมาศ	โคตรพงศ์	
88	ดร.ทิวาพร	ผดุง	
89	ดร.มนต์สรวง	เรืองขนาบ	
90	ดร.สุจิตรา	พรหมเชื้อ	
91	ดร.ปัทมา	หาญนอก	
92	ดร.สุวรรณษา	ชูเชิด	
93	ดร.ธิดารัตน์	พ่วงไพโรจน์	
94	ดร.ปัทมาวดี	คุณวัลลี	
95	ดร.ทัศนี	ขาวเนียม	
96	ดร.อดิเรก	รักคง	
97	ดร.รุจิรา	สุขโหตุ	
98	ดร.นุชรัฐ	บาลลา	
99	ดร.อภิญญา	ไขรัมย์	
100	ดร.เทวี	มณีรัตน์	
101	ดร.สุรชาติ	เพชรแก้ว	
102	ดร.เจษฎา	โสภารัตน์	
103	ดร.นฤมล	พฤกษา	
104	ดร.ปองพชร	ธาราสุข	
105	ดร.รุ่งรัตน์	แซ่หยาง	
106	ดร.นัทท์	นันทพงศ์	
107	ดร.เอกนรินทร์	รอดเจริญ	
108	ดร.จิรพรรณ	สัจจารักษ์	
109	ดร.พรพิมล	เชื้อดวงผุย	
110	ดร.จำเริญศรี	ถาวรสุวรรณ	
111	ดร.ธัญจิรา	เทพรัตน์	
112	ดร.ปิตุนาถ	หนูเสน	
113	ดร.นุจิรา	ทักษิณานันต์	

114	ดร.ศุภนนท์	ตู้นิ่ม
115	อ.คนึงนิตย์	ลิ่มจิรขจร
116	อ.อานนท์	อุปบัลลังก์
117	อ.จักรพงศ์	จิระแพทย์
118	อ.ธิดารัตน์	แก้วคำ
119	นายสัตวแพทย์ธีรวินท์	บัวมา
120	คุณมนตรี	แก้วดวง
121	คุณปิยะนุช	มุสิกพงศ
122	คุณพรเทพ	ธีระวัฒนพงศ์

Conference Organizer

Chairperson:

Assoc. Prof. Dr. Narit Thaochan

Advisory Committee:

Assoc. Prof. Dr. Chaiyawan Wattanachant, Dean

Prof. Dr. Sompong Te-Chato, Thailand

Prof. Dr. Buncha Somboonsuke

Scientific Committee:

Asst. Prof. Dr. Masaharu Mizukami, Japan

Assoc. Prof. Dr. Raja Sudhakaran, India

Assoc. Prof. Dr. Tohru Mekata, Japan

Dr. Sandeep Singh, India

Assoc. Prof. Dr. Prabjeet Singh, India

Prof.Dr.Toshiaki Itami, Japan

Prof.Dr.Thi Thi Zin, Japan

Dr. Shravan M Haldhar, India

Assoc.Prof.Dr. Seiji Takeda, Japan

Prof. Dr. Sompong Te-Chato, Thailand

Prof. Dr. Anurag Sunpapao, Thailand

Prof. Karun Thongprajukaew, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Narit Thaochan, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Sorapong Benchasri, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Potjamarn Suraninpong, Thailand

Asst. Prof. Dr. Teeyaporn Keawtawee, Thailand

Asst. Prof. Dr. Naraid Suanyuk, Thailand

Asst. Prof Dr. Yutthapong Sangnoi, Thailand

Asst. Prof. Dr. Sarawuth Chesoh, Thailand

Asst. Prof. Dr. Chakkrit Poonpakdee, Thailand

Dr. Tassanee Khawniam, Thailand

Dr. Putth Songsangjinda, Thailand

Dr. Kittichon U-Taynapun, Thailand

Dr. Nion Chirapongsathonkul, Thailand

Organizing committee:

Assoc. Prof. Dr. Chaiyawan Wattanachant, *Dean, Faculty of Natural Resources (FNR), Prince of Songkla University*

Assoc. Prof. Dr. Narit Thaochan, *Associate Dean for Research, Innovation and Social Engagement, FNR*

Dr. Rungrat Saeyang, *Assistant to the Dean for International Affairs, FNR*

Asst. Prof. Dr. Teeyaporn Keawtawee, *Assistant to the Dean for Research Management and Academic Services, FNR*

Asst. Prof. Dr. Kobchai Worrapimpong, *Head of Agricultural Innovation and Management Division, FNR*

Asst. Prof. Dr. Naraid Suanyuk, *Head , Aquatic Science and Innovation Management Division, FNR*

Dr. Thunchira Thepparat, *Head , Animal Production Innovation and Management Division, FNR*

Prof.Dr. Anurag Sunpapao*, FNR*

Asst. Prof. Dr. Sureerat Yenchon*, FNR*

Asst. Prof. Dr. Thanunchanok Chairin*, FNR*

Dr. Tassanee Khawniam*, FNR*

Dr. Pattamavadee Kunwanlee, FNR

Mr. Arnon Uppabullung, *FNR*

Mrs. Amonrat Chantanaorrapint, FNR

Mrs. Parittiya Lerslaponrat, FNR

Mr. Terdpong Wiriyasombat, FNR

Ms. Yaowalak Chaipondech, FNR

Ms. Chompunut Buapuean, FNR

รายนามคณะกรรมการจัดประชุมวิชาการนวัตกรรมการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ครั้งที่ 3 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติครั้งที่ 1

ฝ่ายกรรมการอำนวยการจัดงาน

1.	คณบดีคณะทรัพยากรธรรมชาติ	ที่ปรึกษา
2.	นายกสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย	ประธานคณะกรรมการ
3.	รองคณบดีฝ่ายวิจัย นวัตกรรมและพันธกิจเพื่อสังคม	รองประธานคณะกรรมการ
4.	นายอุดม วิบูลย์จรรยา	รองประธานคณะกรรมการ
5.	นายฐานันต์ จันทวงศ์	รองประธานคณะกรรมการ
6.	รองคณบดีฝ่ายบริหาร	กรรมการ
7.	รองคณบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนานักศึกษา	กรรมการ
8.	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพหลักสูตร	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษาและศิษย์เก่าสัมพันธ์	กรรมการ
10.	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายประกันคุณภาพและบริหารความเสี่ยง	กรรมการ
11.	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกิจการนานาชาติ	กรรมการ
12.	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบริหารจัดการงานวิจัยและบริการวิชาการ	กรรมการ
13.	หัวหน้าสาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ	กรรมการ
14.	หัวหน้าสาขาวิชานวัตกรรมการผลิตสัตว์และการจัดการ	กรรมการ
15.	หัวหน้าสาขาวิชาวาริชศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ	กรรมการ
16.	นายกสมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ	กรรมการ
17.	นายกสมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์	กรรมการ
18.	หัวหน้าศูนย์บริการวิชาการทางการเกษตรและทรัพยากรกรธรรมชาติ	กรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายวิชาการและประสานงาน

1.	รองศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์	สันป่าเป้า	ประธานคณะอนุกรรมการ
2.	ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง	เตชะโต	ที่ปรึกษา
3.	ศาสตราจารย์ ดร.บัญชา	สมบูรณ์สุข	ที่ปรึกษา
4.	รองศาสตราจารย์ ดร.กังสดาลย์	บุญปราบ	อนุกรรมการ
5.	รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี	นวลศรี	อนุกรรมการ
6.	รองศาสตราจารย์ ดร.นริศ	ท้าวจันทร์	อนุกรรมการ
7.	รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่น	จันจุฬา	อนุกรรมการ
8.	รองศาสตราจารย์ ดร.ระวี	เจียรวิภา	อนุกรรมการ
9.	รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์	งามผ่องใส	อนุกรรมการ
10.	รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย	หวังวโรดม	อนุกรรมการ
11.	รองศาสตราจารย์ ดร.วิโชติ	จงรุ่งโรจน์	อนุกรรมการ

12.	รองศาสตราจารย์ ดร.ลดาวัลย์	เลิศเลอวงศ์	อนุกรรมการ
13.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช	นาคคนอง	อนุกรรมการ
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กราญ์จนา	ถาอินชุม	อนุกรรมการ
15.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญตา	ขาวมี	อนุกรรมการ
16.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์	พูนภักดี	อนุกรรมการ
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรัตน์	อโณทัย	อนุกรรมการ
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ	แก้วมโน	อนุกรรมการ
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์	พรสุริยา	อนุกรรมการ
20.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัญชนก	ไชยรินทร์	อนุกรรมการ
21.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ	ช่วนยุก	อนุกรรมการ
22.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิไลวรรณ	ประพฤติ	อนุกรรมการ
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์	สังข์น้อย	อนุกรรมการ
24.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ	เจ๊ะโส๊ะ	อนุกรรมการ
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์	เย็นช้อน	อนุกรรมการ
26.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิญญา	รัตนไชย	อนุกรรมการ
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีญาภรณ์	แก้วทวี	อนุกรรมการ
28.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิตุนาถ	หนูเสน	อนุกรรมการ
29.	ดร.เจษฎา	โสภารัตน์	อนุกรรมการ
30.	ดร.เทวี	มณีรัตน์	อนุกรรมการ
31.	ดร.ธัญจิรา	เทพรัตน์	อนุกรรมการ
32.	ดร.นฤมล	พฤกษา	อนุกรรมการ
33.	ดร.นุจิรา	ทักษิณานันต์	อนุกรรมการ
34.	ดร.นัทท์	นันทพงศ์	อนุกรรมการ
35.	ดร.ปัทมาวดี	คุณวัลลี	อนุกรรมการ
36.	ดร.ปองพชร	ธาราสุข	อนุกรรมการ
37.	ดร.ไพรัตน์	ศรีชนะ	อนุกรรมการ
38.	ดร.พิชญานิภา	พงษ์พานิช	อนุกรรมการ
39.	ดร.จิรพรรณ	สัจจารักษ์	อนุกรรมการ
40.	นายสัตวแพทย์ธีรวินท์	บัวมา	อนุกรรมการ
41.	ดร.รุ่งรัตน์	แซ่หยาง	อนุกรรมการ
42.	ดร.วิศรา	ไชยสาลี	อนุกรรมการ
43.	ดร.ศุภนนท์	ตู้นิ่ม	อนุกรรมการ
44.	ดร.สุรชาติ	เพชรแก้ว	อนุกรรมการ

45.	ดร.อดิเรก	รักคง	อนุกรรมการ
46.	ดร.ทัศนี	ขาวเนียม	อนุกรรมการ
47.	ดร. สุภัตรา	โอกระโทก	อนุกรรมการ
48.	นางสาวภริสฐิญา	เลิศลภณรัศมิ์	อนุกรรมการ
49.	นางสาวภัททิรา	เกียรติขวัญบุตร	อนุกรรมการ
50.	นางศิริพร	พรหมพัฒน์	อนุกรรมการ
51.	นางอมรรัตน์	จันทนาอรพินท์	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายนิทรรศการ

1.	ดร.ทัศนี	ขาวเนียม	ประธานคณะอนุกรรมการ
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญตา	ขาวมี	อนุกรรมการ
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กราญ์จนา	ถาอินชุม	อนุกรรมการ
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิตุนาถ	หนูเสน	อนุกรรมการ
5.	ดร.เทวี	มณีรัตน์	อนุกรรมการ
6.	ดร.ปัทมาวดี	คุณวัลลี	อนุกรรมการ
7.	ดร.เอกนรินทร์	รอดเจริญ	อนุกรรมการ
8.	นายสัตวแพทย์ธีรวินท์	บัวมา	อนุกรรมการ
9.	นางสาวเยาวลักษณ์	ชัยพลเดช	อนุกรรมการ
10.	นางอมรรัตน์	จันทนาอรพินท์	อนุกรรมการ
11.	นายมูฮัมหมัด	สาแมสารี	อนุกรรมการ
12.	นางสาวชมพูนุท	บัวเผื่อน	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายประชาสัมพันธ์

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีญาภรณ์	แก้วทวี	ประธานคณะอนุกรรมการ
2.	นางสาวยุวภา	โฆสกิตติกุล	อนุกรรมการ
3.	นางสาวศรีนรา	แมเร๊าะ	อนุกรรมการ
4.	นายเทอดพงษ์	วิริยะสมบัติ	อนุกรรมการ
5.	นางสาวศศิธร	ลิ่มจู้	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายสถานที่และยานพาหนะ

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรัตน์	อโณทัย	ประธานคณะอนุกรรมการ
2.	นายโสธร	เดชนครินทร์	อนุกรรมการ
3.	นายทวีผล	เกษรเกศรา	อนุกรรมการ
4.	นายจิราวุฒิ	ขุนนุ้ย	อนุกรรมการ

5. นายวัชรพล	รักษ์วงศ์	อนุกรรมการ
6. นายทรงศิลป์	ไชยสงคราม	อนุกรรมการ
7. นายศิลา	ณ มณี	อนุกรรมการ
8. นายพรรพต	กองสวัสดิ์	อนุกรรมการ
9. นายประเสริฐ	พงษ์นุรักษ์	อนุกรรมการ
10. นายอภิชล	เพ็ชร์บูรณ์	อนุกรรมการ
11. นายสายันต์	สุระสังวาลย์	อนุกรรมการ
12. นายวิศณุ	เพ็ชร์สุวรรณ์	อนุกรรมการ
13. นายฐิติพงศ์	ชินผา	อนุกรรมการ
14. นางสาวธีรนิตย์	ฉั่วสุวรรณแก้ว	อนุกรรมการ

ฝ่ายอาหารและเครื่องดื่ม

1. นางจิราภรณ์	คงสุข	ประธานคณะอนุกรรมการ
2. นางนิศมา	สุวรรโณ	อนุกรรมการ
3. นางสาวมัสลิน	พรหมยา	อนุกรรมการ
4. นางสาวกรชนก	พรมกูล	อนุกรรมการ
5. นางสาวอรวรรณ	พรหมสังคหะ	อนุกรรมการ
6. นางสาวสุภาพร	อนันต์สถาพร	อนุกรรมการ
7. นางสาวมณฑา	จำเริญรักษ์	อนุกรรมการ
8. นางสาวราชิณี	แต้มรุ่งเรือง	อนุกรรมการ
9. นางสาวธัญญรัตน์	สุวรรณโณ	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายพิธีการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีญาภรณ์	แก้วทวี	ประธานคณะอนุกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญตา	ขาวมี	อนุกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์	สังข์น้อย	อนุกรรมการ
4. ดร.ปัทมาวดี	คุณวัลลี	อนุกรรมการ
5. ดร.จิรพรรณ	สัจจารักษ์	อนุกรรมการ
6. อาจารย์อานนท์	อุปบัลลังก์	อนุกรรมการ
7. นางมาลี	เจตวิจิตร	อนุกรรมการ
8. นางสาวศิริวรรณ	เจาวงศ์สวัสดิ์	อนุกรรมการ
9. นางสาวพัชรินทร์	สุขแต้ม	อนุกรรมการ

10. นางสาววิจิตรา	ตุ้งซี่	อนุกรรมการ
11. นางสาวพัชรี	ฤกษ์งานดี	อนุกรรมการ
12. นางสาวปานิษา	ด้วงหวัง	อนุกรรมการ
13. นางสาวสุชานันท์	เอี่ยมสกุล	อนุกรรมการ
14. Miss Dame	Korn	อนุกรรมการ
15. นางจิราภรณ์	คงสุข	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายประเมินผล

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์	เย็นช้อน	ประธานคณะอนุกรรมการ
2. ดร.ทัศนี	ขาวเนียม	อนุกรรมการ
3. นายเทอดพงษ์	วิริยะสมบัติ	อนุกรรมการ
4. นางสาวยุวภา	โฆสกิตติกุล	อนุกรรมการ
5. นางสาวนูรมา	มาสากี	อนุกรรมการ
6. นางสาวศศิธร	ลิ่มจู้	อนุกรรมการและเลขานุการ

ฝ่ายการเงินและลงทะเบียน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนัญชนก	ไชยรินทร์	ประธานคณะอนุกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ชนินันท์	พรสุริยา	อนุกรรมการ
3. นางสาวเยาวลักษณ์	ชัยพลเดช	อนุกรรมการ
4. นางสาววันดี	สุขสะโร	อนุกรรมการ
5. นางจารี	ทองสกูล	อนุกรรมการ
6. นางนันทิดา	อินทัสโร	อนุกรรมการ
7. นางสาวอนุสรา	มารอด	อนุกรรมการ
8. นางสาวอรวรรณ	พรหมสังคหะ	อนุกรรมการ
9. นางสาวสุภาพร	อนันต์สถาพร	อนุกรรมการ
10. นายฟากิฮ์	ลาเต๊ะนือริง	อนุกรรมการ
11. นายพีรศักดิ์	บุญศัพท์	อนุกรรมการ
12. นายสุกฤษฎิ์	ภักดีโชติ	อนุกรรมการ
13. นางสาวดวงฤทัย	ศรีช่วย	อนุกรรมการ
14. นางสาวทรงลักษณ์	กลับคง	อนุกรรมการและเลขานุการ

รายนามผู้สนับสนุนงบประมาณจัดประชุม

สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สมาคมศิษย์เก่าคณะทรัพยากรธรรมชาติ

สมาคมศิษย์เก่าวาริชศาสตร์

สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย

บริษัท ฟิวเจอร์ครอฟ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

บริษัท พาทเวย์ อินเตอร์มีเดียตส์(ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท ซีพีเอฟ ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท dsm-firmenich

บจก. เอส พี เค จี จำกัด

บ.อีดับเบิ้ลยูนิวทริชั่น (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท ไฟโตไบโอติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท วาย.วี.พี. อินเตอร์เทรด จำกัด

บริษัท ปุ๋ยไวกิ้ง จำกัด

บริษัท เดอะไอบอสอินเตอร์เทรด จำกัด

บริษัท ออลเทค ไบโอเทคโนโลยี คอร์ปอเรชั่น จำกัด

บริษัท อินโนโฟ-เอด จำกัด

บริษัท คาร์กิลล์สยาม จำกัด

บริษัทโนวัส อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท แอมโก้เวท จำกัด

บริษัท อินโนวาด (ประเทศไทย) จำกัด

Agromed Austria GmbH

บริษัท ไอดิน เทคโนโลยี จำกัด

บริษัท บีเอ็มจี อโกรเทค จำกัด



บริษัท บีเอเอสเอฟ (ไทย) จำกัด



บริษัท วาย.วี.พี. เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด



บริษัท บิ๊ค เคมิคอล จำกัด



บริษัท แอคอินเทล จำกัด



บริษัท มิลเลนเนียม ฟาร์ม จำกัด



บริษัท บางกอกอินเตอร์ อกริเทค จำกัด



บริษัท ออฟฟิเชียล อีควิปเม้นท์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด

บริษัท ไฮฟ่า เคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด



บริษัท วีไอพี อินเตอร์เฮลท์ จำกัด



บริษัท เว็ท อินเตอร์ กรุ๊ป จำกัด



บริษัท ลิลลี่ ฟู้ดแอนซายน์ จำกัด



บริษัท เคมิน จำกัด



บริษัท เบ็นไมเยอร์ เคทีคอลส์(ที) จำกัด



บริษัท รุ่งเรือง อะกรีเทค จำกัด

คุณอุดม พฤกษานุศักดิ์
บริษัท วีเทค อินโนเวชั่น จำกัด