รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ยางพารา

Enhancement of seed germination and seedling growth for increasing propagation efficiency of rubber

คณะนักวิจัย

ผศ.ดร. วิชัย หวังวโรดม

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผศ.ดร.บุญส่ง ไกรศรพรสรร

นายธวัช รัตนพันธ์

แผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2557

พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ยางพารา ดำเนินการทดลองในระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 ที่คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ผลการทดลองพบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่มีความงอกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20-2.00 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง ไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้มีความงอก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้านความสูง จำนวนใบ และผ่านศูนย์กลางลำต้นให้ดีขึ้นได้ วัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบาและภาชนะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอติดตา พบว่า ดิน:ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) ในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติกด้านข้าง 2 และ 4 แท่ง ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้น และมีระบบรากที่ดีกว่า ส่วนการศึกษาการเจริญเติบโตของกล้ายางพาราพันธ์ RRIM 600 ที่เก็บเมล็ดจากแหล่งต่าง ๆ ภายในจังหวัดสุราษฎ์ธานี เปรียบเทียบกับคุณภาพเมล็ดยางพาราพันธ์ RRIM 600 และการใช้ปุ๋ย (สูตรและอัตรา) โดยการปลูกต้นกล้ายางพาราอายุ 6 เดือน ในถุงเพาะชำขนาด 15x37 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น หลังจากเพาะชำ 1 เดือน บันทึกข้อมูลของต้นกล้ายางพาราเดือนละครั้ง เป็นระยะเวลา 8 เดือน ข้อมูลที่จดบันทึกประกอบด้วย จำนวนยอดแตกใหม่ ความสูงของต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เมื่อปลูกเป็นเวลา 2 เดือน เก็บตัวอย่างต้นกล้ายางพาราเพื่อวิเคราะห์ น้ำหนักสดและแห้งของราก ลำต้น และใบ และนำแต่ละส่วนของลำต้นวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จากผลการศึกษาพบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราพันธ์ RRIM 600 ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น (จำนวนยอดแตกใหม่ ความสูงสะสมลำต้นต่อเดือน และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสะสม) และปริมาณไนโตรเจนในต้นกล้ายางพารา แต่เมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำให้ร้อยละวัตถุแห้งของราก ลำต้นและใบสูงสุด ปุ๋ยสูตร 4-5-6+2MgO และใช้อัตราต่าง ๆ ให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากสูตร 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน ข้อมูลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ยางพาราเพื่อการผลิตต้นกล้าคุณภาพสูงทำได้ดีด้วยการใช้วัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกที่เหมาะสม

Abstract

The objective of this study was to investigate methods to enhancement of seed germination and seedling growth for increasing propagation efficiency of rubber. The experiments were conducted at Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus and Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani campus during 2014-2017. The results showed that rubber seed clone RRIM 600 with about 50% field emergence soaked in solution of 0.20-2.00%KNO_3 with aeration for 24 hours did not improve their field emergence and survival rate. In addition, rubber seed soaked in the solution of KNO_3 with aeration for 24 hours gave the same statistical seedling growth in terms of seedling height, seedling leaf number and seedling stem diameter. The lightweight growing media contained topsoil: coir dust: rice husk ash mixture rate 1:1:1 (by vol.) in cylindrical plastic tube with two-four vertical ribs glued to the container wall encourage appreciate shoot and root system of rubber rootstock seedling. In addition, the influences of para-rubber seed quality and fertilizer applications on para-rubber seedlings growth were studied. This experiment was conducted using a 3x5 factorial arrangement in a completely randomized design with 3 qualities (high moderate and poor) and 5 types of fertilizers (18-10-6 in the rate of 5 g per plant per mount (control), 4-5-6+2MgO in the rate of (170 g per plant, 85 g per plant, 21.2 g per plant per month, 42.5 g per plant per 2 month). The results indicated that the para-rubber seed quality had no effect on the growth (number of new shoot, accumulation of high plant and plant diameter) and nitrogen concentration in seedling. The poor para-rubber seed quality had the highest percentage of dry matter of root, stem and leaf. The 4-5-6+2MgO in all the rate had no significant difference with the 18-10-6 in the rate of 5 g per plant per mount (control). Overall, the data suggested that increment of rubber propagation efficiency in order to production of high quality rootstock seedlings could be achieved by application of suitable growing media and growing containers.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ให้การสนับสนุนและประสานงานเพื่อให้การวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดีตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วัลลภ สันติประชา และรศ.ดร.สายัณห์ สดุดี ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินการทดลอง ตลอดจนถึงการให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำในการเขียนบทความวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และแผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยและให้ความอนุเคราะห์การใช้ห้องปฏิบัติการ โรงเรือน แปลงทดลองและคนงาน ขอบคุณเจ้าของสวนยางที่อนุเคราะห์ให้ใช้เก็บเมล็ดพันธุ์ยางพาราเพื่อการทดลอง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ และให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่องที่เป็นประโยชน์แก่การทำวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โครงการวิจัยนี้ผลิตนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาพืชศาสตร์ จำนวน 2 คน คือ นางสาวธิมาทร ละอองโชค และนายพาณิชย์ เกตุชาติ

ผศ.ดร.วิชัย หวังวโรดม

หัวหน้าโครงการวิจัยฯ

26 มีนาคม 2561

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
- บทนำ	1
- ตรวจเอกสาร	3
- วัตถุประสงค์	13
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	14
3. ผล	25
- ผลของโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา	25
- การพัฒนาวัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกที่เหมาะสม สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ	48
- ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นกล้ายางพารา	62
4. วิจารณ์ผล	117
5. สรุป	125
เอกสารอ้างอิง	127
ภาคผนวก	137

รายการบทความวิจัยที่<u>ได้รับการตีพิมพ์</u>ในวารสารทางวิชาการ

1. ผลของโพแทสเซียมไนเตรทต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา
2. ผลของวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ

รายการบทความวิจัยที่<u>อยู่ระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์</u>ในวารสารทางวิชาการ

1. Effect of different container structures on growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ช่วงเวลาและสภาพอากาศในการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราในแต่ละพื้นที่	25
2	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา	26
3	ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา	27
4	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	28
5	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	29
6	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	30
7	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	31
8	ความงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกในแปลงปลูกที่อายุ 30 วัน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	33
9	อัตราการรอดตายของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	34
10	ความสูงของต้นกล้า (ซม.) ในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	35
11	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้า (มม.) ในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	จำนวนใบของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือนหลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	37
13	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	38
14	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของต้นอ่อนยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	39
15	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเอนโดสเปิร์มของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน	40
16	น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเปลือกเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน	41
17	ความงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 30 วันหลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วงที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย	43
18	อัตราการรอดตายของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย	44
19	ความสูงของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย	45
20	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือนหลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย	46
21	จำนวนใบของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของวัสดุเพาะชำแต่ละชนิดที่บรรจุในถุงเพาะชำขนาด กว้าง 3 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว ที่ใช้ปลูกต้นกล้ายางพารา	48
23	ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อความสูง และจำนวนใบย่อยของต้นกล้ายางพาราที่ อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก	49
24	ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวงของต้นกล้ายางพารา ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก	50
25	ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งส่วนยอด และส่วนรากของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 และ 6 เดือนหลังย้ายปลูก	51
26	คุณสมบัติทางเคมีของดินและวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมมีส่วนประกอบของ ดิน ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ก่อนและหลังการทดลอง	53
27	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันที่บรรจุดินและวัสดุเพาะชำ	54
28	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความสูงของต้นกล้ายางพารา ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	55
29	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อจำนวนใบย่อยของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	55
30	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	56
31	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเส้นรอบวงของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	56
32	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความยาวรากแก้วของต้นกล้า ยางพารา ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	58
33	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความยาวรากส่วนที่ขดม้วนของ ต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	58
34	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	59
35	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งของส่วนรากที่ขดม้วนของต้น กล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
36	ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเปอร์เซ็นต์การสะสมน้ำหนักแห้งของราก แขนง ส่วนบน กลาง และล่าง ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ	60
37	สมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการของดินที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก	64
38	สมบัติทางเคมีของมูลแพะที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก	65
39	ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมของเมล็ดยางพารา RRIM 600 คุณภาพปานกลางและต่ำ	66
40	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	67
41	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	67
42	ค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	68
43	ค่าเฉลี่ยแคลเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	69
44	ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	70
45	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา และการใช้ปุ๋ยต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสด ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	72
46	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา ต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น ใบ รวมทั้งต้น และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	75
47	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา ต่อค่าเฉลี่ยของร้อยละวัตถุแห้งของราก ลำต้น ใบ และรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	78
48	p-value ของค่าเฉลี่ย (Means±SE) อัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	80
49	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
50	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งราก ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	84
51	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้น ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	86
52	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำ เป็นเวลา 270 วัน	88
53	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	90
54	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	92
55	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยความสูงสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	94
56	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	96
57	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	98
58	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย เวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	100
59	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	102
60	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	104
61	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืช และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	107
62	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืช และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
63	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืช และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	111
64	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืช และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	113
65	p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืช และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมของต้นกล้ายางพาร RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	115

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของแท่งวัสดุเพาะชำ ได้แก่ ดิน (ชุดควบคุม) (ก); ดิน:ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 (ข); ดิน:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1 (ค); ดิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 (ง); ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:2 (จ); ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:2 (ฉ) และดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:1 (ช) ที่มีอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก	52
2	ลักษณะของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม	57
3	ลักษณะของรากส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนรากของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข)ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม	61
4	ลักษณะการเจริญของรากต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือน หลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข)ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม	61
5	อุณหภูมิสูง-ต่ำ เฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำฝนในเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558	62
6	ความยาวนานของแสงแดด และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558	63
7	โครงสร้างสัณฐานของมูลแพะโดย SEM ที่กำลังขยาย 1000 เท่า	64
8	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักสดของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	72

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
9	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	73
10	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	73
11	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (Means±SE) น้ำหนักแห้งของราก (a) ลำต้น (b) ใบ (c) รวมทั้งต้น (d) และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดิน (e) ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	76
12	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (Means±SE) ร้อยละวัตถุแห้งของราก (a) ลำต้น (b) ใบ (c) และรวมทั้งต้น (d) ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	78
13	เปรียบเทียบองค์ประกอบของลำต้นต่อค่าเฉลี่ย (Means±SE) ร้อยละวัตถุแห้งของราก ลำต้น และใบ ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง	79
14	ผลของคุณภาพเมล็ดของยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละอัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	80
15	ผลของการใช้ปุ๋ยต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละอัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	81
16	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	83
17	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	85
18	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	87
19	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	89
20	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	91

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
21	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) จำนวนยอดใหม่ต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	93
22	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ความสูงสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	95
23	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) เส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	97
24	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	99
25	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	101
26	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	103
27	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	105
28	เปรียบเทียบร้อยละวัตถุแห้งขององค์ประกอบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	106
29	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ไนโตรเจนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	108
30	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ฟอสฟอรัสของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	110
31	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) โพแทสเซียมต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	112

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
32	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) แคลเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	114
33	ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) แมกนีเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน	116

บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทยโดยมีการปลูกยางพารามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2444 ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 22.17 ล้านไร่ ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารา 13,937,479 ไร่ รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4,395,849 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,613,771 ไร่ และภาคเหนือ 1,229,615 ไร่ มีปริมาณผลผลิตปีละ 4.32 ล้านตัน ส่งออกปีละ 3.77 ล้านตัน และใช้ในประเทศ 5.41 แสนตัน มีการส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก ในรูปยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง น้ำยางข้น ยางผสม และยางชนิดอื่นๆ และมีการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางในรูปของยางยานพาหนะ ถุงมือ ยางยางยืด ยางรัดของ ท่อยาง เป็นต้น (สถาบันวิจัยยาง, 2558)

การปลูกยางพาราสามารถทำได้ 3 วิธี คือ การปลูกด้วยต้นตอติดตายาง การปลูกด้วยต้นยางชำถุง และการปลูกด้วยเมล็ดแล้วติดตาในแปลงปลูก (สุภาพร และคณะ, 2553) ซึ่งทั้งสามวิธีจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนมากเพื่อนำมาเพาะเป็นต้นกล้าหรือต้นตอสำหรับการติดตาด้วยยางพันธุ์ดี ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยต้องใช้ต้นพันธุ์สำหรับปลูกไม่ต่ำกว่า 17 ล้านต้น และใช้เมล็ดพันธุ์ในการเพาะต้นตอปลูกปีละประมาณ 360 ตัน (สถาบันวิจัยยาง, 2557) ซึ่งเห็นได้ว่าในแต่ละปีเกษตรกรมีความต้องการใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนมาก และมักประสบปัญหาเมล็ดพันธุ์ยางพารามีความงอกต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากธรรมชาติของเมล็ดพันธุ์ยางพาราจัดเป็นเมล็ดพันธุ์สด (recalcitrant seed) ที่สูญเสียความงอกได้ง่ายและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็วหลังร่วงจากต้น (Chin and Roberts, 1980; Chin *et al*., 1981) ประกอบด้วยบางปีเมล็ดพันธุ์มีปริมาณน้อยและมีจำกัด เนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ และการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามธรรมชาติ ทำให้ไม่สามารถจัดหาเมล็ดพันธุ์ยางพาราได้เพียงพอสำหรับการผลิตต้นกล้า จึงได้ศึกษาหาวิธีการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพารา เพื่อให้มีความงอกสูง มีการเจริญเติบโตที่ดีสมบูรณ์ โตเร็ว และแข็งแรง การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกเพิ่มขึ้น เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้น และงอกอย่างสม่ำเสมอ (Bewley and Black, 1983) มีรายงานความสำเร็จของการใช้ KNO_3 กระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด ได้แก่ ข้าวสาลี (Hamidi *et al*., 2013) สบู่ดำ (Abdelgadir *et al*., 2012) มะละกอ (Lay *et al*., 2013) ข้าวฟ่าง (Singh *et al*., 2012) พริก (Amjad *et al*., 2007) มะเขือเทศลูกผสม (ชินานาตย์ และคณะ, 2553) และมังคุด (นพ และ สมพร, 2545) เป็นต้น นอกจากนี้ การให้อากาศร่วมกับการกระตุ้นความงอกช่วยเพิ่มความสามารถในการงอกได้ดีขึ้น เช่น พริก (กุลธิดา และคณะ, 2558) และผักกาดหอม (ชาลิณี และคณะ, 2556) เป็นต้น

การใช้ภาชนะปลูกที่มีความเหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งของการปลูกพืชให้ประสบความสำเร็จ (พเยาว์ และคณะ, 2556) การเพาะชำต้นกล้านิยมใช้ถุงเพาะชำเป็นภาชนะปลูก เนื่องจากหาซื้อง่าย และราคาถูก (มณฑี, 2533) อย่างไรก็ตาม การเพาะชำต้นกล้าในถุงเพาะชำเป็นเวลานานหลายเดือน มักส่งผลให้รากของต้นกล้ามีการเจริญม้วนวนและขดม้วนบริเวณด้านล่างของถุงเพาะชำ (Jaenicke, 1999) เมื่อนำไปย้ายปลูกจำเป็นต้องมีการตัดแต่งรากส่วนที่ขดม้วนออกทั้งที่เป็นรากแก้วและรากแขนง มีผลทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตลดลง และส่งผลให้ต้นพืชมีระบบรากที่มีโครงสร้างที่ผิดปกติ เป็นผลต่อเนื่องให้ต้นพืชเกิดการโค่นล้มได้ง่ายเมื่อเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Frangi *et al*., 2016 ; Tsakaldimi *et al*., 2005 ; Amoroso *et al*., 2010 ; Gilman and Harchick, 2014) และถ้าไม่แต่งตัดรากในส่วนขดม้วนออก ก็จะส่งผลให้รากมีลักษณะเกลียวพันกัน ต้นกล้าแคระแกร็น และยืนต้นตายในที่สุด (พเยาว์ และคณะ, 2556 ; Jaenicke, 1999 ; Cahyo *et al*., 2016)

ปริมาณธาตุอาหารในพืช มักมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาทางด้านนี้ทั้งในยางพาราและพืชชนิดอื่น (Bataglia *et al*., 1999; Hartinee and Zabedah, 2011; Owino and Ouma, 2011) ดังนั้น ในปัจจุบันจึงได้นำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บได้ง่ายและรบกวนต้นพืชน้อย และมักนำมาใช้กับพืชยืนต้น (Smith and Loneragan, 1997) สำหรับในประเทศไทยได้นำผลการวิเคราะห์พืชมาใช้ในการปรับอัตราปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน (ชัยรัตน์ และคณะ, 2544) นอกจากนั้น ยังได้ศึกษาระดับธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้กับทุเรียน (สุมิตรา และคณะ, 2545) และลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2549) ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชจะเป็นประโยชน์ในการจัดการธาตุอาหารพืชให้เหมาะสม

ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิธีการปรับปรุงหรือยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์ วัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของรากของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ รวมถึงธาตุอาหารสำหรับต้นกล้ายางพาราเพื่อการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ มีระบบรากดี โตเร็วและแข็งแรง ช่วยลดปัญหาการโค่นล้มในสภาพแปลงปลูกได้เมื่อเผชิญสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งควรน้ำหนักของวัสดุเพาะชำลดลงเพื่อให้ง่ายต่อการขนย้ายไปปลูกสภาพแปลงที่ราบเชิงเขา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการขยายพันธุ์ต้นตอและการผลิตกล้ายางพันธุ์ดีของเกษตรกร รวมถึงสามารถลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรทั้งในด้านเมล็ดพันธุ์ ปัจจัยการผลิต รวมถึงเวลา แรงงานและการจัดการได้ด้วย ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการผลิตยางพาราในภาพรวมของประเทศไทยต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. การผลิตเมล็ดพันธุ์ของยางพารา

ยางพาราเป็นพืชยืนต้น เริ่มออกดอกและติดผลเมื่อมีอายุประมาณ 3-6 ปี และมีการติดผลมากเมื่อมีอายุ 10 ปีขึ้นไป เป็นพืชผสมข้าม มีช่อดอกแบบ panicle รูปร่างคล้ายปิรามิด ดอกมีสีเหลืองอ่อนหรือสีขาวขึ้นกับพันธุ์ (สมศักดิ์, 2531) โดยทั่วไปยางพารามีการออกดอกปีละ 2 ครั้ง ครั้งแรกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน และครั้งที่สองอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม การออกดอกครั้งแรกเป็นการออกดอกตามฤดูกาลหลัก ซึ่งให้ผลและเมล็ดมากกว่าการออกดอกครั้งที่สอง เมล็ดพันธุ์ยางพาราใช้ระยะเวลาตั้งแต่ผสมเกสรจนเป็นเมล็ดแก่นานประมาณ 5-6 เดือน ผลยางพาราเป็นแบบ capsule มีลักษณะเป็นรอยหยัก (lobe) แยกเป็น 3 พู ผลโตเต็มที่หลังจากผสมเกสรแล้วประมาณ 2-3 เดือน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.50-5.00 เซนติเมตร (อุดม, 2541) เมื่อ capsule แห้ง เปลือกผลชั้นใน (endocarp) แตกออก ทำให้เกิดการแตกของผล ดีดเมล็ดให้กระเด็นออกไปได้ไกลถึง 15 เมตร (Webster and Baulkwill, 1989) ยางพาราต้นหนึ่งๆ ให้ผลประมาณ 50 ผลต่อปี แต่ละผลมี 3 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะเป็นรูปไข่ กว้าง 1.50-2.50 เซนติเมตร ยาว 2.00-3.50 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 3.6 กรัมต่อเมล็ด เมล็ดประกอบด้วยเปลือกเมล็ด (seed coat หรือ testa) มีลักษณะแข็ง เรียบ เป็นมัน เปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทาเป็นสีพื้น และมีลวดลายสีน้ำตาลเข้มสลับ มีเอนโดสเปิร์ม (endosperm) เป็นเนื้อเยื่อสะสมอาหาร เอนโดสเปิร์มมีสีขาวเมื่อเมล็ดยังมีชีวิต และเปลี่ยนเป็นสีขาวปนเหลืองเมื่อเมล็ดเริ่มเสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนของเนื้อในเอนโดสเปิร์มหายไปอีกด้วย ถัดจากเอนโดสเปิร์มเข้าไปเป็นใบเลี้ยง (cotyledon) ประกบอยู่ด้านในทำให้เอนโดสเปิร์มแยกเป็น 2 ชิ้นประกบกัน และมีแกนต้นอ่อน (embryonic axis) ซึ่งเป็นส่วนที่งอกเป็นต้นกล้าต่อไป (อุดม, 2541) การร่วงของเมล็ดพันธุ์ยางพาราจากต้นแม่เป็นลักษณะการทยอยตก เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ปลูกในประเทศไทยมีการร่วงในฤดูอยู่ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน แตกต่างกันไปตามภูมิภาค ดังนี้ (เสาวนีย์, 2546)

- ภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมล็ดพันธุ์ยางพาราร่วงประมาณต้นเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนกันยายน
- ภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมล็ดพันธุ์ยางพาราร่วงประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงปลายเดือนสิงหาคม
- ภาคตะวันออก เมล็ดพันธุ์ยางพาราร่วงเดือนกรกฎาคม
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมล็ดพันธุ์ยางพาราร่วงประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม

เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ร่วงในฤดู 1 กิโลกรัม มีจำนวนเมล็ด 220-240 เมล็ด มีความงอก 70.00-80.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพารานอกฤดูมีการร่วงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม มีปริมาณน้อย มีขนาดเมล็ดเล็กกว่า และมีความงอกต่ำกว่า โดยเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ร่วงนอกฤดู 1 กิโลกรัม มีจำนวนเมล็ด 280-290 เมล็ด และมีความงอกประมาณ 40.00-50.00 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (ประเทือง และคณะ, 2523) เมล็ดพันธุ์ยางพารามีการเสื่อมสภาพในอัตราที่รวดเร็ว โดยเมล็ดที่ร่วงอยู่ใต้ต้นนานเกิน 10 วัน มีความงอกลดลงเหลือเพียง 40-50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้

อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่เมล็ดร่วงตรงกับช่วงแล้งจัด และอากาศแห้งทำให้คุณภาพของเมล็ดลดลงไป เช่นเดียวกับ เรวัต (2542) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในฤดูมีความงอกประมาณ 90.00 เปอร์เซ็นต์ และนอกฤดูมีความงอก 40.00-60.00 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในสภาพอุณหภูมิทั่วไปในสวนเมล็ดพันธุ์ยางพารามีความงอกลดลงเฉลี่ยวันละ 5.00 เปอร์เซ็นต์ โดยเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ร่วงอยู่ใต้ต้นมีทั้งเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ ปะปนอยู่ด้วยกัน ทำให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกต่ำกว่า 50.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่เหมาะในการใช้ผลิตต้นกล้า (ศุภมิตร, 2548)

2. ผลของโพแทสเซียมไนเตรทต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า

โพแทสเซียมไนเตรท เกิดจากการรวมตัวกันของโพแทสเซียม (K) กับอนุมูลกรด (acid radical) ไนเตรท (NO_3) มีลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ดี ไม่มีกลิ่น มีรสเค็มเล็กน้อย ไม่ระเหย เป็นธาตุอาหารพืช 100 เปอร์เซ็นต์ พืชดูดไปใช้ได้ง่าย และมีความสามารถในการละลายน้ำ 36 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (Chemical book, 2015) จวงจันทร์ (2529) รายงานว่า การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์โดยใช้สารละลาย KNO_3 แทนน้ำในการเพาะเมล็ดพันธุ์ ทำให้เมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดงอกได้ดีและเร็วขึ้น (วัลลภ, 2550) และมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (สมพร, 2549) สารละลาย KNO_3 ยังสามารถแก้การพักตัวของเมล็ดพันธุ์เนื่องจากการจำกัดของออกซิเจนได้ (วัลลภ, 2555) จากการแตกตัวให้ออกซิเจนแก่เมล็ดพันธุ์ ที่ช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีการหายใจเพิ่มขึ้น จึงมีผลให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้น (วันชัย, 2553; พิจิตรา และคณะ, 2556) นอกจากนี้ สารละลาย KNO_3 ยังกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนและเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรท (Preece and Read, 1993; Ghobadi *et al*., 2012) ทำให้เซลล์มีกิจกรรมเมตาบอลิซึม (metabolic activities) เพิ่มขึ้น (Basra *et al*., 2005; Shim *et al*., 2008) อีกทั้งยังเป็นแหล่งของธาตุอาหาร K^+ และ NO^-_3 ที่เป็นประโยชน์สำหรับต้นกล้าที่กำลังงอก (Ghobadi *et al*., 2012)

มีรายงานผลของ KNO_3 ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดทำให้มีความงอกเพิ่มขึ้นได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

ชนิดพืช	ความเข้มข้นและเวลาการแช่สารละลาย KNO_3	ความงอก (%)		ที่มา
		ก่อน	หลัง	
มะละกอ พันธุ์ Surya	2.0%, 24 ชั่วโมง	75.00	91.00	Lay และคณะ (2013)
มะละกอ พันธุ์ Kamiya	0.04 mole, 30 นาที	66.70	86.70	Owino และ Ouma (2011)

ข้าวฟ่าง	1.00%, 6 ชั่วโมง	60.00	86.00	Singh และคณะ (2012)
มะเขือเทศลูกผสม	2.00%, 6 ชั่วโมง	62.00	74.00	ชินานาตย์ และคณะ (2553)
พริก	3.00%, 48 ชั่วโมง	71.00	100.00	Amjad และคณะ (2007)
มังคุด	0.50%, 20 นาที	72.00	86.00	นพ และ สมพร (2545)

นอกจากนี้ สารละลาย KNO_3 ยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าสบู่ดำ โดย Abdelgadir และคณะ (2012) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์สบู่ดำที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ ทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนัก ความกว้างของลำต้น และความยาวของรากเพิ่มขึ้น แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ในสารละลาย KNO_3 เช่นเดียวกับ เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ที่มีความงอก 65.00 เปอร์เซ็นต์ ให้ต้นกล้าที่มีความสูง 1.20 เซนติเมตร และความยาวราก 0.45 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอก 100.00 เปอร์เซ็นต์ ให้ต้นกล้าที่มีความสูง 5.08 เซนติเมตร และความยาวราก 2.10 เซนติเมตร (Hamidi *et al*., 2013) นอกจากนี้ เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีพันธุ์ Cross Alborz และพันธุ์ Sardari แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งความสูงต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งต้นและราก (Ghobadi *et al*., 2012)

อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลาย KNO_3 ในความเข้มข้นที่สูงหรือแช่นานเกินไป ส่งผลเสียต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า Ghobadi และคณะ (2012) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้นที่สูง (2.00-4.00%) และนาน 18-30 ชั่วโมง ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตลดลงอย่างมากเช่นกัน เนื่องจากความเป็นพิษของธาตุอาหารที่สะสมในรูปของไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ในปริมาณที่มากเกินความต้องการ ซึ่งเป็นผลเสียต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า และความเป็นพิษของสารละลาย KNO_3 ที่มีความเข้มข้นสูง ส่งผลให้เซลล์และเนื้อเยื่อหุ้มผนังเซลล์ (membrane) ได้รับความเสียหาย (Singh and Gill, 1988) จะเห็นได้ว่าสารละลาย KNO_3 สามารถช่วยกระตุ้นความงอกให้เพิ่มขึ้น และส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการใช้สารละลาย KNO_3 ขึ้นอยู่กับอัตราและระยะเวลาที่แช่เมล็ดพันธุ์ ยังไม่มีการศึกษาผลของ KNO_3 ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

3. ผลของการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์

มีการศึกษาการใช้อากาศในการกระตุ้นความงอกเมล็ดพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกและถูกนำใช้ในกระบวนการหายใจ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ที่กำลังงอกมีอัตราการหายใจที่สูงขึ้นเพื่อไปสลายและเผาผลาญอาหารที่เก็บสะสมไว้เป็นพลังงานในการงอกต่อไป (วสุ, 2016) Sivritepe และ Senturk (2011) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์ Yalova Carliston ที่แช่น้ำกลั่นร่วมกับการให้อากาศ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกสูง 84.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการแช่น้ำกลั่นร่วมกับการให้อากาศ เมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์บางช้าง ที่แช่เมล็ดพันธุ์ในน้ำที่ผ่านการกรองด้วยเครื่อง Reverse Osmosis (RO) เป็นน้ำที่ปราศจากแร่ธาตุ และปราศจากสารปนเปื้อน ร่วมกับการให้อากาศ นาน 8 ชั่วโมง และบ่มเมล็ดนาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกในห้องปฏิบัติการและในแปลงปลูกสูงสุด 73.00 และ 51.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็ว 9.83 วัน ส่วนเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุม มีความงอกในห้องปฏิบัติการและสภาพแปลงปลูก 52.00 และ 16.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกช้า 13.37 วัน (กุลธิดา และคณะ, 2558) วิลาสินี (2547) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์พริกพันธุ์บางช้างที่กระตุ้นความงอกด้วยวิธีแช่น้ำร่วมกับการให้อากาศ เป็นเวลา 30 นาทีต่อชั่วโมง และการให้อากาศตลอดเวลา เป็นเวลา 5 ชั่วโมง สามารถช่วยให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกรากอ่อนได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ให้อากาศ เนื่องจากการให้อากาศระหว่างการแช่เมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำได้มากขึ้น (Al-Ami และคณะ, 1985)

4. **วัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืช**

เจนจิรา และสิริกาญจนา (2559) ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่ พันธุ์เวียดนาม GQ2 ที่ย้ายปลูกในวัสดุเพาะชำที่แตกต่าง 4 ชนิด ได้แก่ 1) กาบมะพร้าวสับ:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:1 2) ถ่านแกลบ:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:1 3) ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:1 และ 4) กาบมะพร้าวสับ:ถ่านแกลบ:ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:2:2:1 พบว่าวัสดุเพาะชำที่มีส่วนประกอบของขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2:1 ส่งผลให้ต้นกล้ามัลเบอร์รี่ที่มีอายุ 30 วันย้ายปลูกมีความกว้างทรงพุ่ม 16.11 เซนติเมตร ความสูง 11.27 เซนติเมตร ความยาวใบ 8.13 เซนติเมตร ความกว้างใบ 6.11 เซนติเมตร จำนวนใบ 7.73 ใบต่อต้น น้ำหนักสดส่วนต้นและราก 3.18 และ 0.34 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งส่วนยอดและส่วนราก 0.52 และ 0.05 กรัม ตามลำดับ มากกว่าต้นกล้าที่ย้ายปลูกในวัสดุเพาะชำอื่น ๆ และเช่นเดียวกับการศึกษาของ Salisu และคณะ (2016) ที่ศึกษาวัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นตอติดตายางพาราที่ปลูกในวัสดุพาะชำที่แตกต่างกัน โดยต้นตอติดตายางพาราที่ย้ายปลูกในวัสดุเพาะชำที่มีส่วนประกอบเวอร์มิคูไลท์:เพอร์ไลท์:ขุยมะพร้าว:ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน:ปุ๋ยร็อคฟอสเฟต:พีทมอส:ปุ๋ยยูเรีย:กากชานอ้อย อัตราส่วน

10:10:15:15:5:20:10:15 (โดยร้อยละ) ส่งผลให้ต้นตอติดตายาง มีความสูงของกิ่งตา 17.80 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 6.26 มิลลิเมตร จำนวนใบ 32.00 ใบต่อต้น พื้นที่ใบ 8.37 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ดัชนีพื้นที่ใบ 18.22 ตารางเซนติเมตร และน้ำหนักแห้งรวม 11.43 กรัม ที่ดีกว่าเมื่อเปรียบกับต้นตอติดตาที่ปลูกด้วยดินอันดับ Oxisols ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพเยาว์ และคณะ (2557) ที่ศึกษาการใช้ขุยมะพร้าว:แกลบ:ดิน:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 2:1:1:1 พบว่าต้นกล้ายางพารามีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นกล้ายางพาราที่เจริญเติบโตในดินเพียงอย่างเดียว ระวิวรรณ และคณะ (2558) รายงานว่าการใช้วัสดุเพาะชำที่มีดินเหนียว:ปุ๋ยคอก อัตราส่วน 6:1 ช่วยส่งเสริมให้ต้นกล้ายางพารา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 8 เดือน (7.90 มิลลิเมตร) สูงที่สุด เมื่อเทียบกับต้นกล้าที่เจริญในวัสดุเพาะชำที่มีดินเหนียว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 6:1 ร่วมกับเชื้อไมคอร์ไรซา ดินเหนียว:ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 4:2:1 ร่วมกับเชื้อไมคอร์ไรซา ดินเหนียว:ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 4:2:1 และดินเหนียว:ขี้เลื้อย:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 4:2:1

จากผลการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นความสำคัญของวัสดุเพาะชำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืช การเลือกใช้วัสดุเพาะชำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมย่อมส่งผลที่ดีในด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืช และควรเป็นวัสดุหาง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุเพาะชำให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้น และราก (บุญกิจ, 2536) งานวิจัยนี้จึงใช้วัสดุเพาะชำที่มีส่วนประกอบของขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม ในการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ

5. ภาชนะปลูกที่เหมาะสมต่อการผลิตต้นกล้าให้มีคุณภาพ

การใช้ภาชนะปลูกที่มีความเหมาะสมเป็นปัจจัยหนึ่งของการปลูกพืชให้ประสบความสำเร็จ (พเยาว์ และคณะ, 2556) การเพาะชำต้นกล้าพืชด้วยถุงเพาะชำ มีราคาถูก และหาซื้อง่าย (มณฑี, 2533) แต่การเพาะชำต้นกล้าในถุงเพาะชำเป็นเวลานาน ส่งผลให้รากของต้นกล้ามีการเจริญม้วนวนและขดม้วนด้านข้างและด้านล่างของถุงเพาะชำ (Jaenicke, 1999) เมื่อนำไปย้ายปลูกจำเป็นต้องมีการตัดแต่งรากส่วนที่ขดม้วนออกทั้งรากแก้วและรากแขนงที่ขดม้วน ส่งผลให้ต้นพืชมีรากแก้วที่ผิดปกติ และเกิดการโค่นล้มได้ง่ายเมื่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Frangi *et al*., 2016 ; Tsakaldimi *et al*., 2005 ; Amoroso *et al*., 2009 ; Gilman and Harchick, 2014) เช่น ในปี 2553 เกิดอุทกภัยและลมพายุในพื้นที่ภาคใต้ ส่งผลให้เกิดการโค่นล้มต้นยางพาราจำนวนมาก สร้างความเสียหายให้เกิดเกษตรกรสวนยาง สาเหตุเนื่องมาจากการปลูกสร้างยางในปัจจุบันที่ใช้ต้นตอตาเขียวที่มีการรตัดแต่งรากก่อนย้ายปลูก เนื่องจากต้นยางมีโครงสร้างของรากที่ไม่สมดุล (ทรงเมท และคณะ, 2557 ; Gilman and Kempf, 2009) ทั้งนี้หากไม่มีการแต่งตัดรากในส่วนขดม้วนออกทำให้รากเกิดการเกลียวพันกัน ส่งผลให้ต้นกล้าเจริญเติบโตช้าลง (พเยาว์ และคณะ, 2556 ; Jaenicke, 1999; Cahyo *et al*., 2016)

ในปัจจุบันได้มีการออกแบบภาชนะปลูกชนิดต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณของรากที่ขดม้วนของต้นกล้าพืช พเยาว์ และคณะ (2557) ศึกษาการใช้ภาชนะปลูกต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ โดยมีลักษณะทรงกรวย ปากภาชนะเป็นทรงเหลี่ยม และทรงกลม ที่มีแนวสันนูนด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.3 เซนติเมตรและมีความยาว 25 เซนติเมตร ที่มีช่องระบายน้ำขนาด 3 มิลลิเมตร จำนวน 4-8 แถว พบว่าปลายรากของต้นกล้ายางพาราที่เจริญถึงรูระบายน้ำจะหยุดการเจริญเติบโต เนื่องจากจะเกิด air pruning และกระตุ้นการแตกรากใหม่จำนวนมาก และมีโครงสร้างของรากที่กระจายตัวสมดุล เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้ายางพาราที่ปลูกลงในถุงเพาะชำ อย่างไรก็ตาม ภาชนะปลูกที่ใช้เทคนิคการตัดรากด้วยอากาศ (air pruning) ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่า เนื่องมาจากต้นกล้าพืชจะเกิดความเครียดจากบริเวณปลายรากที่สัมผัสกับอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ (Amoroso *et al*., 2010 ; Thomas *et al.,*1998) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Khurram และคณะ (2017) ที่พบว่าการใช้ภาชนะปลูกที่สันนูนแนวตั้งสามารถใช้ลดการม้วนวนของราก เนื่องมาจากเมื่อรากเจริญมาชนแท่งพลาสติกที่ติดไว้ข้างผนังภาชนะ ทำให้รากเปลี่ยนทิศทางการเจริญแนวดิ่งลง จึงส่งผลให้ต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกดังกล่าวจึงมีลักษณะการเจริญของรากที่ม้วนวนรอบผนังภาชนะลดลง โดยการลดลงของรากม้วนวนรอบ ๆ ผนังภาชนะปลูก สามารถช่วยส่งเสริมรากมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหาร ส่งผลต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นหลังย้ายปลูก (Khurram *et al*., 2017) และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ (Rune, 2003)

6. **ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นกล้ายางพารา**

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

พื้นที่ทางการเกษตรในภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นดินที่ผ่านการพัฒนา หรือการผุพังสลายตัวมาอย่างรุนแรง ทำให้ในภาคใต้มีดินในอันดับอัลทิโซลส์ประมาณร้อยละ 51 (เจริญ และคณะ , 2540) ดินดังกล่าวผ่านการชะละลายมามากทำให้ มีแคตไอออนสภาพเบส คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม ต่ำ จึงทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด นอกจากนี้ดินยังมีปริมาณของอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสต่ำ จึงทำให้ดินในภาคใต้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (เอิบ, 2533) จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัส (Bray II) โพแทสเซียมและแคลเซียม (1M NH_4OAc, pH 7) ในดินที่ปลูกยางพาราของพื้นที่ภาคใต้ของ Suchartgul *et al*. (2012) พบว่าอยู่ในช่วง 10-20, 40-80 และ 50-600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้น การเพิ่มธาตุอาหารพืชจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเมื่อนำดินในพื้นที่ภาคใต้ไปเป็นวัสดุปลูก นุชนารถ (2550) พบว่าต้นยางพาราจะตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเมื่อดินมีไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำกว่า 0.8 กรัม/กิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียมที่เป็นประ โยชน์ต่ำกว่า 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนแมกนีเซียมต้นยางพาราจะตอบสนองอย่างเด่นชัดเมื่อมีโพแทสเซียมในดินสูง

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (2556) แนะนำการให้ปุ๋ยแก่ต้นกล้ายางพาราที่ปลูกในแปลงบนดินร่วนปนทรายให้ใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-14 สำหรับดินร่วนปนเหนียวให้ใช้สูตร 18-10-6 อัตรา 36 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ยงยุทธ (2546) Faust (1989) และ Mengel and Kirkby (1982) ได้อธิบายเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชว่าถ้าจัดการให้เหมาะสมได้สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตทางลำต้นและรากดี แต่ดินหรือวัสดุปลูกมีปริมาณธาตุอาหารน้อย ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ธาตุอาหารอยู่ในสภาพไม่สมดุล และสมบัติทางกายภาพของดินไม่เหมาะสม จะมีผลต่อการเติบโตทางลำต้นและรากของพืช ดังนั้นแนวทางแก้ ปัญหากรณีดินหรือวัสดุปลูกมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ คือ การใส่ปุ๋ยเคมีและการจัดการที่ดี (Bramlage, 1993; Howeler, 1985) การให้ปุ๋ยกับกล้าหรือต้นตอของยางพารา FAO (2013) แนะนำว่า หลังจากย้ายปลูกต้นกล้ายางพารา 2 เดือน สำหรับพื้นที่ 70 ตารางเมตร ให้ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต 1 กิโลกรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.5 กิโลกรัม Filho *et al*. (2012) แนะนำว่า ต้นตอยางพาราที่ปลูกในวัสดุปลูก 1 ลิตร ให้ใส่ปุ๋ยปลดปล่อยช้า (N-P_2O_5-K_2O-Mg) อัตราส่วน 15-9-12-1 ปริมาณ 6 กรัม และ Yogaratnam and Karunaratne (1972) พบว่าเมื่อให้ปุ๋ย N: P_2O_5: K_2O: MgO อัตราส่วน 4: 6: 5: 2 ปริมาณ 170 กรัมต่อต้น ทำให้กล้ายางพาราเจริญเติบโตได้ดี สำหรับวัสดุปลูกของยางชำถุง เอกชัย (2547) แนะนำว่าดินที่ต้องใช้ต้องมีลักษณะค่อนข้างเหนียว โดยนำดินมา 2 ส่วน ผสมปุ๋ยอินทรีย์ 1 ส่วน จากนั้นนำวัสดุปลูกใส่ถุงขนาด 11x 35 เซนติเมตร (ให้วัสดุปลูกสูงกว่า 20 เซนติเมตร) และใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต 10 กรัมต่อถุง

การใช้ธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ดิน

โดยทั่วไปพืชได้รับธาตุอาหารจากดิน หากในดินมีธาตุอาหารต่ำ พืชจะดูดไปใช้ได้น้อย ทำให้ธาตุอาหารในพืชต่ำด้วย ธาตุอาหารในดินและพืชจึงมีความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและพืชจึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้แนะนำการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีระดับธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกัน ถ้าดินมีธาตุอาหารอยู่สูงก็ลดอัตราปุ๋ยจากปกติก็เพียงพอ ดังนั้น ในปัจจุบันสถาบันวิจัยยางจึงได้กำหนดอัตราปุ๋ยจากค่าวิเคราะห์ดิน โดยใช้ชุดทดสอบอย่างง่ายเพื่อทราบระดับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน และนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (นุชนารถ, 2551) ทำให้การใช้ปุ๋ยกับยางพารา แตกต่างกันไปตามระดับธาตุอาหารในแต่ละพื้นที่

ปุ๋ยสำหรับต้นกล้ายางพารา

ปัจจุบันเกษตรกรต้องการปลูกยางพารากันมาก จึงต้องการต้นกล้ายางพาราที่โตเร็ว แข็งแรง และมีระบบรากดีเป็นต้นตอในการติดตาเขียว การเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับสายพันธ์ และสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แก่ แสง ความชื้น ดิน ฯลฯ (มุกดา, 2544) สำหรับระยะพัฒนาทางลำต้นของต้นยางพารามีความแตกต่างกัน และการให้ธาตุอาหารพืช (ปุ๋ย) เหมาะสมจะทำให้ต้นยางพาราเจริญเติบโตได้รวดเร็ว (นุชนารถ และคณะ , 2556) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (2556)

แนะนำการให้ปุ๋ยแก่ต้นกล้ายางพาราในอัตรา 36 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี หรือ 36 กรัมต่อต้นต่อปี โดยเมื่อปลูกในแปลงดินร่วนปนทรายให้ใช้ปุ๋ยสูตร 16-8-14 สำหรับดินร่วนปนเหนียวให้ใช้สูตร 18-10-6 ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ระยะ 1 ฉัตร มีมวลชีวภาพของรากและลำต้น และความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-8-20 (100-170 กรัมต่อต้นต่อปี ตามคำแนะนำของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง) ร้อยละ 50-75 ร่วมกับปุ๋ยคอก (ระวีและคณะ, 2550) การใช้ผงถ่านชีวภาพ (biochar) ของขี้เลื่อยไม้ยางพาราร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ผสมดินร่วนปนทรายที่เป็นกรดทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพิ่มขึ้น (Dharmakeerthi et al., 2012) กรณีผู้ผลิตกล้ายางพาราใช้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 หรือ 20-10-12 อัตรา 70 กรัมต่อต้น ดินร่วนเหนียว 100 กรัมต่อต้น ดินร่วนทราย หรือ 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 200 ลิตร ใส่ให้ต้นกล้ายางพารา ทำให้ต้นกล้ายางพาราแข็งแรงและสมบูรณ์ติดตาได้รวดเร็ว ลอกเปลือกง่าย (Nbrubber, net, 2556) และในประเทศไนจีเรียได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ($(NH_4)_2SO_4$) ฟอสฟอรัส ($Ca(H_2PO_4)_2$) และโพแทสเซียม (KCl) อัตราไร่ละ 7.2-14.4, 5.5-11.0 และ 3.5-7.0 กิโลกรัม ตามลำดับ แก่ต้นกล้ายางพาราเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต (Onuwaje and Uzu, 1982)

การประเมินสถานะธาตุอาหารในพืช

นุชนารถ (2554) ได้สรุปหน้าที่และความสำคัญของธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับยางพาราดังนี้

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาโบลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด ทำให้พืชมีสีเขียวและแข็งแรง ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นยางและผลผลิตยาง อาการขาดไนโตรเจนในต้นยางพาราที่แสดงให้เห็น คือ ขนาดใบเล็กกว่าปกติ จำนวนใบน้อย ขนาดลำต้นเล็ก แคระแกรน สีผิวของเปลือกกร้านและแข็งกว่าต้นปกติ ใบสีเขียวแกมเหลือง หากรขาดรุนแรงใบยางฉัตรแรกของต้นจะแสดงสีเหลือง

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก และนิวคลีโอโปรตีน มีความสำคัญต่อการแบ่งเซลล์ และการสร้างเซลล์ในพืช ช่วยในการเจริญเติบโตของราก จำเป็นสำหรับการออกดอกติดเมล็ด และการพัฒนาของเมล็ดหรือผล เป็นส่วนประกอบสำคัญของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ อาการที่ต้นยางขาดธาตุฟอสฟอรัสที่เห็นได้ชัด คือ ใต้ท้องใบเป็นสีบรอนซ์และสีม่วงปรากฏให้เห็นก่อนบริเวณหลังใบมีสีเหลืองน้ำตาล หลังจากนั้นยอดใบจะแห้งลงมาเป็นสีน้ำตาลแดงลุกลามลงมาจากส่วนปลาย ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลนั้นจะหดตัวม้วนขึ้น

โพแทสเซียม

โพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบสำคัญของเอ็นไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์และสร้างโปรตีน แป้ง ช่วยลำเลียงแป้งและน้ำตาล ควบคุมและรักษาความเป็นกรด-ด่าง ควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ ช่วยให้ทุกส่วนของต้นพืชและระบบรากแข็งแรง ทนต่อโรคและแมลง ต้นยางขาดโพแทสเซียมจะแสดงอาการใบเหลืองซีดทั่วทั้งใบ โดยจะเริ่มจากยอดและขอบใบ หากขาดรุนแรงจะเห็นสีเหลืองซีดทั่วทั้งต้น

แคลเซียม

แคลเซียมเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ ซึ่งจำเป็นและมีบทบาทที่สำคัญต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรง ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก และการงอกของเมล็ด

แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ ซึ่งสำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสง แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของยางพารา ลักษณะอาการขาดแมกนีเซียมจะเกิดที่ใบแก่ก่อน เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ในพืช ลักษณะอาการขาดแมกนีเซียมขอบใบและพื้นที่ระหว่างใบมีสีเหลืองเห็นได้ชัด แต่เส้นใบยังเขียวอยู่

ปริมาณธาตุอาหารในพืช มักมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาทางด้านนี้ทั้งในยางพาราและพืชชนิดอื่น (Bataglia *et al.*, 1999; Hartinee and Zabedah, 2011; Owino and Ouma, 2011) ดังนั้น ในปัจจุบันจึงได้นำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ ซึ่งเป็นส่วนที่เก็บได้ง่ายและรบกวนต้นพืชน้อย และมักนำมาใช้กับพืชยืนต้น (Smith and Loneragan, 1997) สำหรับในประเทศไทยได้นำผลการวิเคราะห์พืชมาใช้ในการปรับอัตราปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน (ชัยรัตน์ และคณะ, 2544) นอกจากนั้น ยังได้ศึกษาระดับธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้กับทุเรียน (สุมิตรา และคณะ, 2545ข) และลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2549) ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชจะเป็นประโยชน์ในการจัดการธาตุอาหารพืชให้เหมาะสม โดยมีหลักการ คือ หากธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เพียงพอก็ใส่ปุ๋ยตามปกติ แต่ถ้าต่ำกว่าก็ต้องเพิ่มปุ๋ย และถ้าสูงกว่าก็ลดอัตราปุ๋ย ทำให้ใช้ปุ๋ยตรงกับความต้องการของพืช ในการวิเคราะห์พืชทำได้ 2 วิธี (ทัศนีย์ และคณะ, 2532) คือ การวิเคราะห์พืชสด และการวิเคราะห์ปริมาณธาตุทั้งหมดในพืช

การใช้ธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ใบและส่วนอื่น ๆ ของพืช

Thainugul (1986) และ นุชนารถ (2550) ได้นำ ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบยางพารามาใช้เป็นแนวทางในการแนะนำการใช้ปุ๋ย นอกจากนี้ สถาบันวิจัยยาง (2550) ได้ศึกษาในน้ำยางพารา พบว่า ในน้ำยาง 1000 กก. ต้องสูญเสียไนโตรเจน 20 กก. ฟอสฟอรัส 5 กก. โพแทสเซียม 25 กก. และแมกนีเซียม 5 กก. จากข้อมูลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบและน้ำยางของยางพาราสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องในการแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพาราได้ โดยมีวิธีการเก็บตัวอย่างใบของยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว ที่มีอายุ 3-6 เดือน หลังจากผลิใบใหม่ เพราะเป็นช่วงที่ธาตุอาหารในใบเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด สำหรับในภาคใต้ตอนล่างยางพาราผลัดใบประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บใบคือ มิถุนายน-สิงหาคม โดยเก็บใบของกิ่งในร่มที่ระดับต่ำสองข้างของทรงพุ่ม ระหว่างแถวข้างละกิ่ง โดยเก็บใบคู่ล่าง หรือใบที่ 1 และใบที่ 2 ของฉัตรแรก อย่างน้อย 25-30 ต้น ในพื้นที่ไม่เกิน 10 ไร่ ให้ได้ใบยางพาราประมาณ 40-60 ใบ/ตัวอย่าง (นุชนารถ, 2542) จากนั้นจึงทำความสะอาดใบโดยใช้ผ้าที่สะอาดเช็ดฝุ่นที่ติดใบออก นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนแห้ง บดให้ละเอียด ย่อยด้วยกรด แล้วนำไปวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ตามวิธีการวิเคราะห์ธาตุนั้น ๆ นำค่าที่วิเคราะห์ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้ศึกษาไว้แล้ว ของ สถาบันวิจัยยาง (2547) คือ ค่าวิกฤตของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม คือ 33.1, 2.0, 13.6, และ 2.0 กรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ โดยถ้าค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารสูงกว่าค่าวิกฤตให้ใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) และโพแทซที่ละลายน้ำ (K_2O) 150, 50, 180 กรัม/ต้น/ปี ตามลำดับ โดยไม่ต้องใส่แมกนีเซียม แต่ถ้าค่าที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าค่าวิกฤต ให้ใส่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ และโพแทซที่ละลายน้ำ และแมกนีเซียม 300, 100, 240 และ 20 กรัม/ต้น/ปี สำหรับช่วงปริมาณร้อยละของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบยางพาราที่เหมาะสม พบว่า ในประเทศจีน คือ 3.2-3.4, 0.21-0.23, 0.9-1.1, 0.8-1.0 และ 0.35-0.45 ตามลำดับ (Xingzheng and Xiangdong, 1982) สำหรับยางพาราสาย RRIM 600 ของประเทศไทยในพื้นที่ภาคใต้ คือ 3.2-3.8, 0.25-0.30, 1.0-1.4, 1.0-1.5, และ >0.35 ตามลำดับ (Suchartgul *et al*., 2012)

การขยายพันธ์และวัสดุเพาะ

การขยายพันธ์พืชหรือการเพาะชำกล้าไม้ หมายถึง การเพิ่มจำนวนต้นพืชให้มีมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม อาจใช้วิธีการเพาะเมล็ดหรือใช้ส่วนอื่น ๆ ของพืชขยายพันธ์ เช่น ติดตา ตอนกิ่ง ฯลฯ เพื่อใช้ปลูก ปลูกซ่อมแซม จำหน่าย คงลักษณะพันธ์ไว้ ให้ได้พันธ์ใหม่ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การขยายพันโดยอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ (ศรีทัด, 2548)

วัสดุเพาะที่ใช้ได้ดีที่สุด คือ ดินที่มีธาตุอาหารสมบูรณ์ ระบายน้ำและอากาศดี เช่น หน้าดินจากป่า ซึ่งเกิดจากการผุพังของซากพืช แต่หาได้ยาก ดังนั้นเมื่อตรวจดินที่หามาได้แต่ไม่เหมาะสมจึงต้องผสมสิ่งอื่นเข้าไปเพื่อเพิ่มสมบัติของดินให้เหมาะสมแก่การเพาะชำ ซึ่งมีหลักพิจาณา

ดังนี้ ทราย แกลบเผา เพื่อเพิ่มการระบายน้ำ อากาศ แกลบเผา เพื่อทำให้น้ำหนักเบาและเพิ่มความเป็นด่าง ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก เพื่อเพิ่มธาตุอาหาร ทำให้ดินเกาะตัวกันและอุ้มน้ำในดินดีขึ้น ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย เพื่อเพิ่มการอุ้มน้ำ (กรมป่าไม้, 2536)

การผสมวัสดุเพาะไม่มีสูตรตายตัว ขึ้นกับสภาพดินและธาตุอาหารในดิน เช่น ดินเหนียว การระบายน้ำไม่ดีและธาตุอาหารต่ำจึงต้องเพิ่มทรายหรือแกลบเผา และปุ๋ยคอก ในอัตราสูง เช่น ดิน:ทรายหรีแกลบเผา: ปุ๋ยคอก = 5:2:1 ดินร่วนปนทราย ควรเพิ่มปุ๋ยคอก เช่น ดิน:ปุ๋ยคอก = 10:1โดยหลักการองค์ประกอบของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยทั่วไป จะประกอบด้วยเนื้อดินที่เป็นของแข็งร้อยละ 45 อากาศร้อยละ 5 และอินทรียวัตถุร้อยละ 5

การจัดการปุ๋ยเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของยางพารา มีรายงานว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบยางพาราเพิ่มขึ้นและการเจริญเติบโตดีขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยในช่วงก่อนเปิดกรีด (Yogaratnam and Mel, 1985) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ขนาดเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (Dissanayake and Mithrasena, 1986) และเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตราที่เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น (Nageswara and Jessy, 2007) นอกจากนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นในระยะก่อนเปิดกรีดทำให้มีการสะสมธาตุอาหารในใบสูง ต้นยางเจริญเติบโตดีและเปิดกรีดได้เร็วขึ้น (สิทธิชัยและคณะ, 2556) ปัจจุบันสถาบันวิจัยยางได้แนะนำปุ๋ยสูตร 20-8-20 สำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีดที่ปลูกในเขตภาคใต้หรือเขตปลูกยางเดิม ส่วนในเขตปลูกยางใหม่ให้ใช้สูตร 20-10-12 ในดินร่วนเหนียว และสูตร 20-10-17 ในดินร่วนทราย โดยอัตราที่ใส่ขึ้นอยู่กับอายุยางและชนิดของดินปลูก (นุชนารถ, 2554) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสวนยางพาราสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุรวมถึงปรับปรุงโครงสร้างของดินช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีและลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ (นุชนารถ และ ประสาท, 2547) จากการรายงานพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (ลิขิต และคณะ, 2534) และทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ธงชัยและนภาวรรณ, 2554)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการแช่โพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา
2. เพื่อศึกษาผลของวัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา
3. เพื่อศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ผลของโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

การศึกษาแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ ในปี พ.ศ. 2557 เป็นการศึกษาการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 3 ชุด ต้นยางอายุ 25 ปี ที่เก็บในพื้นที่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ในช่วงวันที่ 3 สิงหาคม 2557 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง จำนวน 20 กิโลกรัม และวันที่ 15 สิงหาคม 2557 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง จำนวน 20 กิโลกรัม และในพื้นที่ อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ต้นยางอายุประมาณ 13-15 ปี ในช่วงวันที่ 23 สิงหาคม 2557 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง จำนวน 20 กิโลกรัม

ในปี พ.ศ. 2558 เป็นการศึกษาการศึกษาการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 และการให้อากาศร่วม โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 2 ชุด ที่เก็บในพื้นที่ อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ในช่วงวันที่ 16-17 สิงหาคม 2558 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง จำนวน 20 กิโลกรัม และวันที่ 1-2 กันยายน 2558 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง จำนวน 20 กิโลกรัม

1. วัสดุ

1.1 เมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (3 ชุด ในปี 2557 และ 2 ชุด ในปี 2558)
1.2 ตะกร้าเพาะเมล็ดขนาด 10 x 15 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว
1.3 ทราย
1.4 หน้าดิน
1.5 ปุ๋ยสูตร 15-15-15
1.6 กระดาษหนังสือพิมพ์
1.7 มีดคัตเตอร์
1.8 ไม้บรรทัด
1.9 ป้ายพลาสติก
1.10 สายวัด
1.11 โพแทสเซียมไนเตรท
1.12 บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
1.13 กะละมัง
1.14 เชือกฟาง
1.15 ชุดอุปกรณ์ให้อากาศ
1.16 วัสดุการเกษตรและวัสดุปฏิบัติการอื่นๆ

2. อุปกรณ์

2.1 ตู้อบ (hot air oven)

2.2 เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance) 2 ตำแหน่ง

2.3 เครื่องวัดละเอียด (vernier)

3. วิธีการ

3.1 การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราด้วยสารละลายโพแทสเซียม- ไนเตรท

นำเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากสวนยางพาราแต่ละฤดู ล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาด แยกเมล็ดพันธุ์ในแต่ละชุด ออกเป็น 6 ส่วนๆ ละ 200 เมล็ด เพื่อใช้ในการทดลอง

- ส่วนที่ 1 ไม่แช่สารละลาย KNO_3 (ชุดควบคุม)
- ส่วนที่ 2-6 แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง

หลังจากแช่เมล็ดแล้ว นำเมล็ดมาผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาดและใช้ผ้าสะอาดซับเมล็ดให้แห้ง นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านแต่ละกระบวนการมาทดสอบ ดังนี้

3.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) น้ำหนักและความชื้นของเมล็ด สุ่มเมล็ดจำนวน 5 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ มาทุบให้เปลือกเมล็ดแตก แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (ISTA, 2008) ชั่งน้ำหนักสดหลังทุบ น้ำหนักแห้ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักสด (wet weight basis) จากสูตร

$$\text{ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2) น้ำหนักและความชื้นของโครงสร้างเมล็ด สุ่มเมล็ดจำนวน 5 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ มาทุบเปลือกเมล็ดให้แตก แยกส่วนเปลือกเมล็ดออก และแยกเป็น endosperm และต้นอ่อน ชั่งน้ำหนักสดของแต่ละส่วน แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (ISTA, 2008) ชั่งน้ำหนักสดหลังทุบ น้ำหนักแห้ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของโครงสร้างเมล็ดแต่ละส่วน โดยปี พ.ศ. 2557 และ 2558 เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12, 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ตามลำดับ พบว่า ส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวเป็นขาวปนเหลือง และมีลักษณะเหี่ยว เนื้อส่วนของเอนโดสเปิร์มหายไปบางส่วน

3.1.2 คุณภาพทางสรีรวิทยา

1) ความงอก ทำการทดสอบความงอกในแปลง โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ปลูกในแปลงขนาด 35x2.65 เมตร ระยะปลูกระหว่างเมล็ด 10 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 40 เซนติเมตร และระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ให้น้ำสม่ำเสมอ ประเมินความงอก โดยตรวจนับต้นกล้าที่งอกโผล่พ้นดินที่มีลักษณะสมบูรณ์แข็งแรง ในวันที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังเพาะ (Chin and Roberts, 1980)

2) ความแข็งแรง คำนวณหาเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time ; MGT) จากผลการตรวจนับต้นกล้าปกติที่งอก ข้อ 1) มาคำนวณ MGT (วัลลภ, 2550) โดยใช้สูตร

$$\mathrm{MGT} = \frac{\Sigma\, \mathrm{Dn}}{\Sigma\, \mathrm{n}}$$

โดย n = จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในวันที่ตรวจนับ
D = อายุวันที่ตรวจนับ

4. การเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลง สุ่มวัดเจริญเติบโตของต้น 5 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ให้น้ำทุกวัน (เช้า- เย็น) กำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน โดยใส่ทุกเดือนๆ ละครั้ง ประเมินจำนวนต้นรอดตายที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุก 2 สัปดาห์ โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 5 เซนติเมตรเหนือผิวดิน ความสูง จำนวนใบ และจำนวนต้นรอดตายจนครบ 6 เดือน

3.2. การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราด้วยการแช่สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศ

นำเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากสวนยางพาราแต่ละฤดู นำเมล็ดพันธุ์มาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาด แยกเมล็ดพันธุ์ในแต่ละชุดออกเป็น 9 ส่วนๆ ละ 200 เมล็ด เพื่อใช้ในการทดลอง

- ส่วนที่ 1 ไม่แช่สารละลาย KNO_3 (ชุดควบคุม)
- ส่วนที่ 2-5 แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20, 0.50, 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง
- ส่วนที่ 6-9 แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20, 0.50, 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง

หลังจากแช่เมล็ดแล้ว นำเมล็ดมาผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาดและใช้ผ้าสะอาดซับเมล็ดให้แห้ง นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านแต่ละกระบวนการมาทดสอบ ดังนี้

3.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) น้ำหนักและความชื้นของเมล็ด สุ่มเมล็ดจำนวน 5 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ มาทุบให้เปลือกเมล็ดแตก แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (ISTA, 2008) ชั่งน้ำหนักสดหลังทุบ น้ำหนักแห้ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยใช้น้ำหนักสด (wet weight basis) จากสูตร

$$\text{ความชื้นเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2) น้ำหนักและความชื้นของโครงสร้างเมล็ด สุ่มเมล็ดจำนวน 5 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ มาทุบเปลือกเมล็ดให้แตก แยกส่วนเปลือกเมล็ดออก และแยกเป็น endosperm และต้นอ่อน ชั่งน้ำหนักสดของแต่ละส่วน แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (ISTA, 2008) ชั่งน้ำหนักสดหลังทุบ น้ำหนักแห้ง และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของโครงสร้างเมล็ดแต่ละส่วน

3.2.2 คุณภาพทางสรีรวิทยา

1) ความงอก ทำการทดสอบความงอกในแปลง โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์จำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ปลูกในแปลงขนาด 25x2.65 เมตร ระยะปลูกระหว่างเมล็ด 10 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 30 เซนติเมตร และระยะระหว่างแปลง 40 เซนติเมตร ให้น้ำสม่ำเสมอ ประเมินความงอก โดยตรวจนับต้นกล้าที่งอกโผล่พ้นดินที่มีลักษณะสมบูรณ์แข็งแรง ในวันที่ 7 14 21 และ 30 วันหลังเพาะ (Chin and Roberts, 1980)

2) ความแข็งแรง คำนวณหาเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean germination time ; MGT) จากผลการตรวจนับต้นกล้าปกติที่งอก ข้อ 1) มาคำนวณ MGT (วัลลภ, 2550) โดยใช้สูตร

$$\text{MGT} = \frac{\Sigma \text{Dn}}{\Sigma \text{n}}$$

โดย n = จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในวันที่ตรวจนับ
D = อายุวันที่ตรวจนับ

4. การเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลง สุ่มวัดเจริญเติบโตของต้น 5 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ให้น้ำทุกวัน (เช้า- เย็น) กำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน โดยใส่ทุกเดือนๆ ละครั้ง ประเมินจำนวนต้นรอดตายที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุก 2 สัปดาห์ โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 5 เซนติเมตรเหนือผิวดิน ความสูง จำนวนใบ และจำนวนต้นรอดตาย จนครบ 6 เดือน

4. แผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวนของคุณภาพทางกายภาพ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCB) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

การพัฒนาวัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ

คัดเลือกเมล็ดยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จากต้นยางพาราที่มีอายุประมาณ 20 ปี จากแปลงเกษตรกร ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการศึกษาวัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบาและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพื่อผลิตเป็นต้นตอติดตา ทำที่แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ ทำการศึกษาระหว่างเดือนกันยายน 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559 และทำการศึกษาผลของภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนารากของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 โรงเรือนกระจกคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1. วัสดุ

1.1 เมล็ดยางพารา พันธุ์ RRIM 600

1.2 ถุงเพาะชำขนาด กว้าง 3 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว

1.3 ตะกร้าเพาะเมล็ดขนาด 10× 15 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และขนาด 13×20 นิ้ว สูง 6 นิ้ว

1.4 ดิน

1.5 ทราย

1.6 ขุยมะพร้าว

1.7 ขี้เถ้าแกลบละเอียด

1.8 ไม้บรรทัด

1.9 ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15

1.10 ยากันเชื้อรา ชื่อสามัญ แมนโคเซบ (โปรมาเซบ) เบโนมิว (ไฮฟอร์ยู)

1.11 ไม้ระแนง

1.12 ลวด

1.13 เชือกไนลอน

1.14 ตลับเมตร

1.15 กระดาษหนังสือพิมพ์

1.16 กระบอกพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 14 นิ้ว

1.17 ท่อ PVC

1.18 กระดาษหนังสือพิมพ์

1.19 ฟ็อกกี้

1.20 ชั้นวางต้นกล้ายางพารา

1.21 กรวยพลาสติก

1.22 ก้านลูกโป่ง

1.23 เคเบิ้ลไทร์

1.24 ท่อ Polyethylene

1.25 หัวน้ำหยด

1.26 สาร N,N dimethylformamide (DMF)

1.27 วัสดุการเกษตรและวัสดุปฏิบัติการอื่น ๆ

2. อุปกรณ์

2.1 ตู้อบ (hot air oven)

2.2 เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance) 2 ตำแหน่ง

2.3 เครื่องบันทึกข้อมูลอากาศ Tenmars รุ่น TM-305 U

2.4 เครื่องตั้งเวลาเปิดปิดน้ำอัตโนมัติ Super products รุ่น1151e

2.5 เวอร์เนีย

3. **วิธีการ**

1.การศึกษาวัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบาและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ

1.1 การเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ได้จากแปลงเกษตรกรพื้นที่ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในต้นเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2558 แล้วนำเมล็ดยางพารามาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาด

1.2 การปลูกและการดูแลรักษา นำเมล็ดพันธุ์ยางพารามาเพาะลงตะกร้าขนาด 10×15 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว ที่บรรจุทรายผสมขุยมะพร้าวอัตราส่วน 1:1 เมื่อต้นกล้ายางพาราอายุ 21 วัน เลือกต้นกล้าที่มีลักษณะสมบูรณ์และขนาดใกล้เคียงกัน มาย้ายปลูกในถุงเพาะชำขนาด กว้าง 3 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุเพาะชำแต่ละชนิดที่ผสมปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 10 กรัมต่อถุง ทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น วางถุงเพาะชำในแปลงที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์อากาศ อยู่ในช่วง 27.60-37.00 องศาเซลเซียส 62.50-91.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รดน้ำทุกวันเช้า-เย็นและใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 นำละลายน้ำในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร ให้ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ให้เดือนละครั้ง (พเยาว์ และคณะ, 2556) ซึ่งวัสดุเพาะชำแต่ละชนิดมีดังนี้ โดยการผสมวัสดุต่าง ๆ ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตร

1. ดิน (ชุดควบคุม)
2. ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1
3. ดิน:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1
4. ดิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1
5. ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:2
6. ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:2
7. ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:1

1.3 การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

1.3.1 ความสูงของลำต้น วัดจากบริเวณเหนือผิวดินถึงจุดเจริญปลายยอด จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ จนครบ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

1.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น วัดบริเวณลำต้นเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 5 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ จนครบ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

1.3.3 จำนวนใบย่อย นับจำนวนใบทั้งหมดที่มีลักษณะเขียวและสมบูรณ์ จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ จนครบ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

1.3.4 เส้นรอบวงของลำต้น วัดบริเวณลำต้นเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 5เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ จนครบ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

1.3.5 น้ำหนักแห้งของยอด และราก จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ โดยวัดเมื่อต้นกล้ายางพารามีอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ทนุวงศ์ และอุทัยวรรณ, 2537) เมื่อครบกำหนดนำต้นกล้าที่ผ่านการอบมาชั่ง เพื่อหาน้ำหนักแห้งส่วนยอดและส่วนราก

1.3.6 น้ำหนักถุงเพาะชำ ชั่งน้ำหนักถุงเพาะชำ จำนวน 4 ถุงต่อวัสดุเพาะชำแต่ละชนิด ทำทุก ๆ เดือนละครั้ง จากนั้นนำค่าน้ำหนักที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักวัสดุเพาะชำ

1.3.7 การประเมินเปอร์เซ็นต์การแตกหักของแท่งวัสดุเพาะชำด้วยสายตา ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

1.4 ข้อมูลอากาศ ใช้ข้อมูลอุณหภูมิสูงและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพันธ์บรรยายกาศ ตลอดช่วงการทดลองจากสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา กลุ่มงานอากาศเกษตรตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2. การศึกษาเจริญเติบโตและพัฒนารากของต้นกล้ายางพาราที่ในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน

2.1. การเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จากแปลงเกษตรกรพื้นที่ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในช่วงกลางเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2559 จากนั้นนำเมล็ดยางพารามาล้างน้ำให้สะอาดแล้ว ผึ่งลมในที่ร่มให้พอหมาด

2.2 การปลูกและการดูแลรักษา นำเมล็ดพันธุ์มาเพาะลงตะกร้าขนาด 13×20 นิ้ว สูง 6 นิ้ว ที่บรรจุดินผสมขุยมะพร้าวไว้ เมื่อต้นกล้ายางพาราอายุ 14 วัน เลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ มีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาย้ายปลูกลงในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน บรรจุดิน และวัสดุเพาะชำที่คัดเลือกได้จากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีส่วนผสมของ ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 และผสมปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 10 กรัมต่อภาชนะปลูก ทำ 4 ซ้ำ ๆ ละ 3 ต้น วางภาชนะปลูกในโรงเรือนกระจกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์บรรยากาศ อยู่ในช่วง 23.69-46.61องศาเซลเซียส 74.97-82.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และให้ระบบน้ำหยดอัตโนมัติทุกวัน (เช้า เที่ยง เย็น) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ให้ต้นละ 100 มิลลิลิตร ใส่เดือนละครั้ง (พเยาว์ และคณะ, 2556) โดยมีภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันดังนี้

1.ภาชนะปลูกทรงกระบอกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 14 นิ้ว

2. ภาชนะปลูกทรงกระบอกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 14 นิ้ว ติดแท่งพลาสติกจำนวน 2 แท่ง ภายในกระบอกให้อยู่ตรงกันข้าม

3. ภาชนะปลูกทรงกระบอกสีดำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สูง 14 นิ้ว ติดแท่งพลาสติกจำนวน 4 แท่ง ภายในกระบอกให้อยู่ตรงกันข้าม

2.3 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของราก

2.3.1 ความสูง วัดจากบริเวณเหนือผิวดินถึงจุดเจริญปลายยอด ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ

2.3.2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น วัดบริเวณเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 5 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.3 เส้นรอบวงลำต้น วัดบริเวณเหนือผิวดินขึ้นมาประมาณ 5 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.4 จำนวนใบย่อย นับจำนวนใบที่มีลักษณะสีเขียวและสมบูรณ์ จำนวน 3 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.5 น้ำหนักแห้งของส่วนที่รากขดม้วน โดยทำการตัดแยกรากส่วนขดม้วนออก นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ทนุวงศ์ และอุทัยวรรณ, 2537) จากนั้นเมื่อครบกำหนด นำรากส่วนขดม้วนที่ผ่านจากการอบมาชั่ง จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.6 น้ำหนักแห้งของส่วนราก (รวมรากแก้ว และไม่รวมรากแก้ว) แต่ละส่วนโดยการตัดแบ่งภาชนะปลูกแต่ละชนิดออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนบน กลาง และล่าง ที่ระดับความลึกจากส่วนบนภาชนะ 0-11 12-22 และ 23-34 เซนติเมตร ตามลำดับ ล้างทำความสะอาดราก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ทนุวงศ์ และอุทัยวรรณ, 2537) จากนั้นเมื่อครบตามกำหนด นำรากแต่ละส่วนมาชั่ง เพื่อหาน้ำหนักแห้งของส่วนราก (รวมรากแก้ว และไม่รวมรากแก้ว) จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.7 ความยาวของรากแก้ว โดยตั้งแต่รอยตัดระหว่างยอดกับราก จนถึงปลายรากแก้ว ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ

2.3.8 ความยาวรากส่วนที่ขดม้วน วัดความยาวรากที่อยู่บริเวณก้นภาชนะปลูก จากนั้นค่อย ๆ คลี่และเหยียดปลายรากขดม้วนออกแล้ววัดรากที่ยาวที่สุด ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ

2.3.9 น้ำหนักภาชนะปลูกแต่ละโครงสร้างที่บรรจุดินและดินผสม จำนวน 1 ภาชนะปลูก ทำ 4 ซ้ำ จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยทำทุกเดือน ๆ ละครั้งจนครบ 8 เดือน

2.3.10 การประเมินเปอร์เซ็นต์ของลักษณะการแตกแท่งวัสดุเพาะชำ ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก

2.3.11 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินและวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมประกอบด้วย ค่า pH , Cation-exchange capacity, Electrical Conductivity, ค่าอินทรียวัตถุ, ค่าอินทรีย์คาร์บอน,ค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน, ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก จำนวน 2 ซ้ำต่อตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ก่อน และหลังทำการทดลอง ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.4 ข้อมูลอากาศ ใช้ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด ต่ำสุด และความชื้นสัมพันธ์ของบรรยายกาศในโรงเรือนกระจกคณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่บันทึกจากอุปกรณ์ Data logger รุ่น Tenmars TM-305U

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลของการทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี (Duncan’s Multiple Range Test: DMRT)

ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นกล้ายางพารา

วิธีดำเนินงานการวิจัย

กำหนดพื้นที่ดำเนินการวิจัยในโรงเรือน แผนกเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เมือง จ. ปัตตานี โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1 นำดินที่ใช้เพาะต้นกล้ายางพารา ร่อนผ่านตะแกรง 10 mm (2 เมช (mesh)) และเก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์ เนื้อดิน พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้

2 เก็บปุ๋ยคอก (มูลแพะ) เพื่อวิเคราะห์พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และโครงสร้าง โดยเครื่อง SEM

3 ผสมมูลแพะกับดิน โดยใช้มูลแพะร้อยละ 2 ของน้ำหนักดิน ชั่งดินผสม 30 กิโลกรัม และนำไปใส่ในถุงเพาะชำขนาด15*37 เซนติเมตร จำนวน 528 ถุง

4 คัดเลือกเมล็ดยางพาราพันธุ์ RRIM600 ออกเป็นคุณภาพสูง กลาง และต่ำ จากนั้นนำไปเพาะในภาชนะที่มีทราย เมื่อต้นกล้ายางพารามี 1 ฉัตร ย้ายไปปลูกในถุงเพาะชำที่ใส่ดินเตรียมไว้ ถุงละ 3 ต้น เมื่อครบ 1 เดือน ถอนต้นกล้ายางพาราออกให้เหลือถุงละ 1 ต้น พร้อมกับใส่สิ่งทดลองตามที่กำหนดไว้ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงของต้นกล้ายางพารา

5.วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in CRD ประกอบด้วย คุณภาพเมล็ดยางพารา (สูง ปานกลาง และต่ำ) การใช้ปุ๋ย คือ ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr.1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170 กรัมต่อต้น (Tr.2) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85 กรัมต่อต้น (Tr.3) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr.4) และ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr.5) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น

5. สุ่มต้นกล้ายางพารา 1 ฉัตร โดยแบ่งตามคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำ พร้อมแยกออกเป็น ราก ลำต้น และใบ เพื่อชั่งนำหนักสด น้ำหนักแห้ง วิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

6. บันทึก เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง และจำนวนแตกยอดใหม่ เดือนละ 1 ครั้ง และเมื่อครบ 2 เดือน แยกต้นกล้าของยางพาราออกเป็น ราก ลำต้น ก้านใบ และใบ เพื่อชั่งนำหนักสด น้ำหนักแห้ง วิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

7. บันทึกอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ทุกวัน

ผล

การทดลองที่ 1 ผลของโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

ช่วงเวลาและสภาพอากาศในการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราในแต่ละพื้นที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงเวลาและสภาพอากาศในการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราในแต่ละพื้นที่

	ครั้งที่/วันที่เก็บ	สถานที่	สภาพอากาศ	ลักษณะเมล็ดพันธุ์
ปี 2557	ครั้งที่ 1/3 สิงหาคม (เก็บภายใน 1-5 วัน หลังจากที่เมล็ดร่วง)	อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา	มีฝนตกก่อนเก็บเมล็ดพันธุ์ มีอากาศร้อนอบอ้าว และพื้นที่สวนยางค่อนข้างชื้น	-เมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดสีน้ำตาลอ่อน สลับลายน้ำตาลเข้ม มีโครงสร้างเมล็ดพันธุ์ครบสมบรูณ์
	ครั้งที่ 2/15 สิงหาคม (เก็บภายใน 12 วัน หลังจากที่เมล็ดร่วง)		มีสภาพอากาศร้อนอบอ้าว และพื้นที่สวนยางค่อนข้างแห้ง	-เมล็ดที่ได้มีทั้งที่ตกก่อนและตกในระหว่างการเก็บ มีขนาดปานกลางและใหญ่ เปลือกเมล็ดสีน้ำตาลเทา สลับลายน้ำตาลเข้ม เมล็ดมีโครงสร้างสมบรูณ์ แต่ส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเหี่ยวและเปลี่ยนสีจากขาวเป็นขาวปนเหลือง
	ครั้งที่ 3/23 สิงหาคม (เก็บภายใน 1-5 วัน หลังจากที่เมล็ดเริ่มร่วง)	อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช	มีสภาพอากาศร้อน และพื้นที่สวนยางมีสภาพค่อนข้างแห้ง	-เมล็ดขนาดปานกลาง และใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดเป็นมันวาว มีสีน้ำตาลอ่อน สลับลายน้ำตาลเข้ม และมีโครงสร้างทุกส่วนครบสมบรูณ์
ปี 2558	ครั้งที่ 1/16-17 สิงหาคม (เก็บภายใน 1-5 วัน หลังจากที่เมล็ดเริ่มร่วง)	อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา	มีฝนตกก่อนการเก็บเมล็ดพันธุ์ มีอากาศร้อนอบอ้าว และพื้นที่สวนยางค่อนข้างชื้นเล็กน้อย	-เมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดเป็นมันวาว มีสีน้ำตาลอ่อน สลับลายน้ำตาลเข้ม มีโครงสร้างสดและสมบรูณ์
	ครั้งที่ 2/1-2 กันยายน (เก็บที่ 12-13 วัน หลังจากที่เมล็ดเริ่มร่วง)			-เมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ มีทั้งเมล็ดที่ตกก่อนและตกในระหว่างเก็บเปลือกเมล็ดเป็นมันวาว มีสีน้ำตาลเทา สลับลายน้ำตาลเข้ม เมล็ดมีโครงสร้างสมบรูณ์

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

เมล็ดพันธุ์ยางพาราระยะเมล็ดร่วงมีน้ำหนักสด และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ศึกษาแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ศึกษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อยู่ในช่วง 2.77-2.97 กรัมต่อเมล็ด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
ปี 2557			
ครั้งที่ 1 อ.คลองหอยโข่ง	4.03 b	2.82	30.05 a
ครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง	3.33 c	2.77	16.58 c
ครั้งที่ 3 อ.ชะอวด	3.47 c	2.85	18.10 c
ปี 2558			
ครั้งที่ 1 อ.คลองหอยโข่ง	4.39 a	2.96	27.83 ab
ครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง	3.99 b	2.97	25.39 b
F-test	**	ns	**
C.V. (%)	4.03	4.10	5.63

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

การเก็บเมล็ดพันธุ์ยางพาราในระยะเมล็ดร่วงควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้ยาก เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรวบรวมได้มีทั้งเมล็ดที่ตกก่อนหน้าและตกในระหว่างการเก็บ ทำให้ได้ทั้งเมล็ดเก่าและใหม่ปะปนกันประกอบกับสภาพอากาศและช่วงเวลาการร่วงของเมล็ดในแต่ละปีแตกต่างกันไปซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยางพารา เมล็ดพันธุ์ยางพารา เก็บครั้งที่ 1 อ.คลองหอยโข่ง และเก็บครั้งที่ 3 อ.ชะอวด มีความงอก 65.00 และ 64.50 เปอร์เซ็นต์ และมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 23.90 และ 22.62 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แต่เก็บครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง มีความงอกต่ำ 48.00 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการทิ้งช่วงเวลาที่เก็บนาน 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ส่งผลให้โครงสร้างในส่วนของเอนโอสเปิร์มมีลักษณะเหี่ยวเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีขาวปนเหลือง ทำให้ประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดลดลงกว่าเมล็ดที่เก็บในช่วง 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง แต่ในปี พ.ศ. 2558 เมล็ดพันธุ์ที่เก็บมาใช้ศึกษาเก็บครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง มีความงอกต่ำ 42.00 และ 46.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

	ความงอก (%)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
ปี 2557		
ครั้งที่ 1 อ.คลองหอยโข่ง	65.00 a	23.90 ab
ครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง	48.00 b	24.75 a
ครั้งที่ 3 อ.ชะอวด	64.50 a	22.62 b
ปี 2558		
ครั้งที่ 1 อ.คลองหอยโข่ง	42.00 b	20.43 c
ครั้งที่ 2 อ.คลองหอยโข่ง	46.00 b	19.19 c
F-test	*	**
C.V. (%)	19.11	3.52

*, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเมล็ดพันธุ์ยางพารา

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5, 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง และเมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีน้ำหนักสด 3.65-4.16, 3.33-3.70 และ 3.47-4.17 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง 2.52-2.82, 2.73-2.85 และ 2.85-3.22 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ และความชื้น 30.05-32.09, 16.58-24.23 และ 18.10-26.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	4.03	2.82 a	30.05
KNO_3 0.20%	3.99	2.73 ab	31.34
KNO_3 0.50%	3.65	2.52 b	30.95
KNO_3 1.00%	4.16	2.82 a	32.09
KNO_3 1.50%	3.77	2.58 b	31.55
KNO_3 2.00%	3.94	2.72 ab	31.06
F-test	ns	*	ns
C.V. (%)	6.05	5.30	7.37
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.33	2.77	16.58 b
KNO_3 0.20%	3.70	2.80	24.23 a
KNO_3 0.50%	3.67	2.82	23.23 a
KNO_3 1.00%	3.64	2.83	22.14 a
KNO_3 1.50%	3.66	2.85	22.14 a
KNO_3 2.00%	3.51	2.73	22.01 a
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	4.80	4.16	6.81
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.47 b	2.85 b	18.10 b
KNO_3 0.20%	4.05 a	3.05 ab	24.66 a
KNO_3 0.50%	4.12 a	3.02 ab	26.69 a
KNO_3 1.00%	4.17 a	3.22 a	22.70 a
KNO_3 1.50%	3.80 ab	2.91 b	23.35 a
KNO_3 2.00%	3.90 ab	3.00 ab	23.05 a
F-test	**	*	**
C.V. (%)	5.56	5.17	9.27

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นโครงสร้างเมล็ดพันธุ์ยางพารา

ต้นอ่อน มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 0.26-0.31, 0.19-0.21 กรัมต่อเมล็ด และ 25.61-31.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เอนโดสเปิร์ม มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 1.88-2.13, 1.26-1.43 กรัมต่อเมล็ด และ 32.67-34.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปลือกเมล็ด มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 1.35-1.49, 1.16-1.30 กรัมต่อเมล็ด และ 12.27-14.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่ อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
ต้นอ่อน			
ไม่แช่ KNO_3	0.29	0.20	31.87 a
KNO_3 0.20%	0.26	0.19	27.94 ab
KNO_3 0.50%	0.26	0.19	25.61 b
KNO_3 1.00%	0.29	0.21	30.19 ab
KNO_3 1.50%	0.28	0.19	30.07 ab
KNO_3 2.00%	0.31	0.21	30.53 ab
F-test	ns	ns	*
C.V. (%)	9.41	7.59	8.16
เอนโดสเปิร์ม			
ไม่แช่ KNO_3	1.92	1.26	34.46
KNO_3 0.20%	2.04	1.34	33.90
KNO_3 0.50%	1.93	1.30	32.67
KNO_3 1.00%	2.00	1.30	34.73
KNO_3 1.50%	1.88	1.26	32.92
KNO_3 2.00%	2.13	1.43	32.78
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.03	6.29	9.04
เปลือกเมล็ด			
ไม่แช่ KNO_3	1.35	1.16	14.29 a
KNO_3 0.20%	1.41	1.21	14.36 a
KNO_3 0.50%	1.37	1.18	13.85 ab
KNO_3 1.00%	1.41	1.21	13.78 ab
KNO_3 1.50%	1.43	1.24	13.00 bc
KNO_3 2.00%	1.49	1.30	12.27 c
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	6.39	6.07	3.31

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง โครงสร้างส่วนของต้นอ่อน มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 0.24-0.29, 0.20-0.23 กรัมต่อเมล็ด และ 16.84-25.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนของเอนโดสเปิร์ม มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 1.65-2.04, 1.36-1.48 กรัมต่อเมล็ด และ 18.06-27.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และส่วนของเปลือกเมล็ด มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นในช่วง 1.39-1.50, 1.18-1.29 กรัมต่อเมล็ด และ 13.26-14.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 6 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่ อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
ต้นอ่อน			
ไม่แช่ KNO_3	0.29	0.23	22.86
KNO_3 0.20%	0.27	0.22	18.19
KNO_3 0.50%	0.26	0.20	20.17
KNO_3 1.00%	0.28	0.23	20.55
KNO_3 1.50%	0.24	0.20	16.84
KNO_3 2.00%	0.27	0.20	25.50
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.72	8.44	19.58
เอนโดสเปิร์ม			
ไม่แช่ KNO_3	1.65 c	1.36	18.06 b
KNO_3 0.20%	1.84 b	1.36	26.24 a
KNO_3 0.50%	2.04 a	1.48	27.66 a
KNO_3 1.00%	1.89 ab	1.40	25.84 a
KNO_3 1.50%	1.86 b	1.39	25.21 a
KNO_3 2.00%	1.84 b	1.36	26.14 a
F-test	**	ns	**
C.V. (%)	4.27	4.14	4.65
เปลือกเมล็ด			
ไม่แช่ KNO_3	1.40 ab	1.21 ab	14.36
KNO_3 0.20%	1.42 ab	1.21 ab	14.52
KNO_3 0.50%	1.50 a	1.29 a	14.18
KNO_3 1.00%	1.45 ab	1.26 ab	13.33
KNO_3 1.50%	1.43 ab	1.23 ab	13.26
KNO_3 2.00%	1.39 b	1.18 b	14.72
F-test	*	*	ns
C.V. (%)	3.35	3.28	5.94

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ต้นอ่อน มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 0.33-0.39, 0.24-0.28 กรัมต่อเมล็ด และ 23.82-27.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เอนโดสเปิร์ม มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 2.02-2.14, 1.46-1.57 กรัมต่อเมล็ด และ 22.07-31.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และส่วนของเปลือกเมล็ด มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น ในช่วง 1.49-1.58, 1.27-1.36 กรัมต่อเมล็ด และ 14.06-15.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) โดยเอนโดสเปิร์มของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 มีความชื้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่สารละลาย KNO_3

ตารางที่ 7 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นขององค์ประกอบเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่ อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
ต้นอ่อน			
ไม่แช่ KNO_3	0.36	0.27	23.82
KNO_3 0.20%	0.33	0.24	26.25
KNO_3 0.50%	0.37	0.27	27.10
KNO_3 1.00%	0.33	0.24	27.63
KNO_3 1.50%	0.34	0.25	26.91
KNO_3 2.00%	0.39	0.28	27.33
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	18.93	18.37	12.43
เอนโดสเปิร์ม			
ไม่แช่ KNO_3	2.02	1.57	22.07 b
KNO_3 0.20%	2.13	1.50	29.68 a
KNO_3 0.50%	2.14	1.52	29.17 a
KNO_3 1.00%	2.13	1.53	28.43 a
KNO_3 1.50%	2.13	1.46	31.74 a
KNO_3 2.00%	2.10	1.55	26.33 ab
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	9.40	9.86	9.97
เปลือกเมล็ด			
ไม่แช่ KNO_3	1.58	1.36	14.06
KNO_3 0.20%	1.49	1.27	14.79
KNO_3 0.50%	1.55	1.32	14.86
KNO_3 1.00%	1.52	1.30	14.79
KNO_3 1.50%	1.57	1.33	15.04
KNO_3 2.00%	1.53	1.30	14.80
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.41	9.38	3.02

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ความงอกในแปลงปลูกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยาพารา

ความงอกในแปลงปลูก

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจากอ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 ในช่วงความเข้มข้น 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ มีความงอกในแปลง 73.00 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีความงอกในแปลง 50.00 และ 48.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น มีความงอกในแปลงเพิ่มขึ้น ในช่วง 66.50-73.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

เวลาเฉลี่ยในการงอก

เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง และอ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอก อยู่ในช่วง 23.24-24.57 23.00-24.43 และ 20.88-21.99 วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ชุด ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วขึ้น (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกในแปลงปลูกที่อายุ 30 วัน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	ความงอก (%)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	65.00 c	23.90
KNO_3 0.20%	67.00 c	24.57
KNO_3 0.50%	65.00 c	23.66
KNO_3 1.00%	73.00 b	23.24
KNO_3 1.50%	80.00 a	23.48
KNO_3 2.00%	65.00 c	23.43
F-test	**	ns
C.V. (%)	2.88	3.01
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	48.00	24.75 a
KNO_3 0.20%	49.00	24.43 a
KNO_3 0.50%	49.50	24.25 ab
KNO_3 1.00%	50.00	23.54 bc
KNO_3 1.50%	48.50	24.18 ab
KNO_3 2.00%	50.00	23.00 c
	ns	**
C.V. (%)	2.78	1.63
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	64.50 c	22.62 a
KNO_3 0.20%	73.50 a	21.79 b
KNO_3 0.50%	69.50 ab	21.65 bc
KNO_3 1.00%	67.50 bc	21.10 cd
KNO_3 1.50%	73.00 a	20.88 d
KNO_3 2.00%	66.50 bc	21.99 ab
F-test	**	**
C.V. (%)	3.14	1.46

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ผลของการแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย KNO_3 ที่มีต่ออัตราการรอดตายและการเจริญของต้นกล้าในแปลง

อัตราการรอดตาย

เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00-2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายในช่วง 60.00-68.50 เปอร์เซ็นต์ และจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12 วัน และอ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น นาน 24 ชั่วโมง มีอัตราการรอดตายในแปลงอยู่ในช่วง 37.50-44.00 และ 58.00-71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 อัตราการรอดตายของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	อัตราการรอดตาย (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง	
ไม่แช่ KNO_3	60.00 c
KNO_3 0.20%	57.00 d
KNO_3 0.50%	57.00 d
KNO_3 1.00%	64.50 b
KNO_3 1.50%	68.50 a
KNO_3 2.00%	60.00 c
F-test	**
C.V. (%)	1.17
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง	
ไม่แช่ KNO_3	35.00 d
KNO_3 0.20%	37.50 c
KNO_3 0.50%	43.00 a
KNO_3 1.00%	37.50 c
KNO_3 1.50%	40.50 b
KNO_3 2.00%	44.00 a
	**
C.V. (%)	2.83
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง	
ไม่แช่ KNO_3	56.50 c
KNO_3 0.20%	58.50 c
KNO_3 0.50%	63.50 b
KNO_3 1.00%	62.00 b
KNO_3 1.50%	71.00 a
KNO_3 2.00%	58.00 c
F-test	**
C.V. (%)	1.85

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ความสูงของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น มีความสูงไม่เพิ่มขึ้นทางสถิติ และเมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ให้ต้นกล้าที่มีความสูงที่อายุ 6 เดือน 73.44 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ความสูงของต้นกล้า (ซม.) ในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	อายุหลังปลูก (เดือน)		
	1	3	6
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	32.41	53.27	69.03
KNO_3 0.20%	31.03	54.77	68.34
KNO_3 0.50%	32.71	57.08	75.21
KNO_3 1.00%	33.86	58.45	74.84
KNO_3 1.50%	32.11	55.01	72.61
KNO_3 2.00%	29.31	50.54	65.16
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.96	10.38	10.29
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	33.95	54.39	66.29 a
KNO_3 0.20%	31.45	49.76	59.00 ab
KNO_3 0.50%	31.17	48.08	57.24 b
KNO_3 1.00%	31.37	47.50	57.04 b
KNO_3 1.50%	32.43	49.24	57.42 b
KNO_3 2.00%	31.91	50.43	59.31 ab
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	10.54	11.02	6.15
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	30.59	50.19	71.63 ab
KNO_3 0.20%	32.36	48.23	67.53 ab
KNO_3 0.50%	33.79	48.51	67.73 ab
KNO_3 1.00%	33.40	51.26	73.44 a
KNO_3 1.50%	31.14	44.38	63.27 b
KNO_3 2.00%	32.53	48.15	68.71 ab
F-test	ns	ns	*
C.V. (%)	8.64	12.45	7.42

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20-1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่อายุ 6 เดือน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้น 7.05-7.49 มิลลิเมตร และไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกล้าจากเมล็ดพันธุ์ที่เก็บครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้า (มม.) ในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	อายุหลังปลูก (เดือน)		
	1	3	6
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.56 a	5.00	6.74 ab
KNO_3 0.20%	3.36 ab	4.97	7.05 ab
KNO_3 0.50%	3.43 ab	5.25	7.40 a
KNO_3 1.00%	3.38 ab	5.26	7.37 a
KNO_3 1.50%	3.35 ab	5.03	7.49 a
KNO_3 2.00%	3.17 b	4.59	6.40 b
F-test	*	ns	*
C.V. (%)	5.83	7.78	7.57
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.43	5.41	6.35
KNO_3 0.20%	3.32	5.12	5.76
KNO_3 0.50%	3.27	5.00	5.69
KNO_3 1.00%	3.34	5.10	5.72
KNO_3 1.50%	3.26	4.87	5.67
KNO_3 2.00%	3.41	5.14	5.91
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.57	5.77	7.50
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.40	5.00	7.22
KNO_3 0.20%	3.38	5.09	6.51
KNO_3 0.50%	3.40	4.52	6.49
KNO_3 1.00%	3.56	5.29	7.00
KNO_3 1.50%	3.43	4.96	6.26
KNO_3 2.00%	3.28	4.83	6.54
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.36	7.79	11.89

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

จำนวนใบ

เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น ให้ต้นกล้าที่อายุ 6 เดือน มีจำนวนใบไม่แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 จำนวนใบของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือนหลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	อายุหลังปลูก (เดือน)		
	1	3	6
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.63 c	4.50	5.05
KNO_3 0.20%	3.88 ab	4.63	5.53
KNO_3 0.50%	3.00 d	5.13	6.23
KNO_3 1.00%	4.00 a	4.38	5.65
KNO_3 1.50%	3.75 bc	4.75	5.78
KNO_3 2.00%	3.00 d	4.25	4.60
F-test	**	ns	ns
C.V. (%)	2.85	7.60	8.65
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	2.75 c	4.50	4.80
KNO_3 0.20%	3.00 bc	3.75	4.25
KNO_3 0.50%	3.50 a	4.00	3.95
KNO_3 1.00%	3.25 ab	3.50	4.05
KNO_3 1.50%	3.25 ab	3.63	3.83
KNO_3 2.00%	3.00 bc	3.63	4.00
F-test	**	ns	ns
C.V. (%)	3.91	13.69	12.55
เมล็ดพันธุ์จาก อ.ชะอวด ครั้งที่ 3 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.38	4.13	6.18
KNO_3 0.20%	3.88	4.13	5.08
KNO_3 0.50%	3.75	4.25	5.45
KNO_3 1.00%	3.63	4.13	5.55
KNO_3 1.50%	3.75	3.75	4.50
KNO_3 2.00%	3.25	4.25	5.10
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.76	12.65	10.86

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราด้วยการแช่สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศ

1. คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อนและหลังการแช่สารละลาย KNO_3 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเมล็ดพันธุ์ยางพารา

เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีน้ำหนักสด 3.94-4.45 และ 3.95-4.29 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง 2.75-3.04 และ 2.85-3.07 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ และความชื้น 27.83-32.12 และ 25.39-29.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13) เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วย KNO_3 ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่ แต่มีความชื้นเมล็ดเพิ่มขึ้นทางสถิติ

ตารางที่ 13 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	4.39 ab	2.96 ab	27.83 b
KNO_3 0.20%	4.27 ab	2.96 ab	30.53 ab
KNO_3 0.50%	4.32 ab	3.03 a	29.91 ab
KNO_3 1.00%	4.26 ab	2.94 ab	30.91 a
KNO_3 1.50%	4.40 ab	3.00 ab	31.79 a
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	3.94 b	2.75 b	30.25 ab
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	4.11 ab	2.84 ab	30.85 a
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	4.45 a	3.02 a	32.12 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	4.39 ab	3.04 a	30.80 a
F-test	*	*	**
C.V. (%)	4.94	4.00	4.42
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.99 bc	2.97 ab	25.39 b
KNO_3 0.20%	4.17 abc	2.98 ab	28.45 a
KNO_3 0.50%	4.21 abc	3.05 a	27.39 ab
KNO_3 1.00%	4.29 a	3.07 a	28.53 a
KNO_3 1.50%	3.95 c	2.87 b	27.47 ab
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	4.26 a	3.05 a	28.54 a
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	4.23 ab	2.99 ab	29.35 a
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	4.14 abc	2.95 ab	28.82 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	3.96 c	2.85 b	28.03 ab
F-test	**	**	**
C.V. (%)	2.93	2.65	4.57

*,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นโครงสร้างของเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นต้นอ่อน ในช่วง 0.28-0.37 และ 0.28-0.41 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง 0.20-0.26 และ 0.23-0.29 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ และความชื้น 16.17-37.51 และ 10.06-31.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14) โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 มีความชื้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่สารละลาย

ตารางที่ 14 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของต้นอ่อนยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	0.28	0.20	16.17 b
KNO_3 0.20%	0.37	0.26	29.74 a
KNO_3 0.50%	0.32	0.22	32.83 a
KNO_3 1.00%	0.35	0.23	35.51 a
KNO_3 1.50%	0.34	0.26	36.45 a
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	0.34	0.22	35.30 a
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	0.35	0.22	37.51 a
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	0.32	0.21	35.55 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	0.31	0.20	33.50 a
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	16.91	16.93	11.07
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	0.32	0.29	10.06 g
KNO_3 0.20%	0.30	0.25	15.33 f
KNO_3 0.50%	0.35	0.28	19.54 de
KNO_3 1.00%	0.28	0.23	18.31 e
KNO_3 1.50%	0.32	0.25	21.38 cd
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	0.33	0.26	22.89 c
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	0.35	0.26	25.86 b
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	0.36	0.25	30.17 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	0.41	0.28	31.71 a
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	14.54	23.50	6.34

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเอนโดสเปิร์ม ในช่วง 1.91-2.57 และ 1.89-2.10 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ น้ำหนักแห้ง 1.32-1.57 และ 1.33-1.49 กรัมต่อเมล็ด ตามลำดับ และความชื้น 25.27-40.28 และ 25.84-32.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 15) โดยเมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง มีความชื้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่แช่สารละลาย แต่มีน้ำหนักแห้งของเอนโดสเปิร์มมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 15 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของเอนโดสเปิร์มของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วยการแช่ KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	1.91 c	1.43	25.27 c
KNO_3 0.20%	2.06 abc	1.33	35.09 b
KNO_3 0.50%	2.22 abc	1.40	37.01 ab
KNO_3 1.00%	2.27 abc	1.42	37.28 ab
KNO_3 1.50%	2.57 a	1.57	39.09 ab
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	2.49 ab	1.48	40.28 a
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	2.33 abc	1.42	39.17 ab
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	2.31 abc	1.44	37.78 ab
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	2.02 bc	1.32	34.81 b
F-test	**	ns	**
C.V. (%)	10.62	10.40	6.24
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	2.01	1.49	25.84 b
KNO_3 0.20%	1.89	1.39	26.43 b
KNO_3 0.50%	2.07	1.42	31.36 a
KNO_3 1.00%	2.01	1.40	30.25 ab
KNO_3 1.50%	1.93	1.35	30.30 ab
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	1.95	1.33	31.76 a
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	1.98	1.35	31.79 a
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	2.10	1.42	32.22 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	2.02	1.41	30.03 ab
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	8.32	7.94	7.38

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่เก็บรวบรวมในระยะเมล็ดร่วง มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเปลือกเมล็ด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในช่วง 1.45-1.66 และ 1.25-1.44 กรัมต่อเมล็ด และ 11.81-14.54 ตามลำดับ เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเปลือกเมล็ด ในช่วง 1.41-1.53 และ 1.23-1.33 กรัมต่อเมล็ด และ 11.67-13.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นเปลือกเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของ KNO_3	น้ำหนักสด (ก./เมล็ด)	น้ำหนักแห้ง (ก./เมล็ด)	ความชื้น (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	1.54	1.39	14.10
KNO_3 0.20%	1.48	1.28	13.32
KNO_3 0.50%	1.55	1.37	11.81
KNO_3 1.00%	1.59	1.38	13.59
KNO_3 1.50%	1.66	1.44	13.50
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	1.62	1.38	14.54
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	1.57	1.34	14.54
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	1.50	1.28	14.51
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	1.45	1.25	13.53
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.77	6.73	11.61
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	1.53	1.33	12.70 ab
KNO_3 0.20%	1.42	1.26	11.67 b
KNO_3 0.50%	1.52	1.33	12.40 ab
KNO_3 1.00%	1.47	1.27	13.23 a
KNO_3 1.50%	1.45	1.26	13.20 a
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	1.41	1.23	12.62 ab
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	1.44	1.25	13.35 a
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	1.48	1.29	13.23 a
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	1.48	1.28	13.51 a
F-test	ns	ns	**
C.V. (%)	3.66	5.15	4.92

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ความงอกในแปลงปลูกและเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดพันธุ์ยาพารา

ความงอกในแปลงปลูก

เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ผ่านการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น และร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลง ในช่วง 45.00-73.00 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีความงอกในแปลง ในช่วง 49.00-61.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

เวลาเฉลี่ยในการงอก

เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง พบว่า เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น และร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วขึ้น อยู่ในช่วง 16.36-19.77 และ 16.84-18.86 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ความงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 30 วัน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย

ความเข้มข้นของ KNO_3	ความงอก (%)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	42.00 b	20.43 a
KNO_3 0.20%	55.00 ab	19.34 ab
KNO_3 0.50%	45.00 b	19.77 ab
KNO_3 1.00%	53.50 ab	18.11 ab
KNO_3 1.50%	48.00 ab	18.00 ab
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	55.00 ab	16.36 b
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	73.00 a	17.52 ab
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	52.00 ab	18.30 ab
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	61.00 ab	16.98 b
F-test	**	**
C.V. (%)	21.81	8.30
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	46.00 b	19.19 a
KNO_3 0.20%	59.00 ab	18.46 abc
KNO_3 0.50%	56.00 ab	17.00 bc
KNO_3 1.00%	61.50 a	16.84 c
KNO_3 1.50%	54.50 ab	18.82 abc
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	50.50 ab	18.86 ab
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	54.50 ab	16.87 c
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	59.00 ab	18.13 abc
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	49.00 ab	17.02 bc
F-test	**	*
C.V. (%)	12.09	6.51

*,** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

การเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงปลูก

อัตราการรอดตาย

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายในแปลงปลูก ที่อายุ 6 เดือน ในช่วง 45.00-59.00 และ 52.00-66.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 อัตราการรอดตายของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย

ความเข้มข้นของ KNO_3	อัตราการรอดตาย (%)
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง	
ไม่แช่ KNO_3	48.00
KNO_3 0.20%	59.00
KNO_3 0.50%	48.00
KNO_3 1.00%	49.50
KNO_3 1.50%	45.00
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	53.00
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	53.00
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	50.00
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	46.00
F-test	ns
C.V. (%)	12.92
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง	
ไม่แช่ KNO_3	58.00
KNO_3 0.20%	64.00
KNO_3 0.50%	52.00
KNO_3 1.00%	61.00
KNO_3 1.50%	66.00
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	58.00
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	61.00
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	65.00
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	58.00
F-test	ns
C.V. (%)	10.43

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ความสูง

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ในทุกการทดลองให้ต้นกล้าที่มีความสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ต้นกล้าที่มีความสูงต้นที่อายุ 6 เดือน 67.90-75.60 และ 59.68-66.05 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 ความสูงของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย

ความเข้มข้นของ KNO_3	ความสูง (ซม. อายุหลังปลูก (เดือน)		
	1	3	**6**
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1- 5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	31.68	57.41	70.20
KNO_3 0.20%	28.62	56.34	72.01
KNO_3 0.50%	28.38	57.64	67.90
KNO_3 1.00%	29.20	58.28	70.50
KNO_3 1.50%	31.59	58.98	69.94
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	31.38	58.38	75.60
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	28.82	59.94	70.35
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	29.05	58.80	69.20
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	30.22	58.80	69.43
F-test	ns	ns	ns
CV. (%)	10.38	10.54	12.78
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	31.64	50.94	59.68
KNO_3 0.20%	31.18	55.61	65.36
KNO_3 0.50%	29.94	51.47	63.80
KNO_3 1.00%	30.46	53.35	66.05
KNO_3 1.50%	28.93	53.02	62.07
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	30.80	55.10	60.50
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	28.79	52.09	60.93
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	27.92	53.29	63.57
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	29.74	49.42	60.37
F-test	ns	ns	ns
CV. (%)	7.74	6.48	10.04

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

เมล็ดพันธุ์ยางพารา ในทุกการทดลองให้ต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 1 3 และ 6 เดือน (ตารางที่ 20) โดยเมล็ดพันธุ์เก็บครั้งที่ 2 ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 และที่ให้ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่อายุ 3 และ 6 เดือน มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงเพิ่มขึ้น ในช่วง 5.18-5.59 และ 6.04-6.47 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 20 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 1, 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย

ความเข้มข้นของ KNO_3	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)		
	อายุหลังปลูก (เดือน)		
	1	3	6
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.14	5.72	6.59
KNO_3 0.20%	3.13	5.72	6.95
KNO_3 0.50%	3.17	5.59	6.69
KNO_3 1.00%	3.30	5.66	7.13
KNO_3 1.50%	3.27	5.73	6.71
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	3.26	5.84	7.18
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	3.22	5.72	6.83
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	3.20	6.20	7.33
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	3.09	5.71	6.82
F-test	ns	ns	ns
CV. (%)	4.04	9.51	9.87
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง			
ไม่แช่ KNO_3	3.06	5.04	5.90
KNO_3 0.20%	3.06	5.59	6.27
KNO_3 0.50%	3.05	5.26	6.31
KNO_3 1.00%	3.12	5.51	6.47
KNO_3 1.50%	3.10	5.20	6.10
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	3.10	5.56	6.28
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	2.97	5.18	6.04
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	3.10	5.53	6.37
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	3.11	5.35	6.19
F-test	ns	ns	ns
CV. (%)	5.82	6.33	6.60

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จำนวนใบ

เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ให้ต้นกล้าที่มีจำนวนใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 6 เดือน อยู่ในช่วง 4.15-5.65 และ 4.05-6.15 ใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 จำนวนใบของต้นกล้าในแปลงปลูกที่อายุ 3 และ 6 เดือน หลังปลูกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่เก็บในพื้นที่และระยะต่างกันหลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่กระตุ้นความงอกด้วย KNO_3 และให้อากาศร่วมด้วย

ความเข้มข้นของ KNO_3	จำนวนใบ (ใบ)	
	อายุหลังปลูก (เดือน)	
	3	6
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 1 เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	5.10	5.65
KNO_3 0.20%	4.60	4.15
KNO_3 0.50%	4.95	4.95
KNO_3 1.00%	5.25	5.60
KNO_3 1.50%	5.35	5.30
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	5.35	4.70
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	5.05	4.30
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	4.90	4.30
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	5.35	4.45
F-test	ns	ns
CV. (%)	14.73	19.80
เมล็ดพันธุ์จาก อ.คลองหอยโข่ง ครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง		
ไม่แช่ KNO_3	4.70	4.95
KNO_3 0.20%	5.15	6.15
KNO_3 0.50%	4.60	5.60
KNO_3 1.00%	4.70	5.05
KNO_3 1.50%	4.10	4.40
KNO_3 0.20% ร่วมกับให้อากาศ	4.90	4.05
KNO_3 0.50% ร่วมกับให้อากาศ	4.55	4.30
KNO_3 1.00% ร่วมกับให้อากาศ	4.55	4.50
KNO_3 1.50% ร่วมกับให้อากาศ	4.90	5.35
F-test	ns	ns
CV. (%)	15.07	20.55

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การพัฒนาวัสดุเพาะชำและภาชนะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ

1.การศึกษาวัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบาและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

น้ำหนักของถุงเพาะชำ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักของถุงเพาะชำที่บรรจุของวัสดุเพาะชำแต่ละชนิด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ถุงเพาะชำที่บรรจุดินมีน้ำหนักสูงที่สุด 2.00 กิโลกรัม วัสดุเพาะชำชนิดที่มีส่วนประกอบของ ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ ในอัตราส่วนต่าง ๆ มีน้ำหนักของวัสดุเพาะชำลดลงประมาณ 23.00-38.60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของวัสดุเพาะชำแต่ละชนิดที่บรรจุในถุงเพาะชำขนาด กว้าง 3 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว ที่ใช้ปลูกต้นกล้ายางพารา

วัสดุเพาะชำ (อัตราส่วน โดยปริมาตร)	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักวัสดุเพาะชำ (กก./ถุง)
ดิน (ชุดควบคุม)	2.00 a
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:1)	1.27 d (36.50)[ก]
ดิน:ขี้เถ้าแกลบ (1:1)	1.54 b (23.00)
ดิน:ขุยมะพร้าว (1:1)	1.39 c (30.50)
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:2)	1.23 d (38.60)
ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:2)	1.26 d (37.00)
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:1)	1.28 d (36.00)
F-test	**
C.V. (%)	2.69

** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

[ก]= ตัวเลขในวงเล็บคือเปอร์เซ็นต์วัสดุเพาะชำที่ลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในวัสดุเพาะชำ

ความสูงและจำนวนใบ

วัสดุเพาะชำในแต่ละชนิดไม่มีผลต่อความสูงและจำนวนใบย่อยของต้นกล้ายางพาราที่ย้ายปลูกในช่วงอายุ 6 เดือน โดยต้นกล้ามีความสูงอยู่ในช่วง 62.22-81.88 เซนติเมตร และมีจำนวนใบย่อย 20.50 -26.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อความสูง และจำนวนใบย่อยของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุเพาะชำ (อัตราส่วน โดยปริมาตร)	ความสูงของต้นกล้า (ซม.)	จำนวนใบย่อยต่อต้น
ดิน (ชุดควบคุม)	62.22	20.50
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:1)	78.15	26.50
ดิน:ขี้เถ้าแกลบ (1:1)	74.53	24.75
ดิน:ขุยมะพร้าว (1:1)	67.60	24.45
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:2)	81.88	24.25
ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:2)	67.25	25.25
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:1)	78.42	25.75
F-test	ns	ns
C.V. (%)	15.88	37.44

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวงของลำต้น

วัสดุเพาะชำแต่ละชนิดไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวงของลำต้นในช่วงอายุ 6 เดือน อยู่ในช่วง 6.29-8.64 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับเส้นรอบวงที่มีค่าอยู่ในช่วง 2.59-3.06 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติ พบว่าวัสดุเพาะชำที่มีดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ส่งผลให้ต้นกล้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตของขนาดลำต้นที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะชำอื่น ๆ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 2**4** ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง และเส้นรอบวงของต้นกล้ายางพารา ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุเพาะชำ (อัตราส่วน โดยปริมาตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	เส้นรอบวง (ซม.)
ดิน (ชุดควบคุม)	6.29	2.59
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:1)	8.64	3.06
ดิน:ขี้เถ้าแกลบ (1:1)	7.49	2.73
ดิน:ขุยมะพร้าว (1:1)	7.83	2.83
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:2)	8.20	2.90
ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:2)	8.63	2.95
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:1)	7.84	2.70
F-test	ns	ns
C.V. (%)	18.02	13.59

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักแห้งของส่วนยอด และส่วนราก

น้ำหนักแห้งส่วนยอดและส่วนรากของต้นกล้ายางพาราไม่แตกต่างทางสถิติที่อายุ 6 เดือน โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนยอดและส่วนรากอยู่ในช่วง 9.69-15.10 และ 4.10-6.08 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งวัสดุเพาะชำที่มีดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ส่งผลให้ต้นกล้ามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของส่วนยอด (15.10 กรัมต่อต้น) และส่วนราก (6.08 กรัมต่อต้น) สูงที่สุด (ตารางที่ 25)

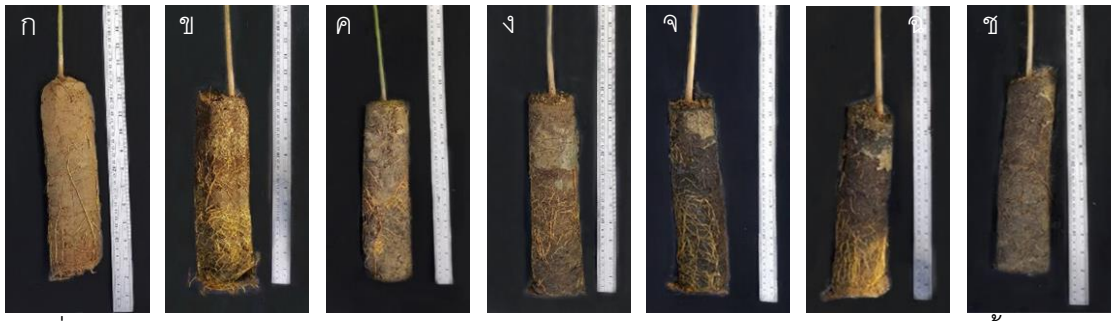
ตารางที่ 25 ผลของวัสดุเพาะชำที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งส่วนยอด และส่วนรากของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุเพาะชำ (อัตราส่วน โดยปริมาตร)	น้ำหนักแห้งส่วนยอด (กรัม)	น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม)
ดิน (ชุดควบคุม)	9.69	4.10
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:1)	15.10	6.08
ดิน:ขี้เถ้าแกลบ (1:1)	13.16	5.37
ดิน:ขุยมะพร้าว (1:1)	11.18	4.91
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:2)	14.14	5.04
ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:1:2)	14.47	5.67
ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ (1:2:1)	12.10	4.80
F-test	ns	ns
C.V. (%)	38.98	55.51

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การประเมินแตกหักของแท่งวัสดุเพาะชำ

การประเมินการแตกหักของแท่งวัสดุเพาะชำ พบว่าไม่มีเปอร์เซ็นต์การแตกหักของแท่งวัสดุเพาะชำเมื่อแกะถุงพลาสติกออก (ภาพที่ 1) เป็นผลเนื่องมาจากการเกาะตัวของวัสดุเพาะชำและการกระจายของรากต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือน รอบ ๆ แท่งวัสดุเพาะชำ จึงทำให้ยึดส่วนของแท่งวัสดุเพาะชำรวมเข้าไว้ด้วยกัน



ภาพที่ 1 ลักษณะของแท่งวัสดุเพาะชำ ได้แก่ ดิน (ชุดควบคุม) (ก); ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 (ข); ดิน:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1 (ค); ดิน:ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 (ง); ดิน: ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:2 (จ); ดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:2 (ฉ) และดิน:ขุยมะพร้าว:ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:2:1 (ช) ที่มีอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

2. การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ย้ายในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน

สมบัติทางเคมีของดิน และวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมก่อน-หลังการทดลอง

การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะชำก่อนและหลังการทดลองได้แก่ ดินและวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมที่มีส่วนประกอบของดิน ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 แสดงในตารางที่ 26 แสดงว่าวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมมีคุณสมบัติทางเคมีส่วนใหญ่ที่เหมาะสมกว่าดินอย่างเดียว

ตารางที่ 26 คุณสมบัติทางเคมีของดินและวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสมมีส่วนประกอบของดิน ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ก่อนและหลังการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมี	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:5 น้ำ)	4.72	6.94	3.94	4.67
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนต์/ตารางเมตร)	0.02	0.64	0.26	0.13
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	2.74	5.76	1.03	5.43
ปริมาณคาร์บอน (%)	0.91	3.99	0.61	3.16
ความสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	0.53	2.32	3.46	6.96
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.04	0.06	0.05	0.09
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	5.77	624.40	202.45	342.88
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์* (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	20.34	1,248.00	84.11	164.94
แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์** (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	12.54	113.40	11.17	57.52
เหล็กที่เป็นประโยชน์*** (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	41.85	15.12	130.13	164.06

*สกัดด้วยวิธี NH_4OAc Extract

**สกัดด้วยวิธี NH_4OAc Extract

***สกัดด้วยวิธี DTDA Extract

น้ำหนักวัสดุเพาะชำ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักของดินและดินผสมในช่วงระหว่างการทดลองและช่วงสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีน้ำหนักวัสดุเพาะชำแต่ละภาชนะปลูกไม่แตกต่างทางสถิติทั้งระหว่างการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งภาชนะปลูกที่บรรจุดินมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 2.22-2.33 และ 2.28-2.37 กิโลกรัม ตามลำดับ และภาชนะปลูกที่บรรจุดินผสม มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.42-1.57 และ 1.53-1.65 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันที่บรรจุดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักวัสดุเพาะชำที่ 1-8 เดือน (ก.ก.)		น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก.ก.)	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	2.33	1.42	2.37	1.53
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	2.24	1.52	2.33	1.65
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	2.22	1.57	2.28	1.63
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.65	6.28	6.59	8.93

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในภาชนะปลูก

ความสูงและจำนวนใบย่อย

ต้นกล้ายางพารามีความสูง และจำนวนใบย่อยของต้นกล้าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละภาชนะปลูกที่ช่วงอายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูก โดยที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก ต้นกล้าที่ย้ายปลูกในแต่ละภาชนะปลูกที่ใช้ดิน มีความสูง และจำนวนใบย่อย อยู่ในช่วง 154.39-173.46 เซนติเมตร และ 65.84-67.66 ใบต่อต้น ตามลำดับ และภาชนะปลูกที่บรรจุดินผสม ส่งผลให้ต้นกล้ามีความสูงและจำนวนใบย่อย อยู่ระหว่าง 177.22-183.17 เซนติเมตร และ 73.39-78.25 ใบต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 28 และ 29)

ตารางที่ 28 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความสูงของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	ความสูง (ซม.)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	93.97	86.48	128.67	137.00	154.39	177.22
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	102.12	100.34	128.80	140.90	166.22	177.72
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	103.69	84.44	138.33	147.00	173.46	183.17
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.84	8.97	5.84	9.47	9.10	7.88

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 29 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อจำนวนใบย่อยของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	จำนวนใบย่อยต่อต้น					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	30.00	31.92	48.33	55.92	65.84	75.83
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	30.50	35.00	48.67	56.00	67.66	78.25
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	27.34	35.17	50.11	51.94	66.89	73.39
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.42	30.85	20.47	19.94	13.93	25.48

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของลำต้น

ต้นกล้ามีด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นตามอายุของต้นกล้ายางพารา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างภาชนะปลูกในทุก ๆ ช่วงอายุการเจริญเติบโต ทั้งนี้เมื่อต้นกล้ามีอายุ 8 เดือนที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่บรรจุดินและวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง อยู่ในช่วง 13.89-14.16 และ 14.99-15.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 30) และมีเส้นรอบวง อยู่ระหว่าง 4.48-4.58 และ 4.71-5.18 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 31) และลักษณะต้นกล้าแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 30 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	8.99	8.31	11.41	11.71	13.89	14.99
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	8.38	8.49	11.29	12.00	14.03	15.82
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	8.18	8.57	11.38	11.72	14.16	15.88
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.34	10.42	5.85	6.52	6.72	5.72

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 31 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเส้นรอบวงของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	เส้นรอบวง (ซม.)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	2.61	2.52	3.90	3.84	4.48	4.71
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	2.55	2.53	3.79	3.98	4.55	5.18
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	2.56	2.58	3.91	3.93	4.58	5.05
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.84	4.96	5.51	7.12	6.43	7.56

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ภาพที่ 2 ลักษณะของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม

การพัฒนาของราก

ความยาวของรากแก้ว และความยาวรากส่วนที่ขดม้วน

ภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกันไม่มีผลต่อความยาวรากแก้วและความยาวรากส่วนที่ขดม้วนของต้นกล้ายางพารา ต้นกล้าอายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก อยู่ในช่วง 45.90-50.83 และ 50.10-50.55 เซนติเมตร ทั้งในภาชนะปลูกที่บรรจุดินและวัสดุเพาะชำดินผสม ตามลำดับ (ตารางที่ 32) ความยาวของรากส่วนที่ขดม้วนเพิ่มขึ้นตามอายุ ที่อายุ 8 เดือน อยู่ในช่วง 13.75-18.50 และ 15.70-20.93 เซนติเมตร (ตารางที่ 33)

ตารางที่ 32 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความยาวรากแก้วของต้นกล้ายางพารา ที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	ความยาวรากแก้ว (ซม.)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	34.45	39.18	40.30	46.66	50.83	50.27
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	31.75	39.16	38.17	43.60	47.50	50.10
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	34.50	38.60	39.64	44.65	45.90	50.55
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	22.99	10.43	12.45	8.98	11.54	5.23

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 33 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อความยาวรากส่วนที่ขดม้วนของต้นกล้า ยางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	ความยาวรากส่วนที่ขดม้วน (ซม.)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	4.58	7.88	12.41	15.17	18.50 ab	20.93
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	4.13	7.00	8.83	10.93	15.20 b	15.70
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	5.17	6.17	8.27	12.15	13.75 b	18.40
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	28.43	47.42	19.81	31.69	18.75	10.98

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

น้ำหนักแห้งส่วนรากและรากส่วนที่ขดม้วน

ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก ต้นกล้ายางพารามีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนราก อยู่ในช่วง 31.18-31.90 และ 33.56-42.98 กรัมต่อต้น ในภาชนะปลูกที่บรรจุดินและดินผสม ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นกล้าในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก 2 และ 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม มีน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุด 41.08 และ 42.98 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 34) น้ำหนักแห้งของรากส่วนที่ขดม้วนไม่มีแตกต่างทางสถิติที่อายุ 4 และ 6 เดือนหลังย้าย แต่ที่อายุ 8 เดือน ต้นกล้าในภาชนะที่มีพลาสติก 4 แท่ง มีน้ำหนักแห้งส่วนรากที่ขดม้วนลดลง 27.16 และ 8.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 35)

ตารางที่ 34 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัมต่อต้น)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	3.63	4.40	13.37	18.84	31.90	33.56b
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	4.09	5.38	13.02	19.79	31.18	41.08a
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	3.52	5.42	12.64	22.74	31.56	42.98a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	11.68	8.29	7.12	12.60	19.07	9.27

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT

ตารางที่ 35 ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อน้ำหนักแห้งของส่วนรากที่ขดม้วนของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	น้ำหนักแห้งส่วนรากส่วนที่ขดม้วน (กรัมต่อต้น)					
	4 เดือน		6 เดือน		8 เดือน	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	0.17	0.28	0.58	1.03	2.32 a	2.76
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	0.15	0.21	0.43	0.95	1.81 ab (21.98%) [ก]	2.63 (4.71%) [ข]
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	0.12	0.24	0.54	0.58	1.69 b (27.16%)	2.52 (8.70%)
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns
C.V. (%)	53.18	39.73	23.25	48.62	13.72	11.33

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT
[ก และข] = ตัวเลขในวงเล็บคือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งรากที่ขดม้วนของต้นกล้ายางพาราที่ลดลงเมื่อเทียบกับภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติกทั้งที่บรรจุดินและดินผสม ตามลำดับ

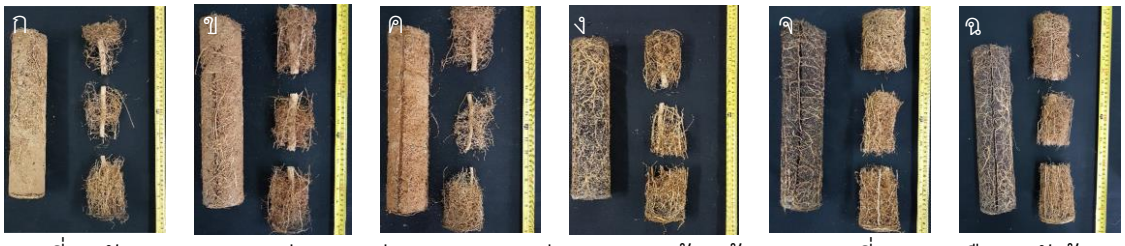
การน้ำหนักแห้งของรากแขนงส่วนบน กลาง และล่าง

การกระจายของน้ำหนักแห้งของรากแขนงแต่ละส่วนของภาชนะปลูก พบว่าภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก 2 และ4 แท่ง มีเปอร์เซ็นต์การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนรากแขนงส่วนบน อยู่ในช่วง 41.31-43.76 และ 37.82-41.43 เปอร์เซ็นต์ ในภาชนะปลูกที่บรรจุดินและดินผสม ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติ และสำหรับรากแขนงส่วนกลาง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละภาชนะปลูกที่ดินและวัสดุเพาะชำดินผสม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของราก อยู่ในช่วง 21.23-23.01 และ 20.51-24.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการกระจายตัวของรากแขนงส่วนล่างของภาชนะปลูก พบว่า ต้นกล้ายางที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติก ทั้งดินและดินผสม มีการสะสมน้ำหนักของรากแขนงส่วนล่างสูงที่สุด 46.26 และ 50.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตารางที่ 36 และภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าต้นกล้ายางพาราที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก 2 และ 4 แท่ง ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การกระจายของรากส่วนบนที่เพิ่มขึ้น และช่วยลดเปอร์เซ็นต์ของรากส่วนล่างของภาชนะปลูกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งรากส่วนที่ขดม้วน

ตารางที่ 3**6** ผลของโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันต่อเปอร์เซ็นต์การสะสมน้ำหนักแห้งของรากแขนง ส่วนบน กลาง และล่าง ที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในดินและวัสดุเพาะชำ

โครงสร้างของภาชนะปลูก	ส่วนบน (0-11 ซม.)		ส่วนกลาง (12-22 ซม.)		ส่วนล่าง (23-34 ซม.)	
	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม	ดิน	ดินผสม
ภาชนะปลูกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก	32.51 b	28.48 b	21.23	21.01	46.26 a	50.51 a
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง	41.31a	41.43 a	23.01	20.51	35.67 b	38.06 b
ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง	43.76 a	37.82 a	22.21	24.98	34.03 b	37.21 b
F-test	**	*	ns	ns	**	*
C.V. (%)	6.05	6.94	23.88	15.40	11.12	9.77

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, *, ** = แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติที่ทดสอบโดยวิธี DMRT



ภาพที่ 3 ลักษณะของรากส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนรากของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข)ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม

รูปแบบโครงสร้างการเจริญของราก

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก 2 และ 4 แท่ง ส่งผลให้รากมีลักษณะการเจริญลงตามแท่งพลาสติก และมีการแตกแขนงเพิ่มขึ้นในส่วนของรากแขนงทั้งภาชนะปลูกที่บรรจุดินและดินผสม เมื่อเปรียบเทียบกับรากของต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติกที่มีการเจริญของรากที่ไม่มีทิศทาง และจากการประเมินการแตกหักด้วยสายตา พบว่า ไม่มีการแตกหัก

ภาพที่ 4 ลักษณะการเจริญของรากต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือน หลังย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ได้แก่ (ก) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดิน; (ข)ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ค) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดิน; (ง) ภาชนะปลูกไม่ติดแท่งพลาสติก ที่บรรจุดินผสม; (จ) ภาชนะปลูกติดพลาสติก 2 แท่ง ที่บรรจุดินผสม; (ฉ) ภาชนะปลูกติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง ที่บรรจุดินผสม

ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นกล้ายางพารา

การศึกษาชนิดสูตรและอัตราของปุ๋ยต่อต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่าง ๆ โดยวัดการเจริญเติบโตของกล้าต้นยางพารา และธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้ายางพารา ได้ผลดังนี้

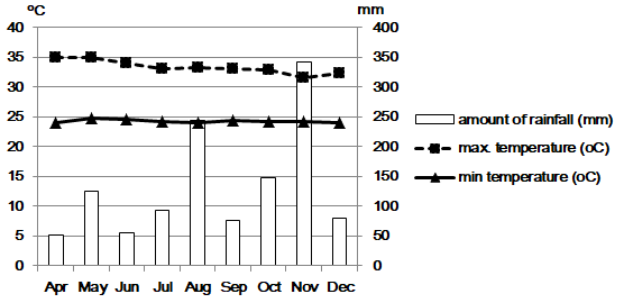
ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปในการทดลองครั้งนี้ ประกอบไปด้วย สภาพอากาศ ลักษณะส่วนผสมวัสดุปลูก และลักษณะของต้นกล้ายางพาราก่อนปลูก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

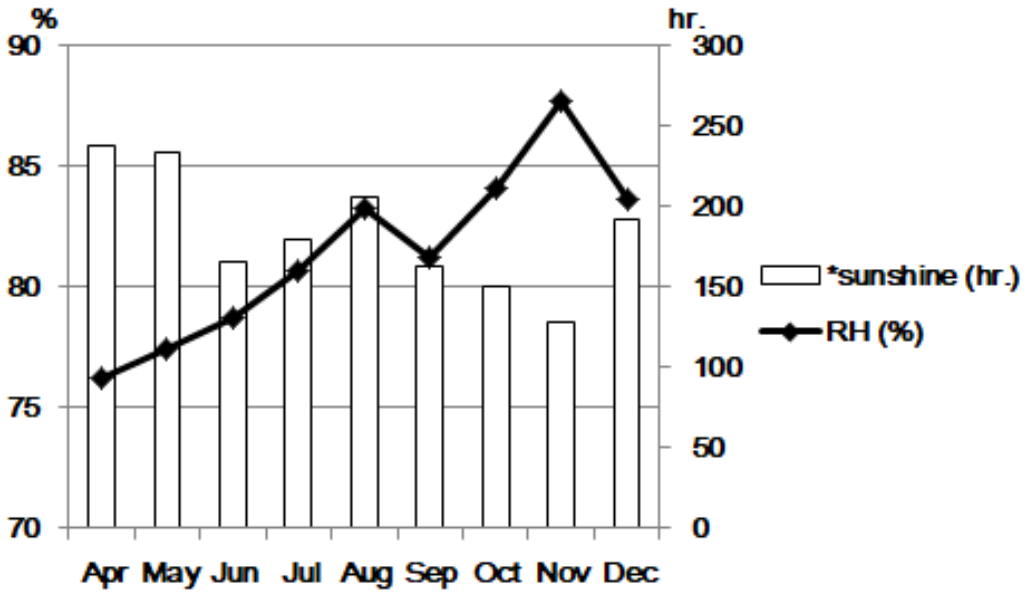
สภาพอากาศ

ในการทดลองนี้เก็บข้อมูลสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูง-ต่ำรายเดือน ปริมาณฝนสะสมรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์ และความยาวนานของแสงแดดรายเดือน มีรายละเอียด ดังนี้

ในช่วงเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558 พื้นที่ทดลองมีสภาพอากาศ (ภาพที่ 5-6) ดังนี้ ปริมาณฝนรายเดือนอยู่ในช่วง 50.9 – 341.6 มิลลิเมตร ในระยะเวลา 9 เดือนมีปริมาณฝนสะสม 1210.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดอยู่ในช่วง 31.59 - 35.03 และ 23.95 – 24.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ค่อย ๆ เพิ่มจาก ร้อยละ 76.26 ในเดือนเมษายน จนสูงถึงร้อยละ 87.69 ในเดือนพฤศจิกายน ความยาวนานของแสงแดดในแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 150.0 – 238.6 ชั่วโมง โดยความยาวนานของแสงแดดเฉลี่ยต่อวันในเดือนเมษายนอยู่ที่ 8.0 ชั่วโมง และในเดือนพฤศจิกายนอยู่ที่ 4.3 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 อุณหภูมิสูง-ต่ำ เฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำฝนในเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558
ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาปัตตานี



ภาพที่ 6 ความยาวนานของแสงแดด และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558
ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยาปัตตานี *สถานีอุตุนิยมวิทยายะลา (เกษตรยะลา)

ดิน

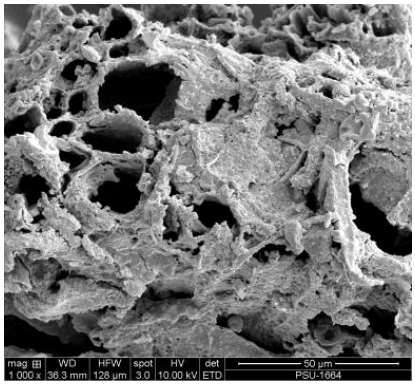
สมบัติบางประการของดินที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก (ตารางที่ 37) ได้แก่ เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งประกอบด้วยร้อยละของทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว คือ 50.86±2.04, 21.87±2.37, และ 27.26±0.58 ตามลำดับ พีเอชดินเป็นกรดแก่ คือ 5.20±0.01 การนำไฟฟ้าดิน 0.11±0.01 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) อินทรียวัตถุของดินร้อยละ 1.27±0.15 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 28.90±1.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดิน 0.19±0.01, 0.24±0.01, 0.19±0.01 เซนติโมล (+) ต่อกิโลกรัม (cmol+/kg)

ตารางที่ 37 สมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการของดินที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก

สมบัติของดิน	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (mean±SE)	ค่าที่เหมาะสม (นุชนารถ, 2551)
ทราย (sand, %)	50.86±2.04	
ทรายแป้ง (silt, %)	21.87±2.37	
ดินเหนียว (clay, %)	27.26±0.58	
เนื้อดิน (soil texture)	Sandy Clay Loam	
pH (ดิน:น้ำ; 1:5) (pH Meter)	5.20±0.01	4.5-5.5
Ec (dS/m) (ดิน:น้ำ; 1:5)	0.11±0.01	
OM (g/kg) (Walkey and Black)	1.27±0.15	10-25
Avail. P (mg/kg) (Bray 2)	28.90±1.66	11-30
Exch. K (cmol+/kg) (NH_4OAc Ext.)	0.19±0.01	>0.10
Exch. Ca (cmol+/kg) (NH_4OAc Ext.)	0.24±0.01	>0.30
Exch. Mg (cmol+/kg) (NH_4OAc Ext.)	0.19±0.01	>0.30

มูลแพะ

จากภาพถ่ายโครงสร้างสัณฐานวิทยาของมูลแพะ (ภาพที่ 7) ด้วยเทคนิค SEM ที่กำลังขยาย 1000 เท่า ค่าความต่างศักย์ 10 กิโลโวลต์ ระยะที่ปรากฏภาพ 50 ไมโครเมตร พบว่า มูลแพะมีพื้นผิวขรุขระเกาะกลุ่มเป็นร่างแห รูพรุนมีลักษณะโพรงเปิดแต่ไม่มีรูพรุนอยู่ด้านใน



ภาพที่ 7 โครงสร้างสัณฐานของมูลแพะโดย SEM ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

สมบัติบางประการของมูลแพะที่ใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุปลูก (ตารางที่ 38) ได้แก่ พีเอชของมูลแพะ 8.36±0.09 การนำไฟฟ้าของมูลแพะ 3.15±0.04 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และอินทรียวัตถุของมูลแพะ 38.06±2.70 กรัมต่อกิโลกรัม (g/kg) สำหรับการกระจายองค์ประกอบทางเคมีของมูลแพะ จากเครื่อง SEM (ตารางที่ 38) พบว่ามูลแพะมีปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากสุด รองลงไป ได้แก่ ซิลิกอน คลอไรด์ แคลเซียม อลูมินัม ซัลเฟอร์ แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส และโซเดียม

ตารางที่ 38 สมบัติทางเคมีของมูลแพะที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก

พารามิเตอร์**	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (mean±SE)
พีเอช	8.36±0.09
การนำไฟฟ้า (dS/m)	3.15±0.04
อินทรียวัตถุ (g/kg)	38.06±2.70
ไนโตรเจน (N, %)	5.40±0.51
ฟอสฟอรัส (P, %)	0.79±0.04
โพแทสเซียม (K, %)	5.50±0.26
แคลเซียม (Ca, %)	2.82±0.23
แมกนีเซียม (Mg, %)	0.88±0.08
โซเดียม (Na, %)	0.64±0.02
ซัลเฟอร์ (S, %)	0.99±0.03
คลอไรด์ (Cl, %)	2.89±0.13
เหล็ก (Fe, %)	0.85±0.15
อลูมินัม (Al, %)	1.08±0.20
ซิลิก้า (Si, %)	3.75±0.29

****ปริมาณธาตุวิเคราะห์อยู่ในรูปทั้งหมด**

เมล็ดยางพารา

องค์ประกอบธาตุอาหารในเมล็ดยางพารา (ตารางที่ 39) พบว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลางมีค่าสูงกว่าเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำ ส่วนแคลเซียมในเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำสูงกว่าเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง

ตารางที่ 39 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมของเมล็ดยางพารา RRIM 600 คุณภาพปานกลางและต่ำ

พารามิเตอร์ (g/kg)	คุณภาพเมล็ดยางพารา (mean±SE)		p-value	%CV
	ปานกลาง	ต่ำ		
ไนโตรเจน (N)	20.33±0.22	20.20±0.06	0.626^{ns}	1.13
ฟอสฟอรัส (P)	3.81±0.01	3.81±0.0003	0.965^{ns}	0
โพแทสเซียม (K)	4.10±0.04	3.59±0.03	0.006**	1.42
แคลเซียม (Ca)	0.20±0.0003	0.27±0.003	0.001**	1.09
แมกนีเซียม (Mg)	0.72±0.001	0.63±0.001	0.000**	0.25

หมายเหตุ **คือ แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

กล้ายางพารา

การวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้น (ราก ลำต้น และใบ) ของกล้ายางพารา RRIM 600 ต่อปริมาณไนโตรเจน (ตารางที่ 40) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราทำให้ปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 41.24±5.78 กรัมต่อกิโลกรัม และต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำ (30.14±3.24 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง (23.97±2.95 กรัมต่อกิโลกรัม) ไนโตรเจนในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพาราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ในส่วนของใบมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 50.51±5.02 กรัมต่อกิโลกรัม และในส่วนของราก (25.79±2.34 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าลำต้น (21.24±1.79 กรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดยางพาราและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ต่อปริมาณฟอสฟอรัส (ตารางที่ 41) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 4.39±0.40 กรัมต่อกิโลกรัม และต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำ (3.12±0.26 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง (2.41±0.40 กรัมต่อกิโลกรัม) ฟอสฟอรัสใบส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพาราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ในส่วนของรากต้นกล้ายางพารามีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด คือ 4.22±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม และในส่วนของลำต้นของต้นกล้ายางพารา (2.80±0.42 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณ

ฟอสฟอรัสสูงกว่าใบ (2.67±0.31 กรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดยางพาราและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>05)

ตารางที่ 40 ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

คุณภาพเมล็ดยางพารา	ส่วนของกล้ายางพารา (g/kg)			เฉลี่ย
	ราก	ลำต้น	ใบ	
สูง	30.43±1.47	30.02±1.87	74.30±12.98	41.24±5.78A
ปานกลาง	20.72±5.01	18.07±2.17	37.68±3.69	23.97±2.95B
ต่ำ	26.11±4.17	15.65±0.87	45.02±3.52	30.14±3.24B
เฉลี่ย	25.79±2.34B	21.24±1.79B	50.51±5.02A	
p-value				
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.000**			
องค์ประกอบต้น	0.000**			
คุณภาพเมล็ดยางพารา* องค์ประกอบต้น	0.027*			
CV (%)	31.64			

หมายเหตุ * คือ แตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05),**แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01), mean±SE

ตารางที่ 41 **ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง**

คุณภาพเมล็ดยางพารา	องค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา (g/kg)			เฉลี่ย
	ราก	ลำต้น	ใบ	
สูง	5.08±0.54	4.14±0.72	3.75±0.85	4.39±0.40A
ปานกลาง	3.89±0.73	1.46±0.23	1.63±0.11	2.41±0.40B
ต่ำ	3.83±0.26	2.80±0.70	2.64±0.31	3.12±0.26B
เฉลี่ย	4.22±0.30A	2.80±0.42B	2.67±0.31B	
p-value				
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.000**			
องค์ประกอบต้น	0.001**			
คุณภาพเมล็ดนางพารา* องค์ประกอบต้น	0.607^{ns}			
CV (%)	39.69			

หมายเหตุ **คือ แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ (p>0.05), mean±SE

การวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ต่อปริมาณโพแทสเซียม (ตารางที่ 42) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราทำให้ปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด คือ 19.92±3.35 กรัมต่อกิโลกรัม และใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง (14.42±1.36 กรัมต่อกิโลกรัม) ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำสุด คือ 11.60±1.91 กรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพาราไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีแนวโน้มปริมาณโพแทสเซียมมากสุด คือ 18.52±3.53 กรัมต่อกิโลกรัม และรองลงมา คือ ในส่วนของราก (14.57±1.86 กรัมต่อกิโลกรัม) และลำต้น (12.05±1.64 กรัมต่อกิโลกรัม) ของต้นกล้ายางพารา เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดยางพารา และส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>05$)

ตารางที่ 42 ค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

คุณภาพเมล็ดยางพารา	องค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา (g/kg)			เฉลี่ย
	ราก	ลำต้น	ใบ	
สูง	18.30±3.69	15.93±2.92	28.33±11.66	19.92±3.35A
ปานกลาง	15.21±3.10	15.28±1.88	11.95±1.20	14.42±1.36AB
ต่ำ	11.30±2.82	4.94±0.27	16.90±3.67	11.60±1.91B
เฉลี่ย	14.57±1.86	12.05±1.64	18.52±3.53	
p-value				
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.018*			
องค์ประกอบต้น	0.075ns			
คุณภาพเมล็ดยางพารา* องค์ประกอบต้น	0.296ns			
CV (%)	60.74			

หมายเหตุ *คือ แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$), ns คือ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$), mean±SE

การวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ต่อปริมาณแคลเซียม (ตารางที่ 43) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราทำให้ปริมาณแคลเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีปริมาณแคลเซียมสูงสุด คือ 4.08±0.92 กรัมต่อกิโลกรัม และต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำ (2.57±0.50

กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณแคลเซียมสูงกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง (2.23±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม) แคลเซียมในส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพาราแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณแคลเซียมสูงสุด คือ 5.09±0.86 กรัมต่อกิโลกรัม และ ในส่วนของลำต้นของต้นกล้ายางพารา (2.34±0.38 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณแคลเซียมสูงกว่าราก (1.70±0.31 กรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดยางพารา และส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<01$)

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยแคลเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

คุณภาพเมล็ดยางพารา	องค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา (g/kg)			เฉลี่ย
	ราก	ลำต้น	ใบ	
สูง	1.61±0.29	2.69±0.70	9.87±0.41	4.08±0.92A
ปานกลาง	1.61±0.05	3.39±0.54	1.40±0.07	2.23±0.30B
ต่ำ	1.83±0.76	0.93±0.12	4.55±0.68	2.57±0.50B
เฉลี่ย	1.70±0.31B	2.34±0.38B	5.09±0.86A	
p-value				
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.000**			
องค์ประกอบต้น	0.000**			
คุณภาพเมล็ดยางพารา* องค์ประกอบต้น	0.000**			
CV (%)	45.06			

หมายเหตุ **คือ แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$), mean±SE

การวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ต่อปริมาณแมกนีเซียม (ตารางที่44) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพของเมล็ดยางพาราทำให้ปริมาณแมกนีเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด คือ 2.42±0.31 กรัมต่อกิโลกรัม และต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลาง (1.85±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำ (1.33±0.16 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพาราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณแมกนีเซียมสูงสุด คือ 2.83±0.35 กรัมต่อกิโลกรัม และ ในส่วนของรากของต้นกล้ายางพารา (1.48±0.15 กรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณแมกนีเซียม

สูงกว่าลำต้น (1.27±0.10 กรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาถึงปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดยางพารา และส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมในคุณภาพเมล็ดและส่วนขององค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

คุณภาพเมล็ดยางพารา	องค์ประกอบต้นของกล้ายางพารา (g/kg)			เฉลี่ย
	ราก	ลำต้น	ใบ	
สูง	2.08±0.33	1.68±0.16	4.02±0.61	2.42±0.31A
ปานกลาง	1.30±0.18	1.29±0.07	3.51±0.65	1.85±0.30B
ต่ำ	1.15±0.17	0.83±0.11	1.89±0.32	1.33±0.16B
เฉลี่ย	1.48±0.15B	1.27±0.10B	2.83±0.35A	
p-value				
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.000**			
องค์ประกอบต้น	0.000**			
คุณภาพเมล็ดยางพารา* องค์ประกอบต้น	0.060ns			
CV (%)	35.54			

หมายเหตุ **คือ แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ (p>0.05), mean±SE

ข้อมูลต้นกล้ายางพาราอายุ 180 วัน (6 เดือน) หลังเพาะเมล็ด

น้ำหนักสด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักสดรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 45) อายุ 180 วัน หลังเพาะเมล็ด ก่อนดำเนินการเข้าสิ่งทดลอง พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารากับปุ๋ย มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) คุณภาพเมล็ดยางพารา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่ำที่สุด (ภาพที่ 8a) คือ 4.25±0.13 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (4.65±0.24 กรัมต่อต้น) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงที่สุด คือ 4.96±0.13 กรัมต่อต้น สำหรับสิ่งทดลองที่ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุด (ภาพที่ 8b) คือ 4.85±0.20 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา

21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) และปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ซึ่งคือ 4.78±0.24, 4.58±0.26, 4.53±0.22 และ 4.52±0.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

ความสูง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยความสูง (เหนือราก) ของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 45) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารากับปุ๋ย มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีค่าเฉลี่ยความสูงต่ำที่สุด (ภาพที่ 9a) คือ 35.60±1.22 เซนติเมตรต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพสูง (37.59±1.14 เซนติเมตรต่อต้น) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพต่ำมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด คือ 43.04±1.06 เซนติเมตรต่อต้น ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) มีแนวโน้มมีค่าเฉลี่ยความสูงมากสุด (ภาพที่ 9b) คือ 41.29±1.58 เซนติเมตรต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) และปุ๋ย 4-6-5+2 MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ซึ่งคือ 39.39±1.43, 38.75±1.67, 38.20±1.55 และ 37.99±1.69 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ

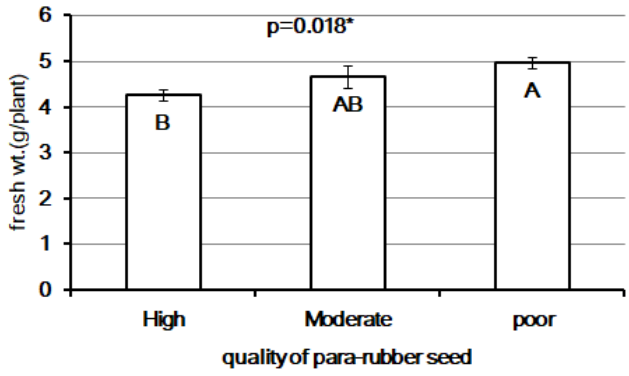
เส้นผ่านศูนย์กลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลาง (เหนือราก) ลำต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 45) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารากับปุ๋ย มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 10a) คือ 3.45±0.07 มิลลิเมตรต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพสูงและปานกลาง (3.39±0.11 และ 3.34±0.07 มิลลิเมตรต่อต้น ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์ลำต้นสูงสุด (ภาพที่ 10b) คือ 3.50±0.09 มิลลิเมตรต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ซึ่งคือ 3.47±0.09, 3.44±0.11, 3.34±0.16 และ 3.23±0.08 มิลลิเมตรต่อต้น ตามลำดับ

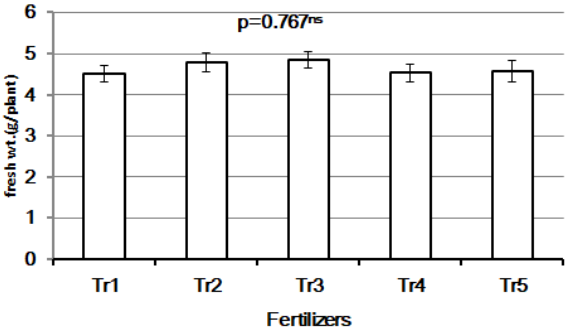
ตารางที่ 45 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา และการใช้ปุ๋ยต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสด ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

Source	Fresh wt.	Plant high	Plant diameter
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.0.018 *	0.000**	0.665 ns
การใช้ปุ๋ย (F)	0.767 ns	0.581 ns	0.418 ns
Q*F	0.659 *	0.904 ns	0.998 ns
%CV	26.12	20.84	17.68

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05), **คือ แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ (p<0.01), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ (p>0.05)



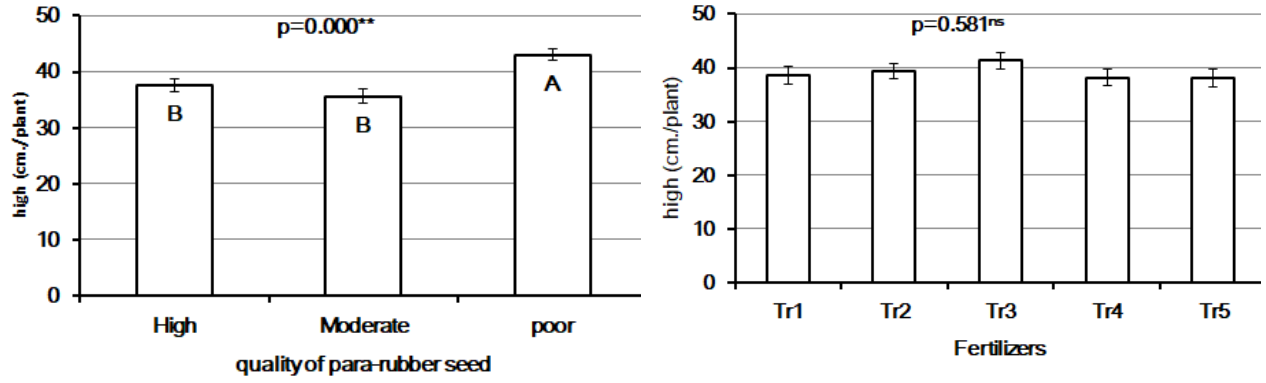
(a)



(b)

ภาพที่ 8 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักสดของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

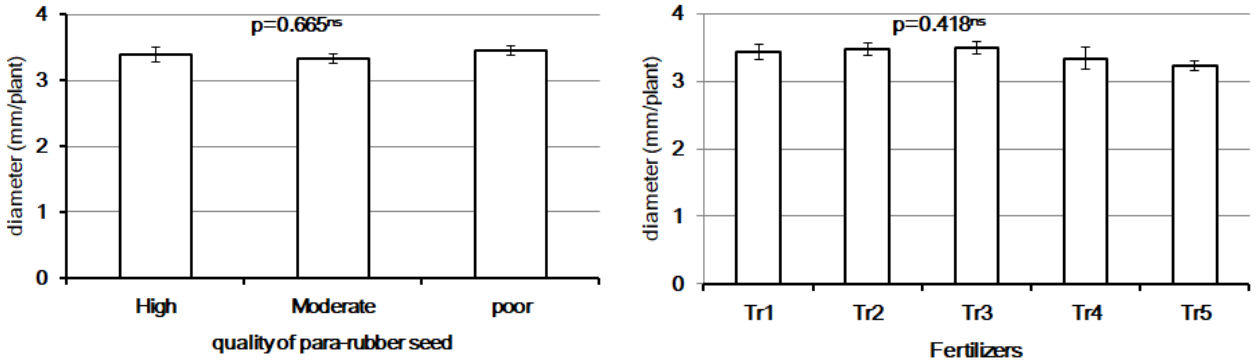
หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ(p>0.05) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



(a) (b)

ภาพที่ 9 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



(a) (b)

ภาพที่ 10 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) และการใช้ปุ๋ย (b) ต่อค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

น้ำหนักแห้งราก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้งรากของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 46) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงและต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากสูงที่สุด (ภาพที่ 11a) คือ 0.26±0.05 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (0.23±0.05 กรัมต่อต้น)

น้ำหนักแห้งลำต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 46) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 11b) คือ 0.93±0.16 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (0.74±0.19 กรัมต่อต้น) และคุณภาพเมล็ดสูง (0.47±0.05 กรัมต่อต้น)

น้ำหนักแห้งใบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 46) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบสูงที่สุด (ภาพที่ 11c) คือ 0.25±0.05 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (0.18±0.07 กรัมต่อต้น) และคุณภาพเมล็ดสูง (0.05±0.05 กรัมต่อต้น)

น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 46) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 11d) คือ 1.44±0.26 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (1.15±0.30 กรัมต่อต้น) และคุณภาพเมล็ดสูง (0.79±0.04 กรัมต่อต้น)

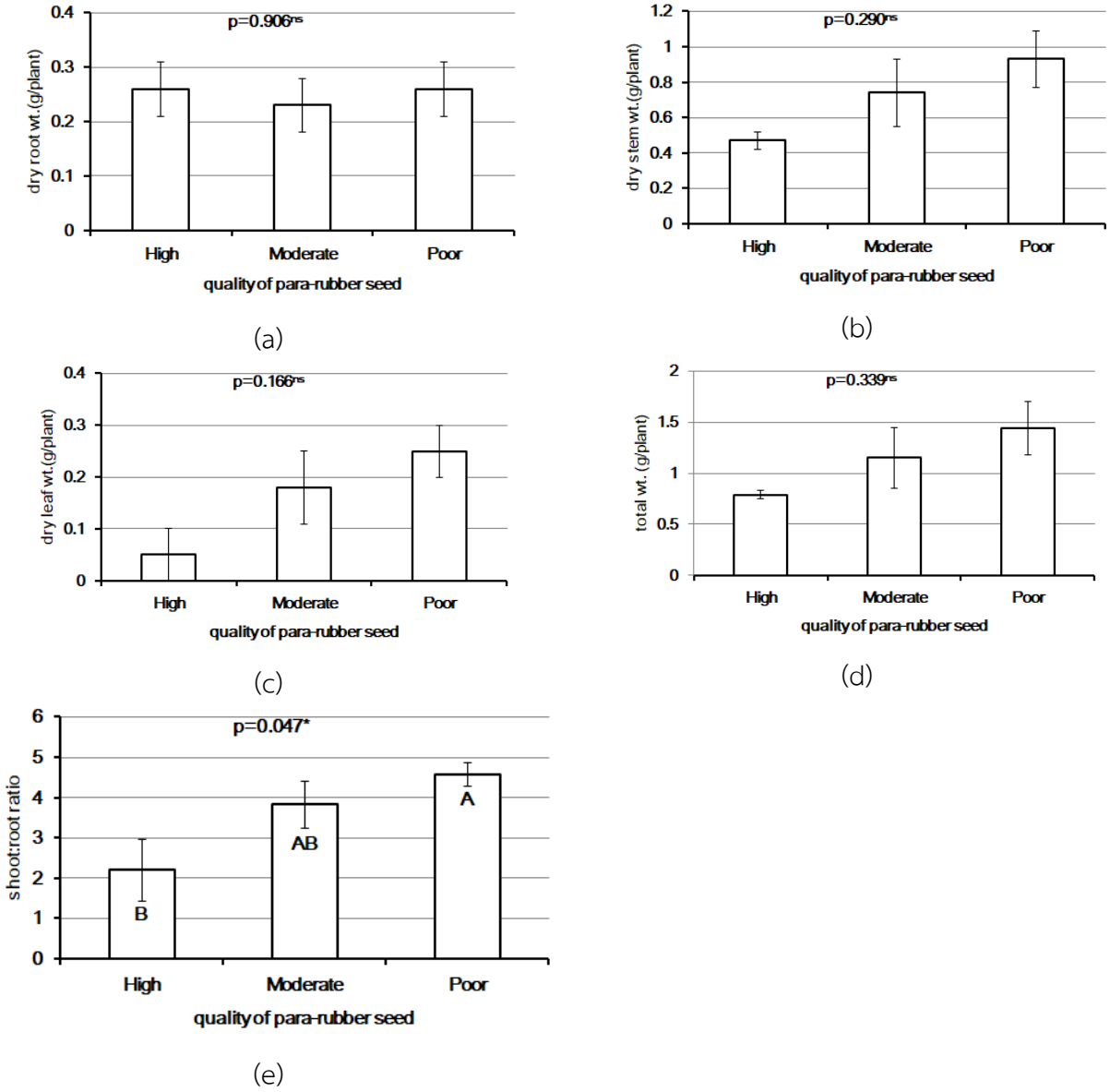
อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดิน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 46) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินสูงที่สุด (ภาพที่ 11e) คือ 4.57±0.29 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (3.82±0.59) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพสูงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินต่ำที่สุด คือ 2.19±0.77

ตารางที่ 46 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา ต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของราก ลำต้น ใบ รวมทั้งต้น และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

source	root	stem	leaf	total	Shoot:root ratio
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.906ns	0.290ns	0.166ns	0.339ns	0.047*
CV (%)	17.19	39.74	55.03	39.35	22.30

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 11 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (Means ±SE) น้ำหนักแห้งของราก (a) ลำต้น (b) ใบ (c) รวมทั้งต้น (d) และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดิน (e) ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ร้อยละวัตถุแห้ง (% dry matter) ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

ราก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งรากของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 47) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรากอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรากสูงที่สุด (ภาพที่ 12a) คือ 29.68±2.79 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 27.05±5.59) และคุณภาพเมล็ดสูง (ร้อยละ 23.11±1.89)

ลำต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 47) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 12b) คือ 33.37±2.09 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูง (ร้อยละ 31.36±6.36) และคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 29.52±5.00)

ใบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งใบของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 47) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งใบสูงที่สุด (ภาพที่ 12c) คือ 32.80±4.23 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 31.61±2.67) และคุณภาพเมล็ดต่ำ (ร้อยละ 30.50±2.23)

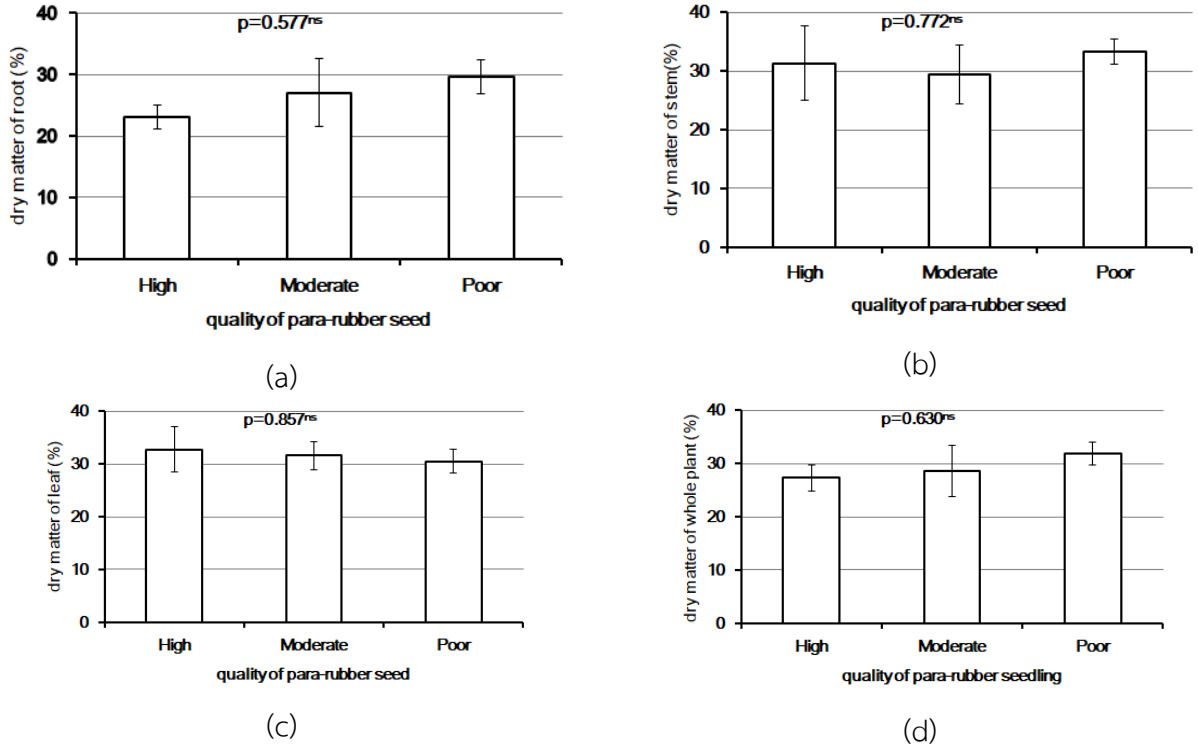
รวมทั้งต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 (ตารางที่ 47) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 12d) คือ 31.97±2.18 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ28.66±4.87) และคุณภาพเมล็ดสูง (ร้อยละ 27.31±2.46)

ตารางที่ 47 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา ต่อค่าเฉลี่ยของร้อยละวัตถุแห้งของราก ลำต้น ใบ และรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

source	root	stem	leaf	total
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.577^{ns}	0.775^{ns}	0.857^{ns}	0.630^{ns}
CV (%)	25.36	21.72	15.31	19.91

หมายเหตุ ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ (p>0.05)

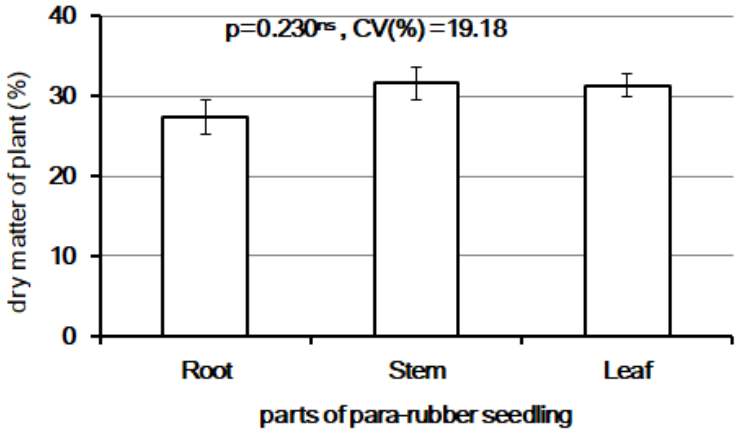


ภาพที่ 12 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (Means ±SE) ร้อยละวัตถุแห้งของราก (a) ลำต้น (b) ใบ (c) และรวมทั้งต้น (d) ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ(p>0.05) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

องค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งของส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 หลังจากงอกเป็นเวลา 60 วัน (ภาพที่ 13) พบว่า ส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งแต่ละส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในส่วนลำต้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งสูงที่สุด คือ 31.64±2.07 ซึ่งใกล้เคียงกับส่วนของใบ (ร้อยละ31.38±1.42) และส่วนของราก (ร้อยละ 27.34±2.19)



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบองค์ประกอบของลำต้นต่อค่าเฉลี่ย (Means±SE) ร้อยละวัตถุแห้งของราก ลำต้น และใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 ก่อนเข้าสิ่งทดลอง

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของกล้ายางพาราในถุงเพาะชำ

อัตราการรอดตาย

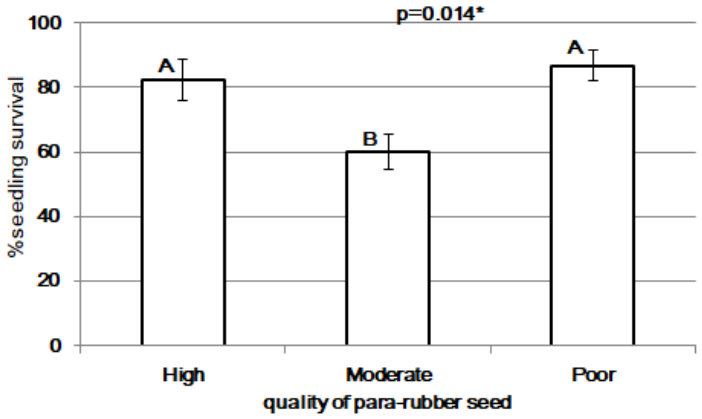
จากการวิเคราะห์สถิติถึงผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา และปุ๋ย (สูตรและอัตราของปุ๋ย) ต่ออัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 270 วัน (ตารางที่ 48) พบว่า คุณภาพเมล็ดยางพารามีอัตราการรอดตายในถุงเพาะชำแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่อายุ 270 วัน โดย ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่ำมีอัตราการรอดตายสูงสุด คือ ร้อยละ 86.67±4.80 (ภาพที่ 14) ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการรอดตายของต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราคุณภาพสูง (ร้อยละ 82.22±6.40) สำหรับต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลางมีอัตราการรอดตายต่ำสุด คือ ร้อยละ 60.00±5.53 สำหรับปุ๋ยในทุกสิ่งทดลองมีอัตราการรอดตายในถุงเพาะชำที่อายุ 270 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 48) โดยพบว่า ต้นกล้าจากเมล็ดยางพาราคุณภาพต่าง ๆ มีอัตรา

การรอดตายใกล้เคียงกันในช่วง ร้อยละ 73.96±10.85 – 84.37±8.10 (ภาพที่ 15) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ยสูตร 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือนมีแนวโน้มให้อัตราการรอดตายสูงสุด ส่วนอัตราการรอดตายที่มีแนวโน้มต่ำสุด เมื่อต้นกล้ายางพาราได้รับปุ๋ยสูตร 4-6-5 + 2 MgO 85 กรัมต่อต้น อิทธิพลร่วมระหว่างคุณภาพของเมล็ดยางพารากับปุ๋ยในทุกสิ่งการทดลองมีอัตราการรอดตายในถุงเพาะชำที่อายุ 270 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 48 p-value ของค่าเฉลี่ย (Means±SE) อัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

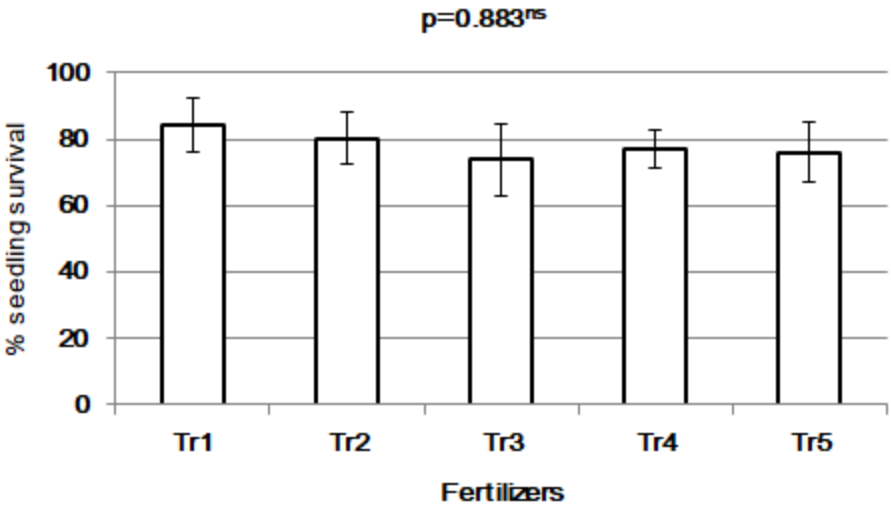
Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา	0.014*
ปุ๋ย	0.883^{ns}
คุณภาพเมล็ดยางพารา*ปุ๋ย	0.366^{ns}
%CV	28.03

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$), ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 14 ผลของคุณภาพเมล็ดของยางพาราต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละอัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 15 ผลของการใช้ปุ๋ยต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละอัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 **,** Tr1 = 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน , Tr2 = 4-6-5+2MgO อัตรา 170 กรัมต่อต้น, Tr3 = 4-6-5+2MgO อัตรา 85 กรัมต่อต้น, Tr4 = 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน, Tr5 = 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน

การเติบโตของต้นกล้ายางพาราเมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

การเติบโตและผลิตซากพืชของต้นยางพาราที่อายุ 0-9 เดือน หลังเพาะชำ ณ ที่เพาะชำในโรงเรือน แผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี โดยวัดการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง จำนวนการแตกยอดใหม่ และมวลชีวภาพ ติดตามผลผลิตซากพืชรายเดือน เป็นเวลา 9 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2558 ดังนี้

อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดิน

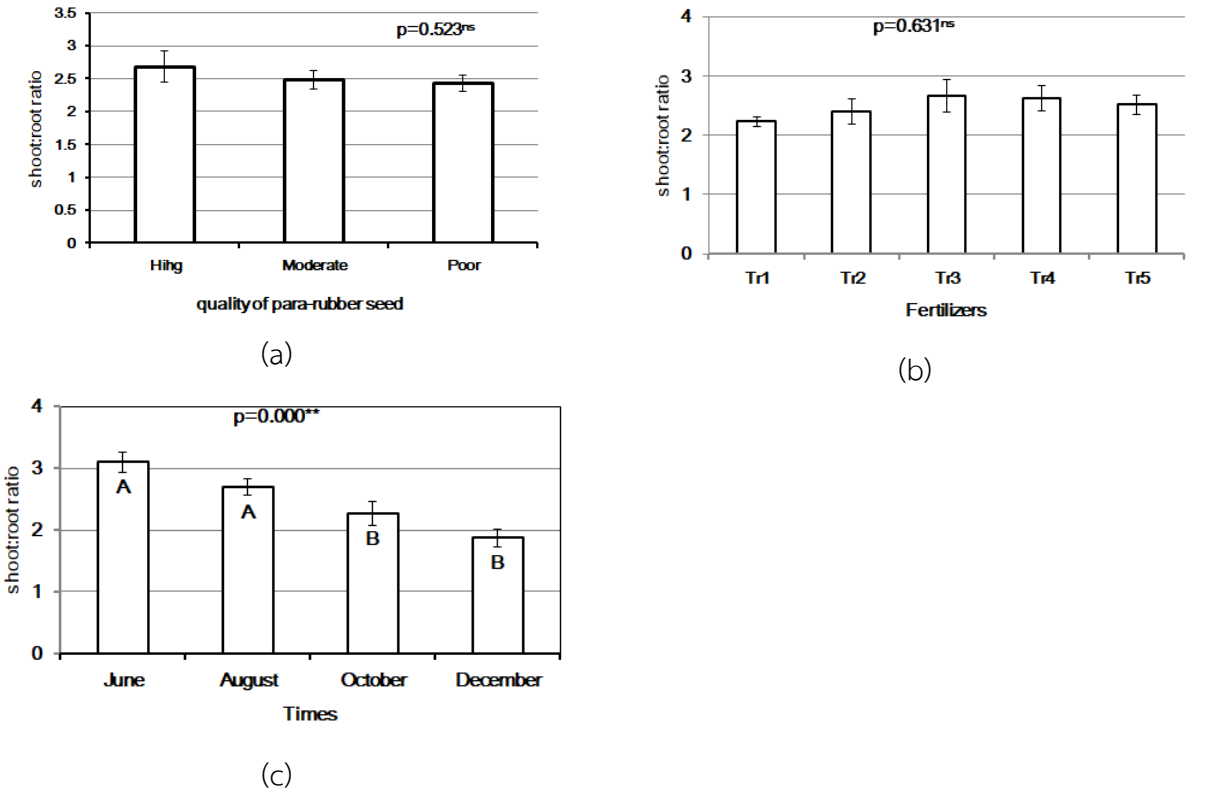
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 49) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p<0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เวลามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของ

อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินสูงที่สุด (ภาพที่ 16a) คือ 2.68±0.24 ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางและต่ำ (2.48±0.14 และ 2.43±0.12 ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85 กรัมต่อต้น (Tr3) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินสูงที่สุด (ภาพที่ 16b) คือ 2.67±0.27 ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170 กรัมต่อต้น (Tr2) และปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1), (2.62±0.21, 2.52±0.16, 2.40±0.21 และ 2.23±0.09 ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินสูงสุด (ภาพที่ 16c) คือ 3.10±0.17 ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (2.70±0.14) รองลงมาคือในระยะเวลา 7 เดือน (October) คือ 2.27±0.20 และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 9 เดือน (December) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินต่ำที่สุด คือ 1.87±0.15

ตารางที่ 49 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.523^{ns}
การใช้ปุ๋ย (F)	0.631^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.067^{ns}
Q*T	0.021*
F*T	0.096^{ns}
Q*F*T	0.061^{ns}
%CV	38.01

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$), **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 16 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

น้ำหนักแห้ง

ราก

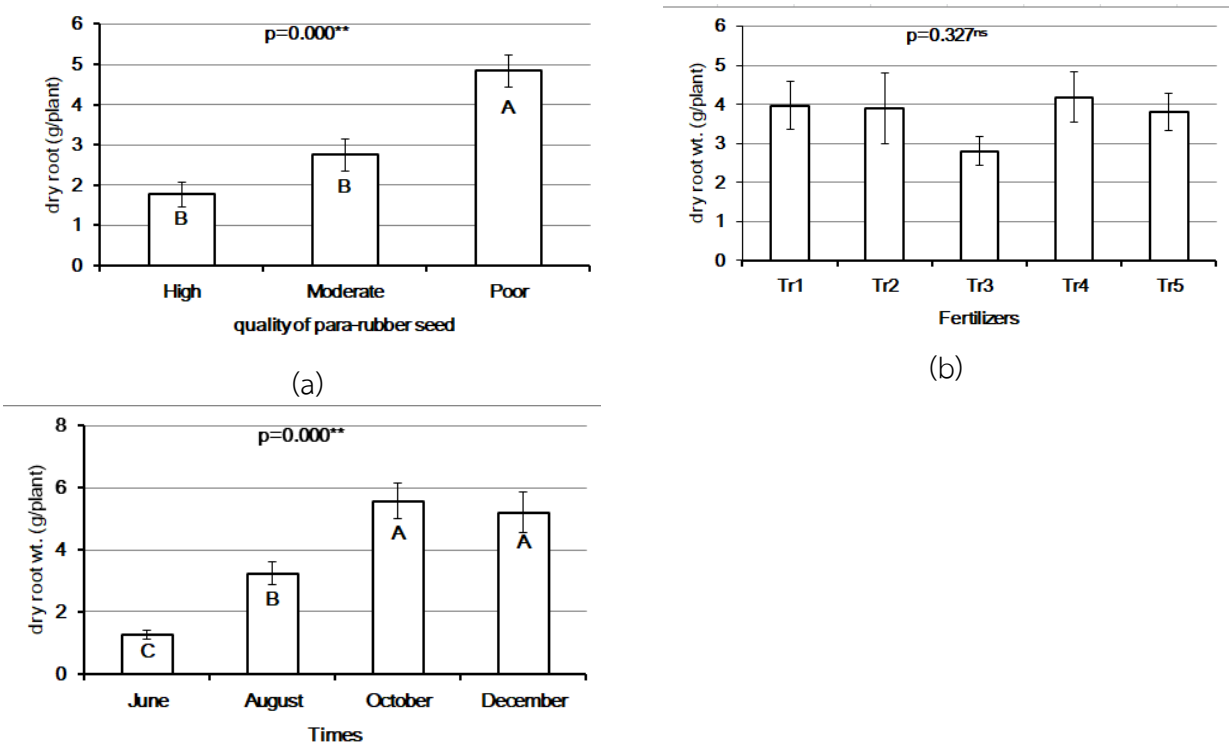
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 50) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุด (ภาพที่ 17a) คือ 4.84±0.40 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (2.75±0.40 กรัมต่อต้น) ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูง (1.77±0.31 กรัมต่อต้น) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากสูงที่สุด (ภาพที่ 17b) คือ 4.18±0.64 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน

(Tr5) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) (3.97±0.62, 3.89±0.91, 3.80±0.48 และ 2.79±0.37 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากสูงสุด (ภาพที่ 17c) คือ 5.57±0.57 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (5.20±0.65 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ 3.24±0.36 กรัมต่อต้น และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของรากต่ำที่สุด คือ 1.26±0.15 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 50 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งราก ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.327^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.959^{ns}
Q*T	0.214^{ns}
F*T	0.128^{ns}
Q*F*T	0.999^{ns}
%CV	75.11

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 17 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลำต้น

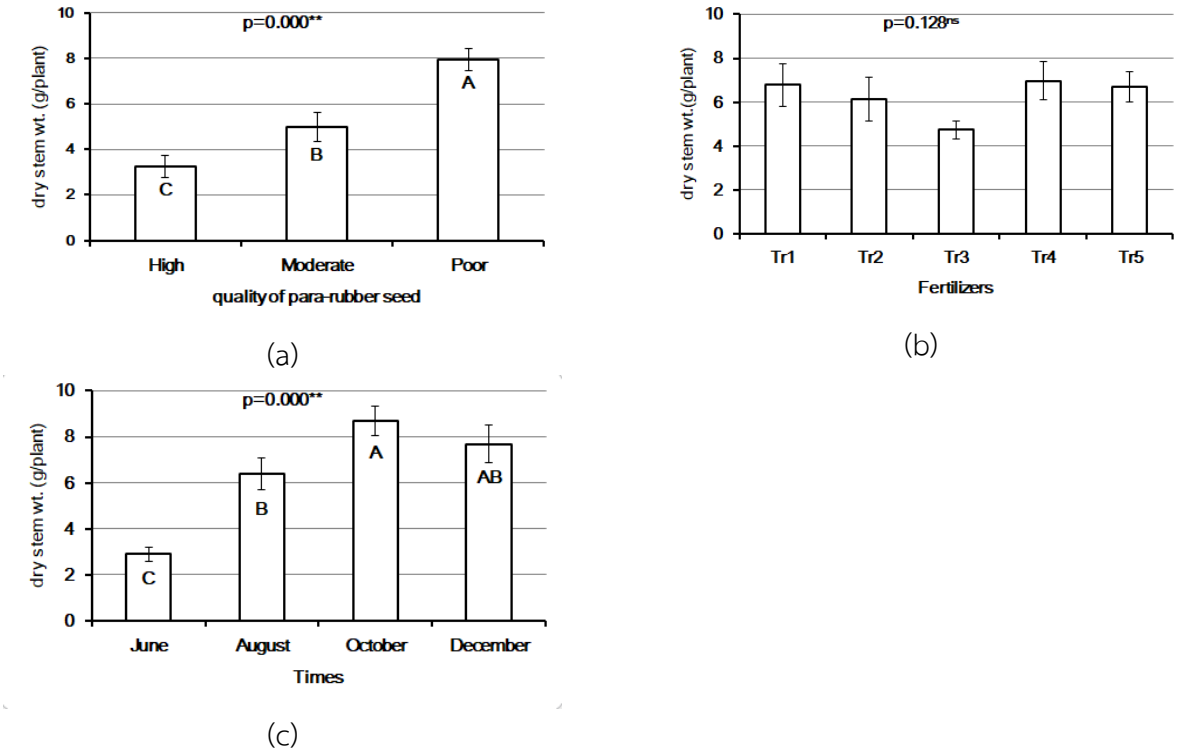
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 51) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 18a) คือ 7.94±0.49 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (4.97±0.63) กรัมต่อต้น และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นต่ำสุด คือ 3.25±0.48 กรัมต่อต้น ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 18b) คือ 6.97±0.87 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+ 2MgO

อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) (6.78±0.99, 6.69±0.71, 6.13±1.00 และ 4.74±0.41 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นสูงสุด (ภาพที่ 18c) คือ 8.70±0.65 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (7.69±0.81 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ 6.41±0.69 กรัมต่อต้นและระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้นต่ำที่สุด คือ 2.88±0.30 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 51 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งลำต้น ของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.128^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.826^{ns}
Q*T	0.404^{ns}
F*T	0.118^{ns}
Q*F*T	0.976^{ns}
%CV	57.60

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 18 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ใบ

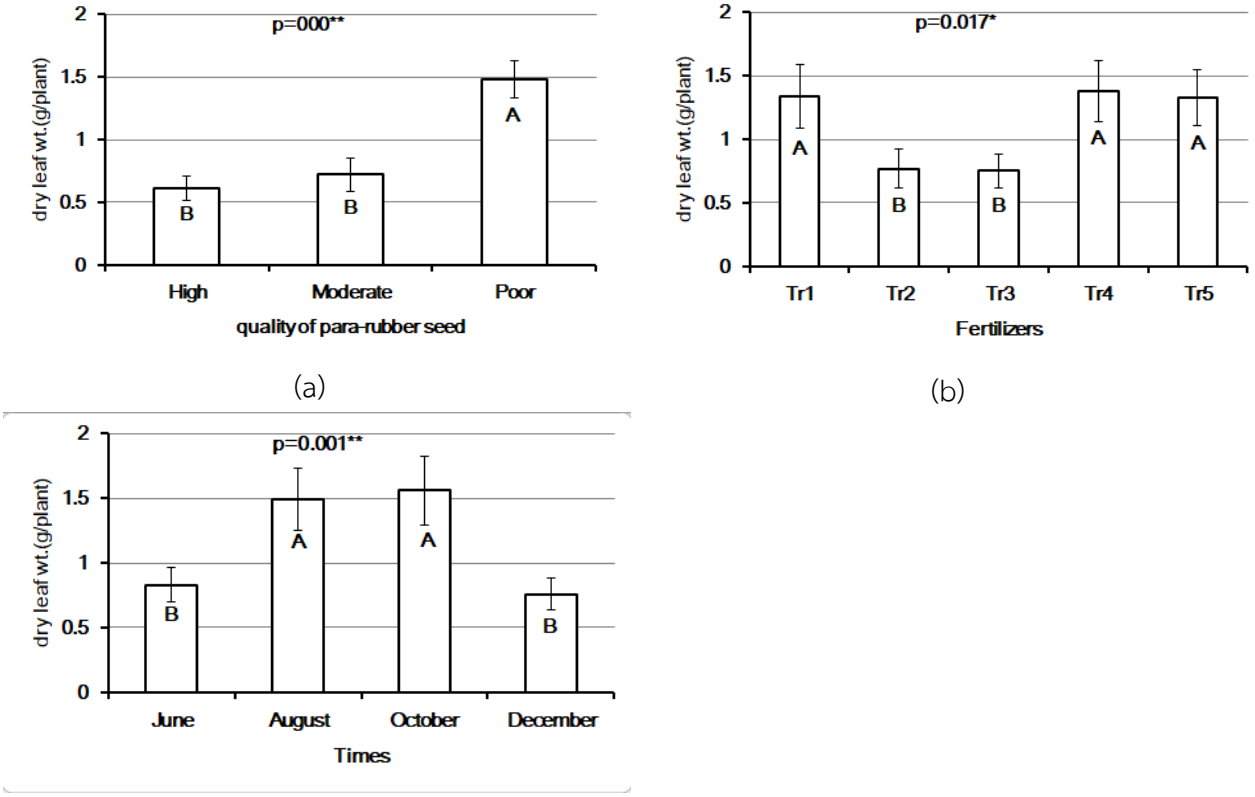
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 52) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีน้ำหนักแห้งของใบสูงที่สุด (ภาพที่ 19a) คือ 1.48±0.15 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (0.72±0.13) กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบต่ำสุด คือ 0.61±0.10 กรัมต่อต้น ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบสูงที่สุด (ภาพที่19b) คือ 1.38±0.24 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และ

ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ซึ่งคือ 1.34±0.25 และ 1.33±0.22 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) (0.75±0.13 กรัมต่อต้น) ให้ค่าน้ำหนักแห้งของใบต่ำที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (0.77±0.15 กรัมต่อต้น) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบสูงสุด ภาพที่ 19c) คือ 1.56±0.27 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (1.49±0.24 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือในระยะเวลา 3 เดือน (June) คือ 0.83±0.13 กรัมต่อต้นและระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 9 เดือน (December) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของใบต่ำที่สุด คือ 0.75±0.12 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 52 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.017*
ระยะเวลา (T)	0.001**
Q*F	0.848^{ns}
Q*T	0.701^{ns}
F*T	0.003**
Q*F*T	0.872^{ns}
%CV	83.03

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ($p<0.05$), **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 19 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ทั้งต้น

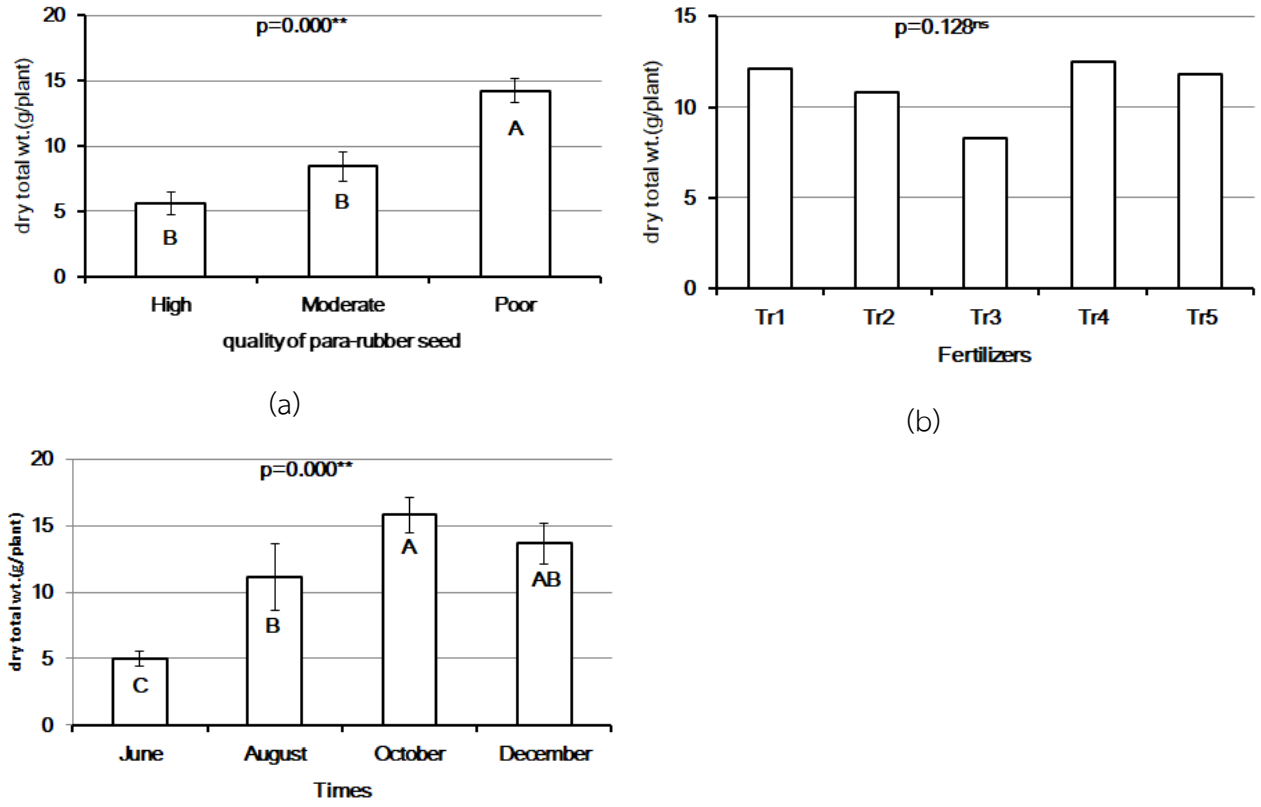
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 53) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 20a) คือ 14.26±0.94 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (8.44±1.11 กรัมต่อต้น) ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นต่ำสุด คือ 5.63±0.88 กรัมต่อต้น ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 20b) คือ 12.54±1.21 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับ

ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ซึ่งคือ 12.08±1.79, 11.81±1.29, 10.79±2.03 และ 8.28±0.80 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นสูงสุด (ภาพที่ 20c) คือ 15.83±1.35 กรัมต่อต้น ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (13.65±1.54 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ 11.14±2.51 กรัมต่อต้น และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นต่ำที่สุด คือ 4.97±0.56 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 53 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.128^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.903^{ns}
Q*T	0.446^{ns}
F*T	0.067^{ns}
Q*F*T	0.991^{ns}
%CV	61.83

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 20 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จำนวนยอดใหม่

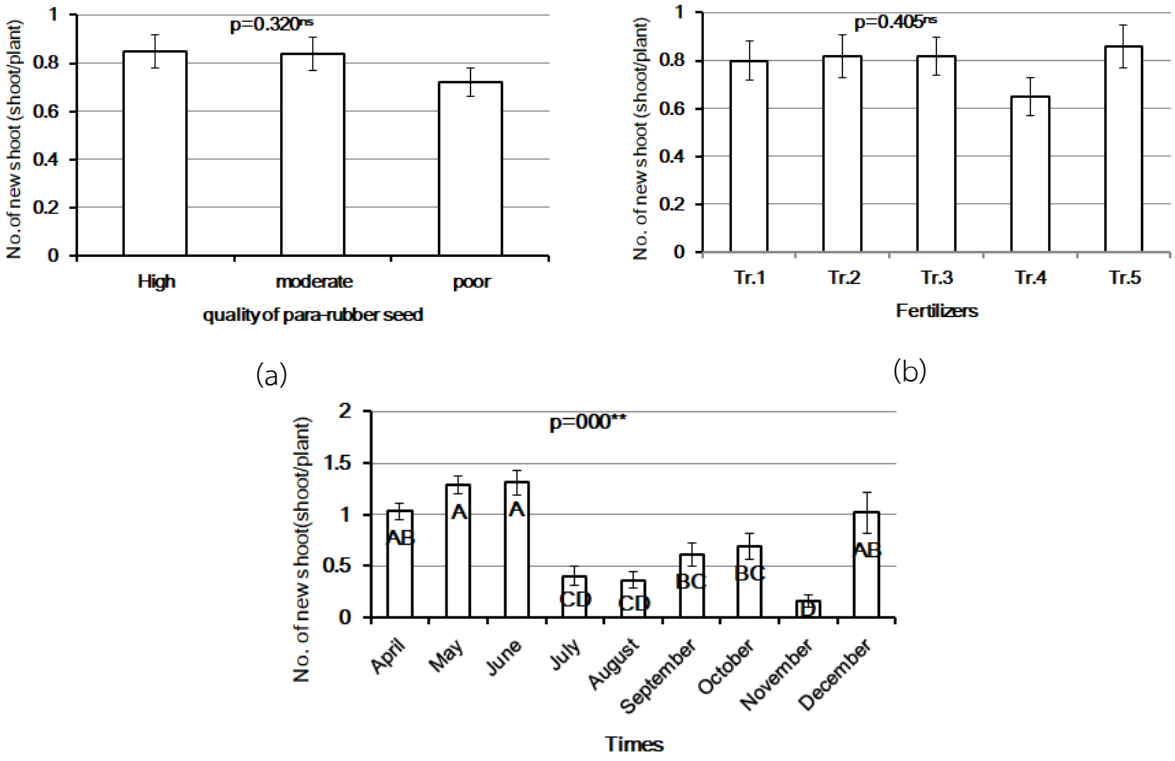
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 54) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และปุ๋ย มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เวลามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 21a) คือ 0.85±0.07 ยอด ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลางและต่ำ (0.84±0.07 และ 0.71±0.06 ยอด ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 21b) คือ 0.86±0.09 ยอด

ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ซึ่งคือ 0.82±0.09, 0.82±0.08, 0.80±0.08 และ 0.65±0.08 ยอด ตามลำดับ และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนสูงสุด (ภาพที่ 21c) คือ 1.31±0.12 ยอด ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 2 เดือน (May) (1.29±0.09 ยอด) 1 เดือน (April) (1.03±0.08 ยอด) 9 เดือน (December) (1.02±0.20 ยอด) รองลงมาคือในระยะเวลา 7 เดือน (October) คือ 0.69±0.13 ยอด ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลา 6 เดือน (September) 4 เดือน (July) และ 5 เดือน (August) ซึ่งคือ 0.61±0.11, 0.40±0.09, และ 0.36±0.08 ยอด และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 8 เดือน (November) มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนต่ำที่สุด คือ 0.15±0.06 ยอด

ตารางที่ 54 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยจำนวนยอดใหม่ต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.320^{ns}
การใช้ปุ๋ย (F)	0.405^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.045^{*}
Q*T	0.011^{*}
F*T	0.103^{ns}
Q*F*T	0.344^{ns}
%CV	119.42

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ($p<0.05$), **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 21 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) จำนวนยอดใหม่ต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความสูงสะสม

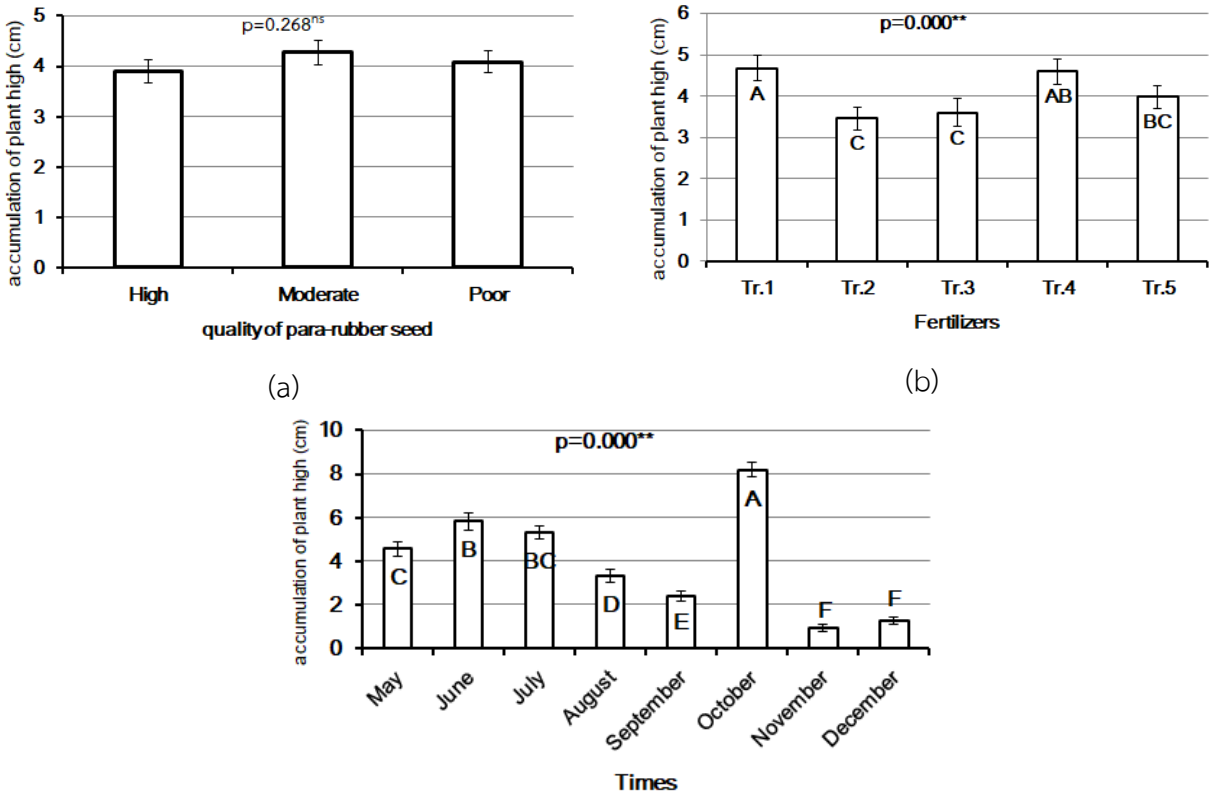
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 55) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปุ๋ย และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 22a) คือ 4.27±0.25 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพต่ำและสูง (4.09±0.22 และ 3.91±0.23 เซนติเมตร ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ให้ค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 22b) คือ

4.67±0.31 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (4.59±0.30 เซนติเมตร) รองลงมา ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) และ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ซึ่งคือ, 3.98±0.28, 3.60±0.33 และ 3.45±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนสูงสุด (ภาพที่ 22c) คือ 8.19±0.34 เซนติเมตร รองลงมาระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) คือ 5.28±0.41 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 4 เดือน (July) (5.30±0.32 เซนติเมตร) ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (3.31±0.32 เซนติเมตร) 6 เดือน (September) (2.37±0.25 เซนติเมตร) 9 เดือน (December) คือ 1.24±0.18 เซนติเมตร และระยะเวลาในช่วง 8 เดือน (November) มีค่าเฉลี่ยการสะสมความสูงต่อเดือนต่ำที่สุด คือ 0.91±0.14 เซนติเมตร

ตารางที่ 55 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยความสูงสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.268^{ns}
การใช้ปุ๋ย (F)	0.000^{**}
ระยะเวลา (T)	0.000^{**}
Q*F	0.624^{ns}
Q*T	0.226^{ns}
F*T	0.000^{**}
Q*F*T	0.138^{ns}
%CV	75.15

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 22 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ความสูงสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เส้นผ่านศูนย์กลางสะสม

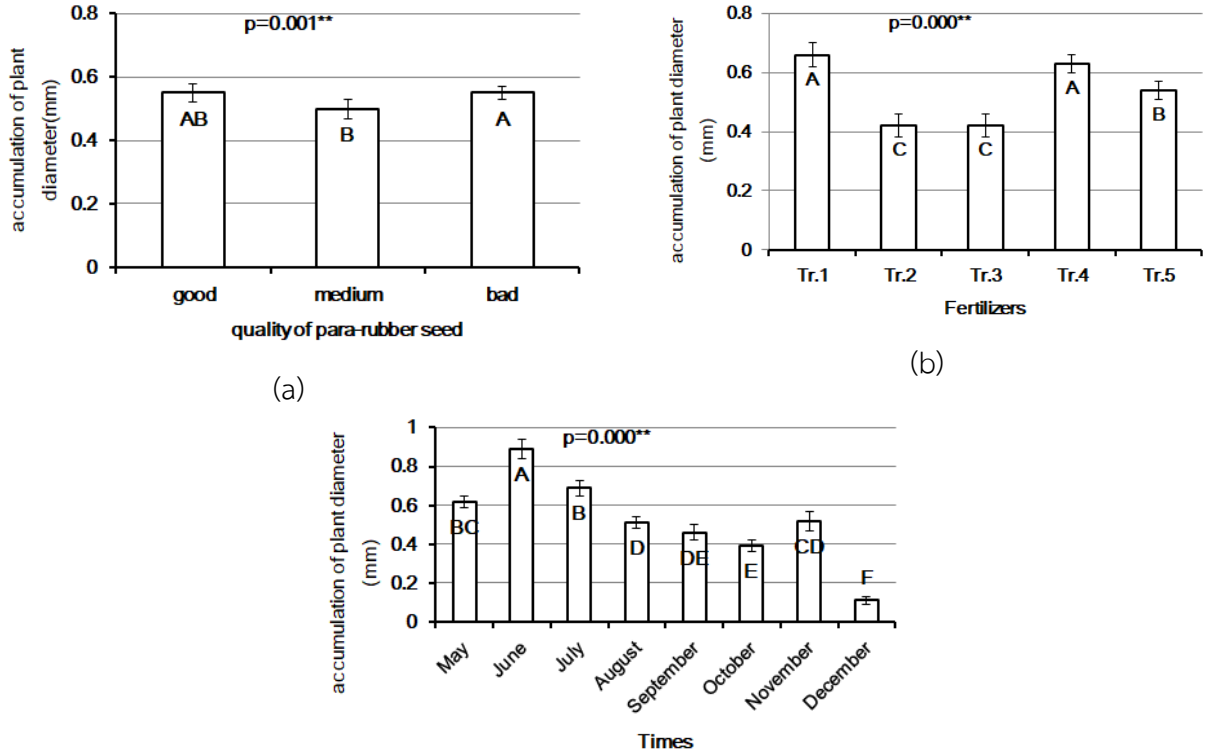
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 56) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คุณภาพเมล็ดยางพารา ปุ๋ย และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 23a) คือ 0.55±0.02 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูง (0.55±0.03 มิลลิเมตร) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนต่ำที่สุด คือ 0.50±0.03 มิลลิเมตร ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับ

ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนสูงที่สุด (ภาพที่ 23b) คือ 0.66±0.04 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (0.63±0.03 มิลลิเมตร) รองลงมา ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) คือ 0.54±0.03 มิลลิเมตร ส่วนปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) และ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนต่ำที่สุด ซึ่งคือ 0.42±0.04 มิลลิเมตร สำหรับระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนสูงสุด (ภาพที่ 23c) คือ 0.89±0.05 มิลลิเมตร รองลงมาระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 4 เดือน (July) คือ 0.69±0.04 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 2 เดือน (May) (0.62±0.03 มิลลิเมตร) ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 8 เดือน (November) (0.52±0.05 มิลลิเมตร) 5 เดือน (August) (0.51±0.03 มิลลิเมตร) 6 เดือน (September) (0.46±0.04 มิลลิเมตร) และ 7 เดือน (October) คือ 0.39±0.03 มิลลิเมตร และระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนต่ำที่สุด คือ 0.11±0.02 มิลลิเมตร

ตารางที่ 56 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.001**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.000**
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.208ns
Q*T	0.046*
F*T	0.000**
Q*F*T	0.861ns
%CV	74.49

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ($p<0.05$), **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 23 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) เส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ร้อยละวัตถุแห้ง

ราก

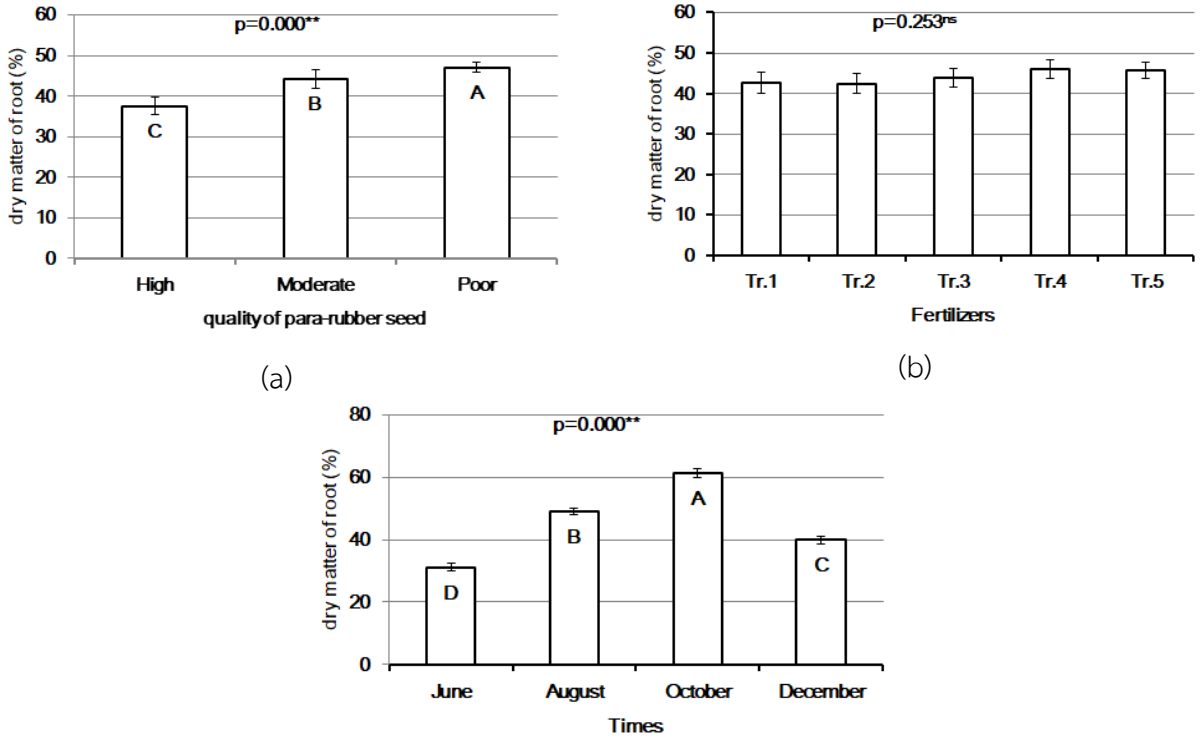
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 57) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากสูงที่สุด (ภาพที่ 24a) คือ ร้อยละ 47.06±1.30 รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 44.05±2.29) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 37.49±2.19 ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อ

เดือน (Tr4) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากสูงที่สุด (ภาพที่24b) คือ 46.09±2.26 ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (ร้อยละ 45.73±2.10, 43.82±2.30, 42.66±2.65 และ 42.40±2.53 ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากสูงสุด (ภาพที่ 24c) คือ ร้อยละ 61.35±1.49 รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ ร้อยละ 49.21±1.03 ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (ร้อยละ 39.87±1.09) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของรากต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 31.16±1.16

ตารางที่ 57 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.253^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.127^{ns}
Q*T	0.833^{ns}
F*T	0.428^{ns}
Q*F*T	0.173^{ns}
%CV	15.38

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 24 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งรากของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลำต้น

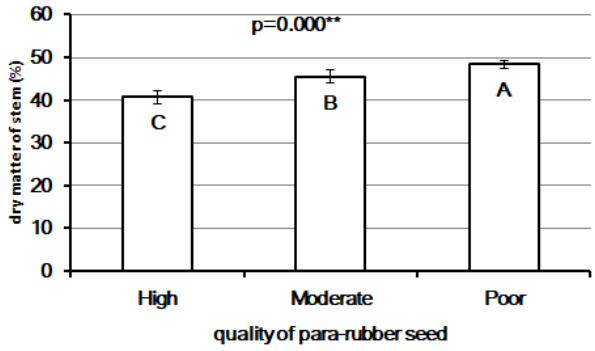
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 58) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 25a) คือ ร้อยละ 48.35±0.84 รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพปานกลาง (ร้อยละ 45.43±1.51) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 40.67±1.58 ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 25b) คือ ร้อยละ 47.37±1.47 ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น

(Tr3) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (ร้อยละ 46.77±1.69, 445.75±1.46, 45.15±1.76 และ 44.51±1.59 ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นสูงสุด (ภาพที่ 25c) คือ ร้อยละ 57.78±0.90 รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ ร้อยละ 47.97±1.00 ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (ร้อยละ 42.59±0.84) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของลำต้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 38.63±0.89

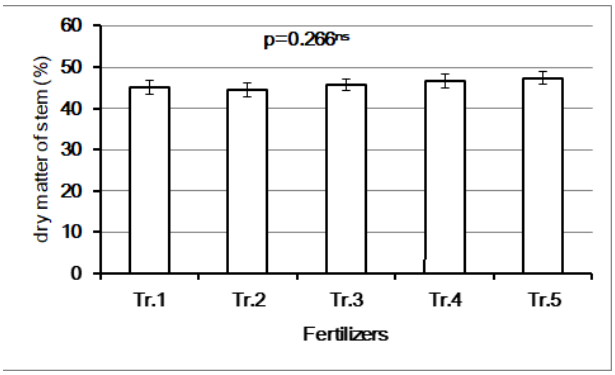
ตารางที่ 58 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย เวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.266^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.119^{ns}
Q*T	0.490^{ns}
F*T	0.295^{ns}
Q*F*T	0.104^{ns}
%CV	10.73

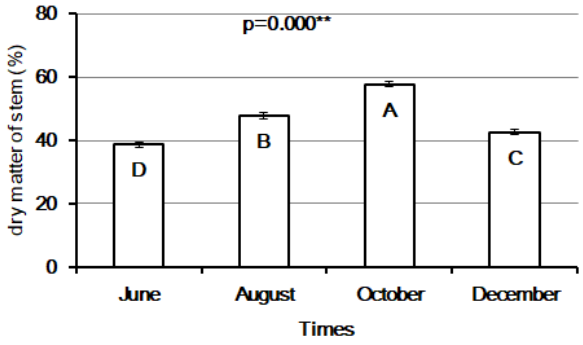
หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 25 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งลำต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ใบ

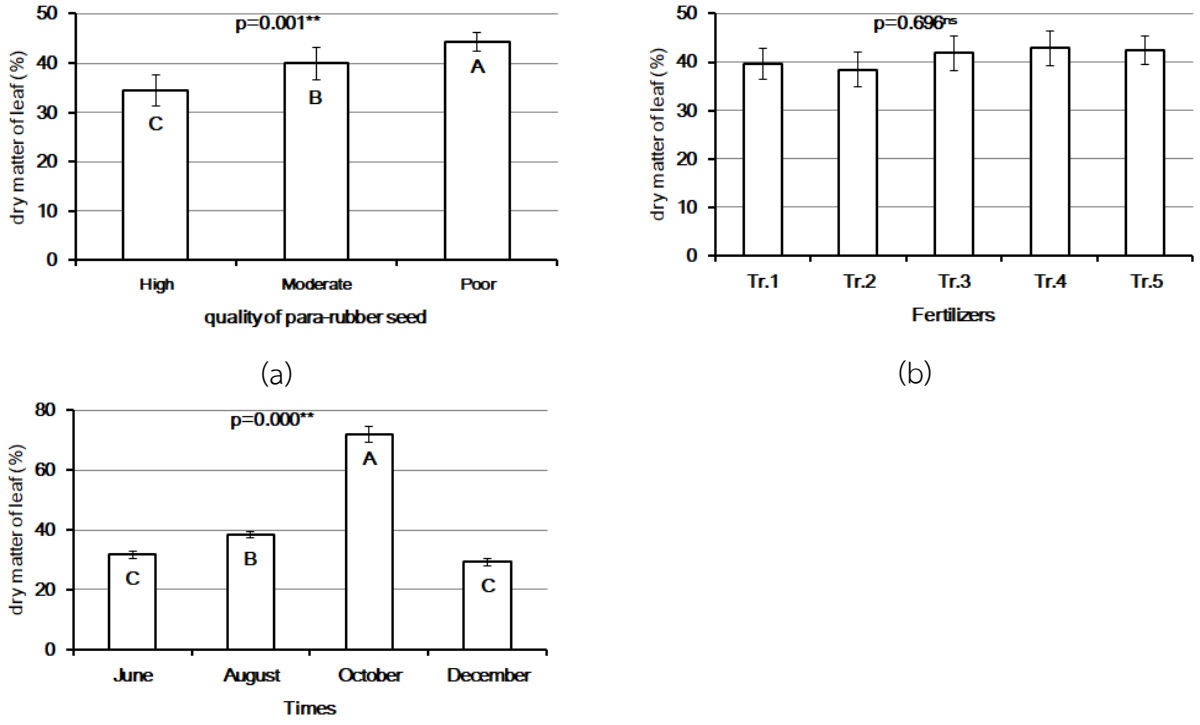
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 59) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบสูงที่สุด (ภาพที่ 26a) คือ ร้อยละ 44.33±1.95 รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 39.95±3.29) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 34.45±3.07 ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบสูงที่สุด (ภาพที่ 26b) คือ ร้อยละ 42.92±3.57 ซึ่ง

ใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (ร้อยละ 42.32±2.94, 41.90±3.58, 39.58±3.23 และ 38.42±3.53 ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบสูงสุด (ภาพที่ 26c) คือ ร้อยละ 72.09±2.61 รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ ร้อยละ 38.44±0.93 ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 3 เดือน (June) (ร้อยละ 31.69±1.15) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 9 เดือน (December)มีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของใบต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 29.27±1.32

ตารางที่ 59 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.001**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.696^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.268^{ns}
Q*T	0.788^{ns}
F*T	0.248^{ns}
Q*F*T	0.327^{ns}
%CV	22.10

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 26 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งใบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

รวมทั้งต้น

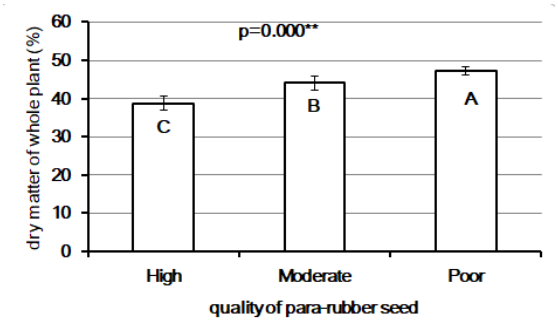
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 60) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา และคุณภาพเมล็ดยางพารา+ปุ๋ย+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) คุณภาพเมล็ดยางพารา และเวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 27a) คือ ร้อยละ 47.18±1.03 รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลาง (ร้อยละ 44.10±1.83) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 38.76±1.87 ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นสูงที่สุด (ภาพที่ 27b) คือ ร้อยละ 46.00±1.72 ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น

(Tr3) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (ร้อยละ 45.86±1.98, 44.55±1.78, 43.25±2.20 และ 42.95±1.93 ตามลำดับ) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง ช่วง 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นสูงสุด (ภาพที่ 27c) คือ ร้อยละ 59.92±1.19 รองลงมาคือในระยะเวลา 5 เดือน (August) คือ ร้อยละ 46.76±0.91 ตามด้วยระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (ร้อยละ 40.74±0.87) และระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุง 3 เดือน (June) มีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งของทั้งต้นต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 34.90±0.91

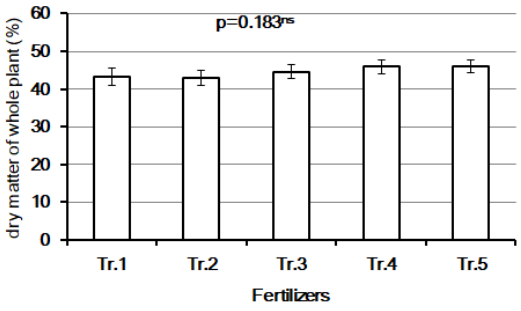
ตารางที่ 60 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา และอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
การใช้ปุ๋ย (F)	0.183^{ns}
ระยะเวลา (T)	0.000**
Q*F	0.094^{ns}
Q*T	0.752^{ns}
F*T	0.436^{ns}
Q*F*T	0.135^{ns}
%CV	11.85

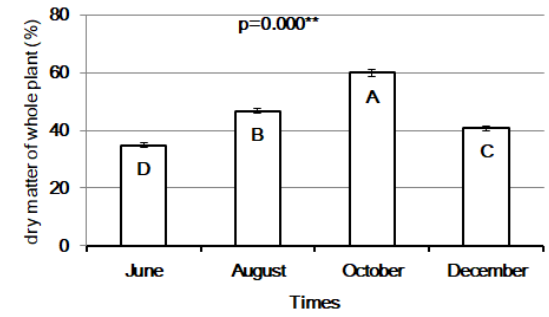
หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



(a)



(b)



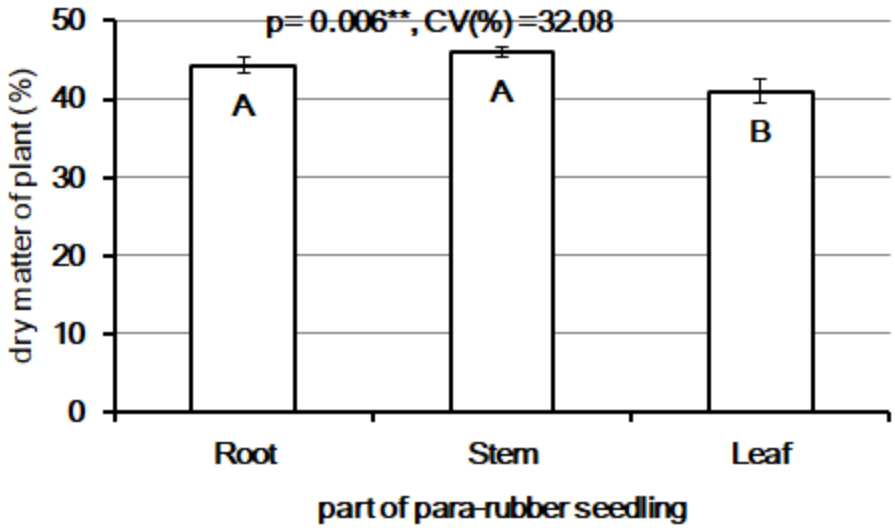
(c)

ภาพที่ 27 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) และเวลา (c) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ร้อยละวัตถุแห้งรวมทั้งต้นของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

องค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลร้อยละวัตถุแห้งของส่วนองค์ประกอบด้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 เมื่อปลูกในถุงเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน (ภาพที่ 28) พบว่า ส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งแต่ละองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบส่วนองค์ประกอบต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในส่วนลำต้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งสูงที่สุด คือ 46.02±0.71 ซึ่งใกล้เคียงกับส่วนของราก (ร้อยละ44.29±1.05) และส่วนของใบมีค่าเฉลี่ยร้อยละวัตถุแห้งต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 41.03±1.46



ภาพที่ 28 เปรียบเทียบร้อยละวัตถุแห้งขององค์ประกอบของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ธาตุอาหารพืช

ไนโตรเจน

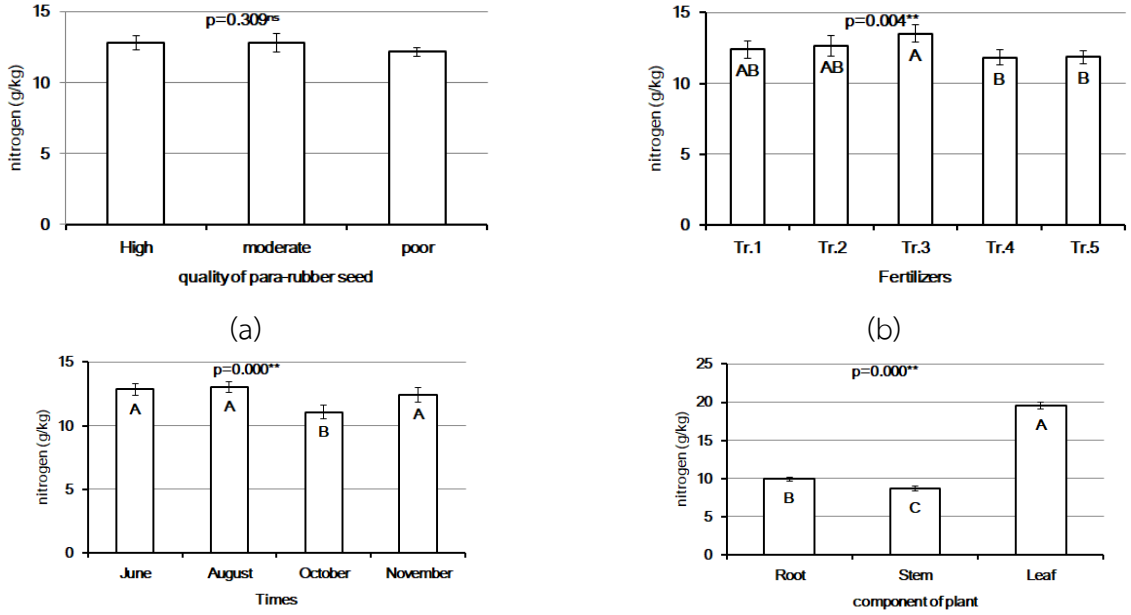
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 61) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปุ๋ย (F)+คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q) ปุ๋ย+เวลา (T) ปุ๋ย+องค์ประกอบต้นพืช (C) คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบต้นพืช เวลา+องค์ประกอบต้นพืช ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบของต้นพืช ปุ๋ย+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปุ๋ย เวลา และองค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่คุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนสูงที่สุด (ภาพที่ 29a) คือ 12.82±0.67 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพสูงและต่ำ (12.81±0.52 และ 12.17±0.33 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ให้ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 13.52±0.60 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 29b) ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (12.62±0.73 กรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1)

(12.39±0.59 กรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) ให้ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนต่ำที่สุด คือ 11.83±0.54 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) 11.86±0.47 กรัมต่อกิโลกรัม ระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 5 เดือน (August) ให้ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนสูงสุด (ภาพที่ 29c) คือ 13.06±0.44 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาในช่วง 3 เดือน (June) (12.85±0.45 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (12.44±0.58 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาต้นกล้ายางพาราเพาะชำเป็นเวลา 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนต่ำที่สุด คือ 11.06±0.54 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณเฉลี่ยไนโตรเจนสูงที่สุด (ภาพที่ 29d) คือ 19.57±0.49 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ส่วนของราก (9.90±0.29 กรัมต่อกิโลกรัม) และส่วนของลำต้น (8.65±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 61 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืชและอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยไนโตรเจนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
การใช้ปุ๋ย (F)	0.004**
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.309ns
ระยะเวลา (T)	0.000**
องค์ประกอบต้นพืช (C)	0.000**
F*Q	0.000**
F*T	0.000**
F*C	0.001**
Q*T	0.884ns
Q*C	0.001**
T*C	0.000**
F*Q*T	0.000**
F*Q*C	0.002**
F*T*C	0.000**
Q*T*C	0.000**
F*Q*T*C	0.000**
%CV	43.64

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 29 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ไนโตรเจนของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ฟอสฟอรัส

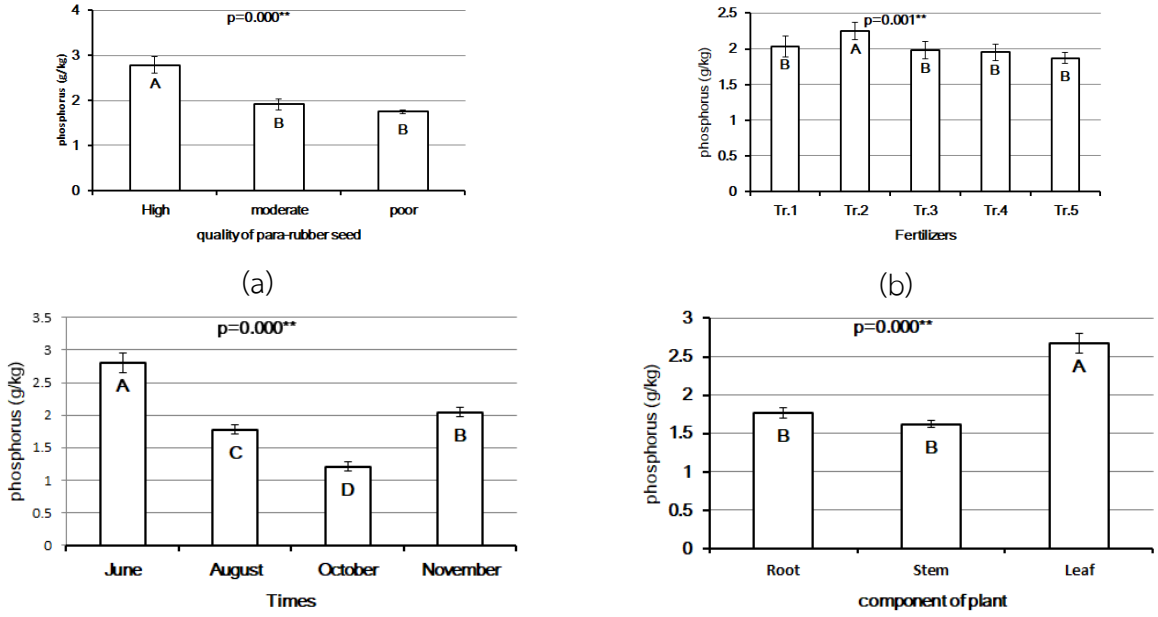
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 62) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปุ๋ย (F)+คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q) ปุ๋ย+เวลา (T) ปุ๋ย+องค์ประกอบต้นพืช (C) คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา เวลา+องค์ประกอบต้นพืช ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบของต้นพืช ปุ๋ย+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา เวลา และองค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูงมีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสสูงที่สุด (ภาพที่ 30a) คือ 2.79±0.18 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางและต่ำ (1.91±0.12 และ 1.75±0.04 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) ให้ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือ 2.25±0.12 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 30b) รองลงมา คือ ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) คือ 2.03±0.15 กรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) (1.98±0.12 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-

6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (1.95±0.11 กรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) (1.87±0.08 กรัมต่อกิโลกรัม) ระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสสูงสุด (ภาพที่ 30c) คือ 2.81±0.15 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) คือ 2.04±0.07 กรัมต่อกิโลกรัม และระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (1.78±0.07 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาต้นกล้ายางพาราเพาะชำเป็นเวลา 7 เดือน (October) ให้ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ 1.21±0.07 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณเฉลี่ยฟอสฟอรัสสูงที่สุด (ภาพที่ 30d) คือ 2.67±0.13 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ส่วนของราก คือ 1.77±0.07 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับส่วนของลำต้น (1.62±0.05 กรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 62 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืชและอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
การใช้ปุ๋ย (F)	0.001**
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.000**
ระยะเวลา(T)	0.000**
องค์ประกอบต้นพืช (C)	0.000**
F*Q	0.000**
F*T	0.000**
F*C	0.002**
Q*T	0.000**
Q*C	0.000**
T*C	0.000**
F*Q*T	0.000**
F*Q*C	0.000**
F*T*C	0.000**
Q*T*C	0.000**
F*Q*T*C	0.000**
%CV	52.45

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)



ภาพที่ 30 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) ฟอสฟอรัสของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

โพแทสเซียม

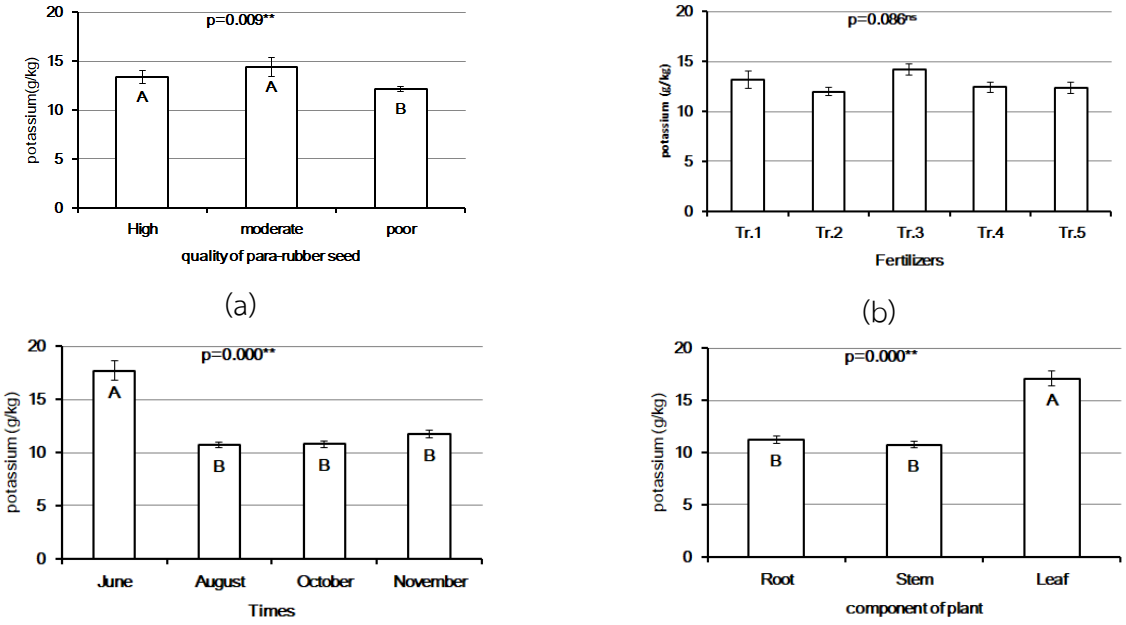
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 63) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปุ๋ย (F)+คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q) ปุ๋ย+เวลา (T) ปุ๋ย+องค์ประกอบต้นพืช (C) คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบต้นพืช เวลา+องค์ประกอบต้นพืช ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลาปุ๋ย+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คุณภาพเมล็ดยางพารา เวลา และองค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 31a) คือ 14.41±0.99 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดสูง (13.39±0.67 กรัมต่อกิโลกรัม) และต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำมีค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมต่ำที่สุด คือ 12.19±0.27 กรัมต่อกิโลกรัม ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ให้ค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมสูงที่สุด คือ 14.21±0.60 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 31b) ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อ

ต้นต่อเดือน (Tr1) (13.17±0.90 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (12.43±0.50 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) (12.34±0.57 กรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (12.00±0.40 กรัมต่อกิโลกรัม) ระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมสูงสุด (ภาพที่ 31c) คือ 17.72±0.91 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) คือ 11.77±0.34 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับระยะเวลาต้นกล้ายางพาราเพาะชำเป็นเวลา 7 เดือน (October) (10.81±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (10.73±0.27 กรัมต่อกิโลกรัม) และส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณเฉลี่ยโพแทสเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 31d) คือ 17.10±0.71 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ส่วนของราก (11.21±0.34 กรัมต่อกิโลกรัม) และส่วนของลำต้น (10.74±0.31 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 63 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืชและอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยโพแทสเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
การใช้ปุ๋ย (F)	0.086^{ns}
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.009^{**}
ระยะเวลา (T)	0.000^{**}
องค์ประกอบต้นพืช (C)	0.000^{**}
F*Q	0.000^{**}
F*T	0.000^{**}
F*C	0.010^{**}
Q*T	0.000^{**}
Q*C	0.000^{**}
T*C	0.000^{**}
F*Q*T	0.000^{**}
F*Q*C	0.000^{**}
F*T*C	0.000^{**}
Q*T*C	0.000^{**}
F*Q*T*C	0.000^{**}
%CV	48.40

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 31 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) โพแทสเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

แคลเซียม

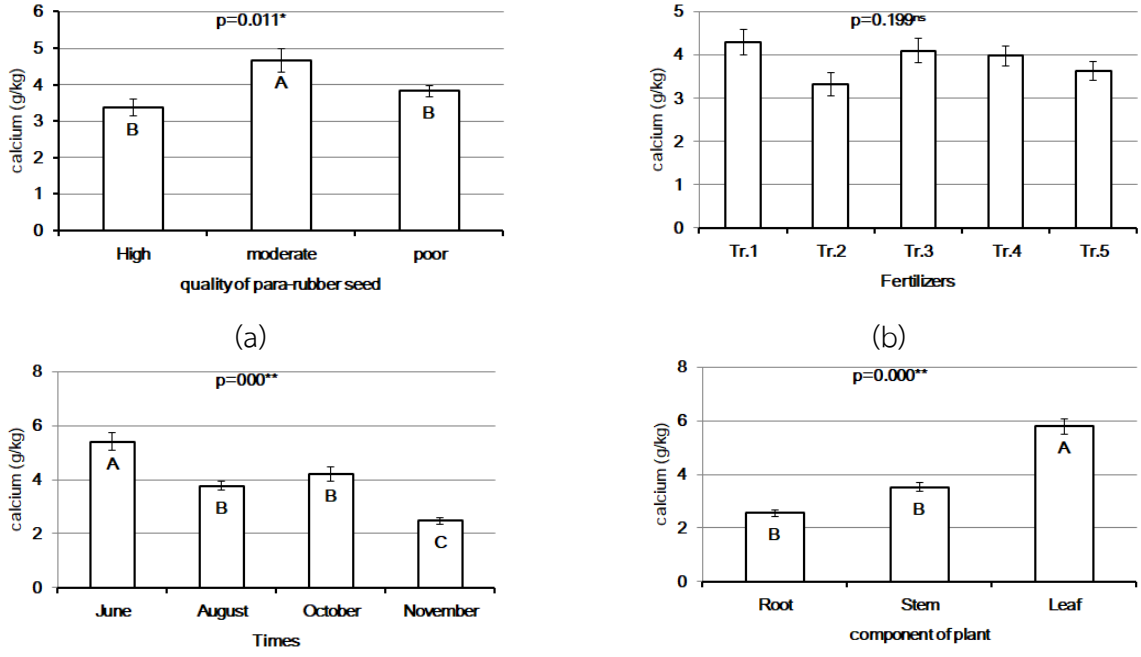
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 64) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปุ๋ย (F)+คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q) คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา (T) ปุ๋ย+องค์ประกอบต้นพืช (C) เวลา+องค์ประกอบต้นพืช ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบของต้นพืช ปุ๋ย+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เวลา และองค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) สำหรับคุณภาพเมล็ดยางพารามีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีค่าเฉลี่ยแคลเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 32a) คือ 4.67±0.33 กรัมต่อกิโลกรัมรองลงมาคือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพต่ำและสูง (3.82±0.15 และ 3.38±0.23 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ให้ค่าเฉลี่ยแคลเซียมสูงที่สุด คือ 4.30±0.30 กรัมต่อกิโลกรัม

(ภาพที่ 32b) ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) (4.10±0.29 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (3.98±0.23 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) (3.62±0.22 กรัมต่อกิโลกรัม) และ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (3.33±0.27 กรัมต่อกิโลกรัม) ระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยแคลเซียมสูงสุด (ภาพที่ 32c) คือ 5.41±0.33 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ระยะเวลาต้นกล้ายางพาราเพาะชำเป็นเวลา 7 เดือน (October) (4.21±0.28 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาในช่วง 5 เดือน (August) (3.77±0.16 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (2.47±0.11 กรัมต่อกิโลกรัม) ให้ค่าเฉลี่ยแคลเซียมต่ำที่สุด ส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณเฉลี่ยแคลเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 32d) คือ 5.79±0.29 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ส่วนของลำต้น (3.53±0.15 กรัมต่อกิโลกรัม) และส่วนของราก (2.56±0.13 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 64 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืชและอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยแคลเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
การใช้ปุ๋ย (F)	0.119^{ns}
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.011^{*}
ระยะเวลา (T)	0.000^{**}
องค์ประกอบต้นพืช (C)	0.000^{**}
F*Q	0.003^{**}
F*T	0.000^{**}
F*C	0.001^{**}
Q*T	0.000^{**}
Q*C	0.051^{ns}
T*C	0.000^{**}
F*Q*T	0.000^{**}
F*Q*C	0.000^{**}
F*T*C	0.000^{**}
Q*T*C	0.000^{**}
F*Q*T*C	0.000^{**}
%CV	67.79

หมายเหตุ *แตกต่างกันทางสถิติ, **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 32 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) แคลเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

แมกนีเซียม

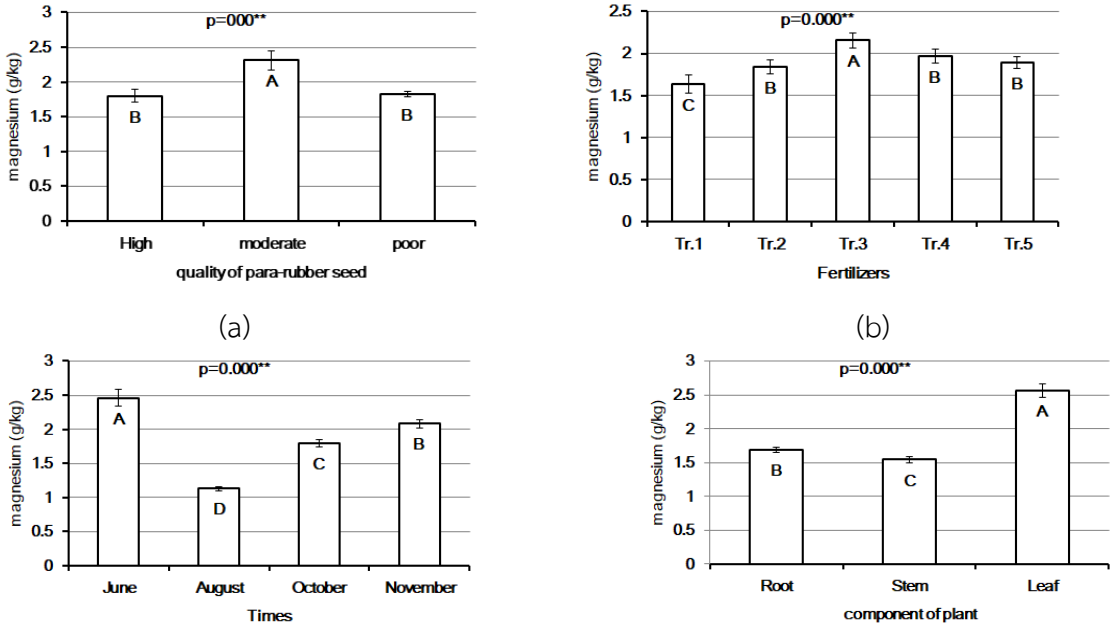
จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 65) พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปุ๋ย (F)+คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q) ปุ๋ย+เวลา (T) คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบต้นพืช (C) เวลา+องค์ประกอบต้นพืช ปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา ปุ๋ย+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+เวลา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) แต่ปุ๋ย+องค์ประกอบต้นพืช และปุ๋ย+คุณภาพเมล็ดยางพารา+องค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ปุ๋ย คุณภาพเมล็ดยางพารา เวลา และองค์ประกอบของต้นพืช มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 6000 พบว่า ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดปานกลางมีค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 33a) คือ 2.31±0.14 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ต้นกล้ายางพาราในคุณภาพเมล็ดต่ำและสูง (1.82±0.04 และ 1.80±0.09 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้น (Tr3) ให้ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมสูงที่สุด คือ 2.16±0.09 กรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 33b) รองลงมาคือ ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr4) (1.97±0.08 กรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ย 4-

6-5+2MgO อัตรา 42.5 กรัมต่อต้นต่อ 2 เดือน (Tr5) (1.89±0.07 กรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น (Tr2) (1.84±0.08 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน (Tr1) ให้ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมต่ำที่สุด คือ 1.64±0.11 กรัมต่อกิโลกรัม ระยะเวลาหลังจากเพาะชำในถุงช่วง 3 เดือน (June) ให้ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมสูงสุด (ภาพที่ 33c) คือ 2.46±0.12 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ ระยะเวลาในช่วง 9 เดือน (December) (2.08±0.06 กรัมต่อกิโลกรัม) และระยะเวลาในช่วง 7 เดือน (October) (1.79±0.05 กรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับระยะเวลาต้นกล้ายางพาราเพาะชำเป็นเวลา 5 เดือน (August) ให้ค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมต่ำที่สุด คือ 1.13±0.03 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนของใบต้นกล้ายางพารามีปริมาณเฉลี่ยแมกนีเซียมสูงที่สุด (ภาพที่ 33d) คือ 2.56±0.10 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ส่วนของราก (1.68±0.04 กรัมต่อกิโลกรัม) และส่วนของลำต้น (1.54±0.04 กรัมต่อกิโลกรัม) ตามลำดับ

ตารางที่ 65 p-value ของคุณภาพเมล็ดยางพารา การใช้ปุ๋ย ระยะเวลา องค์ประกอบต้นพืชและอิทธิพลร่วมต่อค่าเฉลี่ยแมกนีเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

Source	p-value
การใช้ปุ๋ย (F)	0.004**
คุณภาพเมล็ดยางพารา (Q)	0.309ns
ระยะเวลา (T)	0.000**
องค์ประกอบต้นพืช (C)	0.000**
F*Q	0.000**
F*T	0.000**
F*C	0.001**
Q*T	0.884ns
Q*C	0.001**
T*C	0.000**
F*Q*T	0.000**
F*Q*C	0.002**
F*T*C	0.000**
Q*T*C	0.000**
F*Q*T*C	0.000**
%CV	43.64

หมายเหตุ **แตกต่างกันอย่างยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) , ns คือ ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 33 ผลของคุณภาพเมล็ดยางพารา (a) การใช้ปุ๋ย (b) เวลา (c) และองค์ประกอบต้นพืช (d) ต่อค่าเฉลี่ย (mean±SE) แมกนีเซียมของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 เมื่อเพาะชำเป็นเวลา 270 วัน

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เปรียบเทียบโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

วิจารณ์

ผลของโพแทสเซียมไนเตรทและการให้อากาศต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ใช้ศึกษา

การศึกษาปี 2557 เมล็ดพันธุ์ยางพาราในช่วงต้นฤดูและกลางฤดูฝน (ช่วงเดือนสิงหาคม) ที่ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา ครั้งที่ 1 ที่เก็บมีฝนตกช่วงก่อนเก็บเมล็ดพันธุ์ และวันที่เก็บเมล็ดพันธุ์มีอากาศร้อนและพื้นที่สวนยางค่อนข้างชื้น เก็บช่วงเช้าถึงช่วงบ่าย เมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดมีสีเข้มและชื้น มีโครงสร้างเมล็ดสดและสมบูรณ์ เมล็ดที่เก็บครั้งที่ 2 ที่อายุ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง เมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเมล็ดที่ตกก่อนหน้าและมีเมล็ดที่ตกในระหว่างการเก็บปะปนกัน เมล็ดมีโครงสร้างครบสมบูรณ์ ส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวเป็นขาวปนเหลือง และเมล็ดเก็บที่ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช ที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง เก็บในช่วงเช้า ถึงช่วงบ่าย อากาศค่อนข้างร้อน และมีอากาศถ่ายเท เมล็ดมีขนาดเล็ก ปานกลาง และใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดเป็นมันวาว และมีโครงสร้างทุกส่วนสดและสมบูรณ์ (ตารางที่ 1)

ในการศึกษาปี 2558 เก็บรวมรวบเมล็ดพันธุ์ยางพารา ที่ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา ครั้งที่ 1 เก็บในช่วงต้นฤดูฝน ที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมทำการเก็บในช่วงเช้าถึงช่วงเย็น มีฝนตกเล็กน้อยก่อนการเก็บเมล็ดพันธุ์ มีอากาศร้อนอบอ้าว ขนาดของเมล็ดมีขนาดปานกลางและใหญ่ปะปนกัน เปลือกเมล็ดเป็นมันวาว มีโครงสร้างสดและสมบูรณ์ และครั้งที่ 2 เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง เก็บในช่วงต้นฤดูฝน ระยะเวลาในการเก็บช่วงเช้าถึงช่วงเย็น มีฝนตกเล็กน้อยในช่วงการเก็บเมล็ดพันธุ์ มีอากาศร้อนอบอ้าวและพื้นที่สวนยางค่อนข้างชื้น เมล็ดที่เก็บรวบรวมได้มีขนาดปานกลางและใหญ่ปะปนกัน มีทั้งเมล็ดที่เพิ่งตกและตกก่อนหน้าปะปนกัน เมล็ดมีโครงสร้างสมบูรณ์ ส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวเป็นขาวปนเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งชี้ว่าเมล็ดพันธุ์เริ่มเสื่อมคุณภาพแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและระยะเวลาในการเก็บทิ้งช่วงนานเกินไป ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ และใช้เวลาในการงอกนาน และได้ต้นกล้าที่ไม่สม่ำเสมอ (อุดม, 2541) เช่นเดียวกับ การศึกษาในปี 2558 เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นขาวปนเหลืองเช่นกัน จะเห็นว่าเมล็ดพันธุ์ยางพาราจะสูญเสียความงอกอย่างรวดเร็วหากไม่เก็บรวบรวมเมล็ดทันทีหลังร่วงจากต้นแม่ เนื่องจากเป็นเมล็ดพันธุ์สดที่มักสูญเสียความมีชีวิตอย่างรวดเร็วหากความชื้นเมล็ดต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสภาพอากาศร้อนชื้นในสวนยางเป็นปัจจัยเร่งการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยางพารา อย่างไรก็ตาม ความชื้นเมล็ดขณะเก็บรวบรวมอาจไม่สามารถสะท้อนคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้แท้จริง เนื่องจากสภาวะหรือสภาพอากาศในสวนยางที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ฝนตก แห้ง แดดออก หรือสลับกันไปมา หากมีฝนตกในช่วงก่อนหน้าเก็บรวบรวมเมล็ดที่แห้งแล้ว แม้เมล็ดจะมีความชื้นสูงแต่ได้สูญเสียความงอกไปก่อนหน้าแล้ว เป็นต้น ดังนั้น การเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์ยางพาราให้เร็วที่สุดทันทีหลังการร่วงจากต้นแม่และนำไปเพาะทันทีจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่

ช่วยให้เกษตรกสามารถได้เมล็ดพันธุ์ยางพาราที่ยังคงมีคุณภาพดีสำหรับใช้ผลิตต้นกล้าสำหรับเป็นต้นตอที่มีคุณภาพต่อไป

ความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในแปลงปลูก

การศึกษา พ.ศ. 2557 และในปี พ.ศ. 2558 มีความงอกและใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกในแปลงปลูกแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) ในปี พ.ศ. 2557 เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วงและ อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลง 80.00 48.50 และ 73.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่สารละลาย KNO_3 และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วขึ้น 23.48, 24.18 และ 20.88 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 8) เช่นเดียวกับ Singh และคณะ (2012) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่าง ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 6 8 และ 10 ชั่วโมง มีความงอกในแปลง 51.00, 55.80 และ 55.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม มีความงอกในแปลง 45.50 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า เมล็ดยางพาราที่แช่ในสารละลาย KNO_3 มีความงอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากช่วยเพิ่มเมแทบอลิซึมมากขึ้น ให้เมล็ดพันธุ์มีอัตราการหายใจสูง ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์งอกได้เร็วขึ้น ส่งผลให้เมล็ดงอกได้เร็วขึ้น (วันชัย, 2553; พิจิตรา และคณะ, 2556) และเมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง และ อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายที่อายุ 6 เดือน 68.50 และ 71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 9) การศึกษา พ.ศ. 2558 เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลง 73.00 และ 54.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยลง 17.52 และ 16.87 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 17) เพิ่มขึ้นทางสถิติ สอดคล้องกับ Al-Ami และคณะ (1985) รายงานว่า การให้อากาศระหว่างการแช่เมล็ดพันธุ์เป็นการทำให้ปริมาณออกซิเจนสามารถละลายในน้ำได้มากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มอากาศในระหว่างการแช่เมล็ดพันธุ์ จึงทำให้เมล็ดพันธุ์ได้รับออกซิเจนในปริมาณที่เพียงพอ และงอกได้เร็วกว่าการไม่ให้อากาศในระหว่างการแช่เมล็ด เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตาย 53.00 และ 61.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 18) และให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดี (ตารางที่ 21) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพาราได้ แต่ในการศึกษานี้ สามารถกระตุ้นการงอกเพิ่มขึ้นได้เล็กน้อย แตกต่างกับเมล็ดพันธุ์แห้งหลายชนิดที่มีรายงานว่าสามารถกระตุ้นความงอกได้ดี เช่น มะละกอ (Lay *et al*., 2013) ข้าวฟ่าง (Singh *et al*., 2012) พริก (Amjad *et al*., 2007) เป็นต้น ส่วนการกระตุ้นความงอกด้วยสารละลาย KNO_3 ร่วมกับการให้อากาศ ไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้มีความงอกและการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ยางพาราเป็นเมล็ดพันธุ์สด และมีองค์ประกอบเป็นน้ำมันส่วนใหญ่ ทำให้เมล็ดมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ และเมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีส่วนของโครงสร้างเริ่มเหี่ยวและส่วนของเอนโดสเปิร์มเริ่มเปลี่ยนสีจากขาวเป็นสีขาวปนเหลืองซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งบอกถึง

การเสื่อมสภาพ ทั้งนี้เนื่องจากส่วนเปลือกของเมล็ดพันธุ์ยางพารามีลักษณะแข็ง และแยกกับตัวของเมล็ดด้านในทำให้สารละลาย KNO_3 อาจซึมเข้าไปไม่ถึงด้านในและเป็นสาเหตุหนึ่งที่อาจจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ยางพาราและองค์ประกอบที่ยังซับซ้อนของตัวเมล็ดพันธุ์ยางพารา รวมทั้งการเก็บเมล็ดพันธุ์ ช่วงเวลาในการเก็บเมล็ดพันธุ์ไม่ควรเกิน 7 วัน เนื่องจากเมล็ดยางพาราจะสูญเสียความงอกในทุกๆ วัน ประกอบกับในภาคใต้ค่อนข้างควบคุมสภาพอากาศได้ยาก เพราะในช่วงที่เมล็ดตกเป็นช่วงฤดูฝนและไม่เหมาะสมในการเก็บเมล็ดพันธุ์เป็นอย่างยิ่ง

การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ปลูกในวัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบา

วัสดุเพาะชำดินผสมที่มีน้ำหนักเบาแต่ละชนิดสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ทั้งในด้านความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบย่อย น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งส่วนยอดและส่วนราก อย่างไรก็ตาม ต้นกล้ายางพาราที่ย้ายปลูกในวัสดุเพาะชำมีดินร่วนปนทราย: ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน (1:1:1) ส่งผลให้ต้นกล้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะชำอื่น ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการติดตายางพารา โดยต้นกล้าจำต้องมีเส้นผ่านศูนย์ อยู่ในช่วง 9-25 มิลลิเมตร (สถาบันวิจัยยาง, 2555) และจากการประเมินการแตกหักของแท่งวัสดุเพาะชำทั้ง 7 ชนิด พบว่าไม่เกิดความเสียหาย เมื่อทำการแกะถุงเพาะชำ เนื่องจากต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก มีการกระจายของรากแขนงทั่วแท่งวัสดุเพาะชำ จึงทำให้รากสามารถยึดวัสดุเพาะชำไว้ ไม่ให้แยกออกจากกันแสดงให้เห็นจากภาพที่ 1 วัสดุเพาะชำมีดิน: ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน (1:1:1) สามารถหาง่ายในท้องถิ่น มีราคาถูก และเมื่อนำวัสดุเพาะชำดังกล่าวมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่ามีคุณสมบัติเคมีที่ดีกว่าดินอย่างเดียว ทั้งค่า pH ค่าการแลกเปลี่ยนแคตไอออน และธาตุอาหาร มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแมกนีเซียมที่สูงกว่าดินอย่างเดียว มีค่า 0.06 เปอร์เซ็นต์ 624.40 1,248.00 และ 113.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 26) ทั้งนี้เนื่องมาจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมอยู่สูง (Evans *et al*., 1996 ; ปรียาภรณ์, 2546) และอีกทั้งขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบยังเป็นวัสดุที่มีอุ้มน้ำได้สูง และสามารถลดการสูญเสียของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่เคลื่อนย้ายไปกับน้ำ การเพิ่มวัสดุที่อุ้มน้ำได้ดีในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและธาตุอาหารของพืชให้ดีขึ้นได้ (สายัณห์, 2537 ; สุมิตรา, 2555 ; Asiah *et al*., 2004) อีกทั้งวัสดุเพาะชำที่มีดิน ขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ส่งผลให้มีน้ำหนักวัสดุเพาะชำลดลง 37.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) ซึ่งทำให้สามารถขนย้ายต้นกล้ายางพาราได้ง่ายขึ้นเมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงที่มีความลาดชัน และสามารถช่วยเพิ่มจำนวนการขนย้ายต้นกล้ายางชำถุงได้มากขึ้น ดังนั้นวัสดุปลูกดังกล่าวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อเป็นต้นตอติดตา

การเจริญเติบโตและพัฒนารากของต้นกล้ายางพาราที่ปลูกภาชนะปลูกที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน

การศึกษาผลของโครงสร้างภาชนะปลูกที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ภาชนะปลูกทรงกระบอกที่ไม่ติดแท่งพลาสติก และติดแท่งพลาสติก 2 และ 4 แท่ง เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของรากภายในภาชนะปลูกที่บรรจุดินอย่างเดียว และวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละภาชนะปลูก (ตารางที่ 28-34) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Mckee (1985) ที่พบว่ารูปแบบของภาชนะปลูกที่แตกต่างส่งผลให้ต้นกล้า *Quercus robur* และ *Chinese pistache* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ลำต้นที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม รูปแบบโครงสร้างของภาชนะปลูกที่แตกต่างกันมีผลต่อลักษณะการเจริญของราก (Amoroso, 2010) โดยต้นกล้ายางพาราที่อายุ 8 เดือนหลังย้ายปลูก พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งรากส่วนที่ขดม้วนลดลงตามจำนวนของแท่งพลาสติกที่เพิ่มขึ้น โดยต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่ติดแท่งพลาสติก 4 แท่ง มีน้ำหนักแห้งของรากขดม้วนลดลงทั้งภาชนะปลูกที่บรรจุดินอย่างเดียว และดินผสม มีเปอร์เซ็นต์ลดลง 27.16 และ 8.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติก (ตารางที่ 35) เนื่องจากต้นกล้ายางพาราที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก 2 และ 4 แท่ง มีการสะสมเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งรากแขนงสูงที่บริเวณส่วนบนของภาชนะปลูก อยู่ในช่วงระดับลึกจากผิวดิน 0-11 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างกับต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติก พบว่าการสะสมเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของรากส่วนใหญ่อยู่บริเวณส่วนล่างของภาชนะปลูก ที่ระดับความลึกจากเหนือผิวดิน 23-34 เซนติเมตร โดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งของรากแขนงในภาชนะปลูกที่บรรจุดินและดินผสม ถึง 46.26 และ 54.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 36) ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักแห้งรากส่วนขดม้วนของต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่ไม่มีแท่งพลาสติกที่มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด (ตารางที่ 35) และจากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าลักษณะการเจริญของรากต้นกล้ายางพาราที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติก ส่งผลให้รากมีการเจริญแนวดิ่งและลดลงรากม้วนวนรอบผนังภาชนะปลูก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Khurram *et al*. (2017) ที่พบว่าการใช้ภาชนะปลูกที่สันนูนแนวตั้งสามารถใช้ลดการม้วนวนของราก เนื่องมาจากเมื่อรากเจริญมาชนแท่งพลาสติกที่ติดไว้ข้างผนังภาชนะ ทำให้รากเปลี่ยนทิศทางการเจริญแนวดิ่งลง จึงส่งผลให้ต้นกล้าที่ย้ายปลูกในภาชนะปลูกดังกล่าวจึงมีลักษณะการเจริญของรากที่ม้วนวนรอบผนังภาชนะลดลง โดยการลดลงของรากม้วนวนรอบ ๆ ผนังภาชนะปลูก สามารถช่วยส่งเสริมรากมีประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหาร ส่งผลต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นหลังย้ายปลูก (Khurram *et al*., 2017)

ผลของธาตุอาหารพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นกล้ายางพารา

สภาพอากาศ

ข้อมูลสภาพอากาศในช่วงเดือนเมษายนจนถึงธันวาคม พ.ศ. 2558 (ภาพที่ 5-6) พบว่า ปริมาณฝนรายเดือนอยู่ในช่วง 50.9 – 341.6 มิลลิเมตร ปริมาณฝนสะสมในระยะ 9 เดือน 1210.7 มิลลิเมตร ซึ่งการระเหยของน้ำจะลดต่ำลงเมื่อปริมาณน้ำฝนมากขึ้น อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 31.59 – 35.03 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 23.95 – 24.70 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในเดือนเมษายน คือ ร้อยละ 76.26 และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ ร้อยละ 87.69 สำหรับความยาวนานของแสงแดดอยู่ในช่วง 150.0 – 238.6 ชั่วโมงของแต่ละเดือน โดยเดือนเมษายนมีความยาวนานของแสงแดดเฉลี่ยต่อวัน คือ 8.0 ชั่วโมง แต่ในเดือนพฤศจิกายน คือ 4.3 ชั่วโมง ดังนั้นความเข้มแสงจะสูงต่ำตามความยาวนานของแสงแดด และในช่วงฤดูฝนความเข้มแสงลดลงเนื่องจากมีเมฆบังแสงแดด สภาพอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเมื่อภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชและภูมิอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ แตกต่างกันออกไป ซึ่งจากข้อมูลสภาพอากาศในขณะทำการทดลอง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางพาราตามข้อมูลของนักวิชาการต่าง ๆ (Watson, 1989; นิวัตร และ เบญจรงค์, 2549; สุภัทร์ และคณะ, 2550; สถาบันวิจัยยาง, 2553)

ลักษณะวัสดุปลูก

จากผลวิเคราะห์ดินที่ใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูก (ตารางที่ 37) พบว่า เนื้อดินมีลักษณะร่วนเหนียวปนทราย ซึ่งอยู่ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (วันเพ็ญ และชนิดา, 2559) ดินมีพีเอชเป็นกรดแก่ แต่อยู่ในช่วงที่ยางพาราสามารถเจริญเติบโตได้ (3.8-6.0) (นุชนารถ, 2552; Yogaratnam, 2000) อินทรียวัตถุ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำ ซึ่งเป็นสมบัติโดยทั่วไปในดินเขตร้อน (Navarrete et al., 2007) เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารตามระดับความเหมาะสมสำหรับยางพารา (นุชนารถ, 2552) จากผลวิเคราะห์ดินจะเห็นได้ว่าดินมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำ ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง เนื่องจากฟอสฟอรัสเคลื่อนที่ได้ยากในดิน (Prasad and Power, 1997) จึงสูญเสียโดยการชะละลายและระเหิดได้น้อยมาก แต่อาจสูญเสียโดยการกร่อนของผิวหน้าดิน (Hahn et al., 2012) ดังนั้นจึงเป็นวัสดุปลูกที่ไม่เหมาะสม เพราะวัสดุปลูกที่ใช้ได้ดีที่สุด (สัมฤทธิ์, 2556; Thomas and Garber, 2015) คือ ดินที่มีธาตุอาหารสมบูรณ์ ดูดซับและระบายน้ำดี และระบายอากาศดี นอกจากนี้โดยหลักการองค์ประกอบของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชทั่วไป (ศุภมาศ, 2535) ดินประกอบด้วยเนื้อดินในส่วนของแข็งเป็นแร่ธาตุร้อยละ 45 และอินทรียวัตถุร้อยละ 5 ส่วนช่องว่างร้อยละ 50 ประกอบด้วยน้ำและอากาศอย่างละร้อยละ 25 ในการทดลองนี้ได้ผสมมูลแพะซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในพื้นที่จังหวัดปัตตานีลงไปร้อยละ 2 เนื่องจากมูลแพะมีธาตุอาหาร (ตารางที่ 38) เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ และ สามารถทำให้ดินเกาะตัวกันและอุ้มน้ำในดินดีขึ้น (บัญชา, 2552) จึงเป็นการปรับสมบัติของดินให้เหมาะแก่การเป็นวัสดุปลูกกล้ายางพารา และจากการแนะนำของมุกดา (2547) วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชนั้นสามารถทำได้ด้วยการใช้อินทรียวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ทรายหยาบ ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ เปลือกถั่ว ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด ฯลฯ โดยวัสดุเหล่านี้มีสมบัติเฉพาะตัวที่ช่วยปรับปรุงวัสดุปลูกให้มีสมบัติที่เหมาะสมแตกต่างกันไป เช่น การยึดลำต้น การอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศ และทำให้รากชอนไชได้สะดวก

ลักษณะต้นกล้ายางพาราก่อนเข้าสิ่งทดลอง

สมบัติของกล้าไม้ที่ใช้เพื่อบ่งบอกถึงกล้าไม้มีคุณภาพ (นักสิทธิ์, 2556) ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหรือความโตของลำต้น ความสมบูรณ์ของกล้าไม้ (เช่น ขนาดใบ การแตกยอดอ่อน ฯลฯ) ขนาดระบบราก นอกจากนี้พิจารณาถึงความเครียดของต้น และแหล่งเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นหากกล้าไม้ที่นำไปปลูกคุณภาพไม่ดีทำให้อัตราการรอดตายต่ำ และการเจริญเติบโตไม่ดี

จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราหลังจากการเพาะด้วยเมล็ดยางพาราคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำที่มีอายุ 6 เดือนหลังเพาะเมล็ด พบว่า ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพต่ำให้ความสูงมากกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพสูงและปานกลางอย่างชัดเจน แต่คุณภาพเมล็ดยางพาราไม่ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นแตกต่างอย่างชัดเจน เมื่อหาค่าอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 จะมีค่าอยู่ในช่วง 107-125 ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับค่าที่เหมาะสมของอัตรานี้ในการนำต้นกล้าไม้ไปใช้ปลูก คือ ประมาณ 50-60 (บัณฑิต, มมป) ดังนั้นต้นกล้ายางพาราที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงมากทุกคุณภาพเมล็ดยางพารา มวลชีวภาพของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพต่ำให้ค่ามากสุด (ภาพที่ 11e) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารากของต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพต่ำดูดน้ำ ธาตุอาหารและนำไปสร้างส่วนที่อยู่เหนือดินได้มากกว่าต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพสูงและปานกลาง แต่ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นไม้ตามปกติจะมีค่าอยู่ที่ 2 (นรากร และ สาพิศ, 2554) คือ ส่วนที่อยู่เหนือดินจะมีมวลชีวภาพมากกว่าส่วนที่อยู่ใต้ดิน (ราก) 2 เท่า จากการทดลองในครั้งนี้ต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพสูงอยู่ในเกณฑ์ค่าเฉลี่ย ส่วนต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพปานกลางและต่ำมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย จึงสรุปการทดลองได้ว่า คุณภาพเมล็ดต่างกันส่งผลต่อความสูง และสัดส่วนของอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของต้นกล้ายางพาราอย่างเด่นชัด ดังนั้นควรเลือกใช้ต้นกล้าที่ได้มาจากเมล็ดคุณภาพสูงเนื่องจากต้นกล้ามีอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินใกล้เคียงกับต้นไม้ทั่วไป

ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเมล็ดคุณภาพปานกลางและต่ำมีค่าใกล้เคียงกัน โพแทสเซียมและแมกนี เซียมในเมล็ดคุณภาพปานกลางมีปริมาณสูงกว่าเมล็ดคุณภาพต่ำชัดเจน ซึ่งตรงข้ามกับธาตุแคลเซียม ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคุณภาพเมล็ดมีผลต่อโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพสูงมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมสูงกว่าต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพปานกลางและต่ำ แสดงว่าภายในเมล็ดของเมล็ดยางพาราคุณภาพสูงมีส่วนสะสมอาหาร คือ เอนโดสเปิร์ม (endosperm) อยู่มาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง พบว่าปริมาณธาตุอาหารในเมล็ด (ตารางที่ 39) และในต้นกล้ายางพารา (ตารางที่ 40-44) เมื่อเมล็ดมีปริมาณธาตุอาหารสูงต้นกล้ายางพารามีปริมาณธาตุอาหารสูงเช่นเดียวกัน ยกเว้นธาตุไนโตรเจน จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในเมล็ดส่งผลถึงปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ในต้นกล้ายางพารา

ไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบมีปริมาณแตกต่างอย่างชัดเจนกับในส่วนของลำต้นและราก โดยมีค่ามากกว่าในรากประมาณ 1.9-3.0 เท่า และมากกว่าในลำต้นประมาณ 2.2-2.4 เท่า ยกเว้นโพแทสเซียมในใบ ลำต้น และรากมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ฟอสฟอรัสในรากมีปริมาณแตกต่างอย่างชัดเจนกับในส่วนของลำต้นและใบ โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 1.5-1.6 เท่า จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าไนโตรเจน แคลเซียม และแมกนีเซียมมีปริมาณสูงในใบส่วนฟอสฟอรัสมีปริมาณสูงในราก

ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราหลังจากการเพาะด้วยเมล็ดยางพาราคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำที่เพาะชำเป็นเวลา 270 วัน พบว่า เมล็ดยางพาราคุณภาพสูงและต่ำมีอัตราการรอดตายมากกว่าร้อยละ 80 (ภาพที่ 14) ซึ่งจากตารางที่ 40-44 โดยส่วนใหญ่เมล็ดยางพาราทั้งสองมีปริมาณธาตุอาหารในต้นกล้าเกือบทุกธาตุสูงกว่าเมล็ดยางพาราคุณภาพปานกลางจึงแสดงว่าภายในเมล็ดมีอาหารสะสมอยู่มาก ส่งผลให้ต้นกล้ายางพารามีอัตราการรอดตายสูง แต่อัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของเมล็ดยางพาราคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในช่วง 2.4-2.7 จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดยางพารามีผลต่ออัตราการรอดตายของต้นกล้ายางพารา RRIM 600 แต่ไม่ส่งผลต่ออัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดิน

ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพต่ำให้น้ำหนักแห้งราก ลำต้น และใบมากกว่าต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพปานกลางและสูง (ภาพที่ 17a, 18a, และ 19a) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดยางพารามีผลต่อน้ำหนักแห้งของพืช

ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพสูง ปานกลาง และต่ำให้ค่าจำนวนยอดต่อเดือน (ภาพที่ 21a) และความสูงสะสมของต้น (ภาพที่ 22a) ใกล้เคียงกัน แต่ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพสูงและต่ำให้ค่าเส้นผ่านศูนย์สะสมต่อเดือนสูงสุด (ภาพที่ 23 a) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดยางพารามีผลเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือน

ผลของการใช้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

จากการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราหลังจากให้ปุ๋ยกับต้นกล้ายางพาราเป็นเวลา 270 วัน พบว่า เมื่อให้ปุ๋ยแก่ต้นกล้ายางพาราทำให้ต้นกล้ายางพารามีอัตราการรอดตายอยู่ในช่วงร้อยละ 74-84 (ภาพที่ 15) และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินอยู่ในช่วง 2.2-2.7 จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน ซึ่งเป็นปุ๋ยสำหรับต้นกล้ายางพาราแนะนำโดย สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (2556) กับปุ๋ย 4-5-6+2MgO ทุกอัตรามีผลต่ออัตราการรอดตาย และอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินใกล้เคียงกัน

การใช้ปุ๋ยทุกชนิดและอัตราทำให้น้ำหนักแห้งรากและลำต้นใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 17 b, 18b) แต่น้ำหนักแห้งใบของปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือนให้ค่าสูงสุด (ภาพที่ 19b) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมีผลต่อน้ำหนักแห้งใบเท่านั้น

การใช้ปุ๋ยทุกชนิดและอัตราทำให้จำนวนยอดใหม่ต่อเดือนใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 21b) ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือนและปุ๋ย 4-6-5+2MgO 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือนทำให้ต้นกล้ายางพารามีความสูง (ภาพที่ 22 b) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ภาพที่ 23b) สะสมต่อเดือนมีค่ามากที่สุด จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมีผลต่อความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสะสมต่อเดือน

ดังนั้นจากการทดลองนี้ พบว่า การใช้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือนทำให้ต้นกล้ายางพารามีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือนที่สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (2556) แนะนำให้ใส่ปุ๋ยแก่ต้นกล้ายางพารา และเหมาะกับดินที่ใช้เป็นวัสดุปลูกที่ขาดแมกนีเซียม (ตารางที่ 37) โดยเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งดินมีแมกนีเซียมต่ำ (นุชนารถ และคณะ, 2556) นอกจากนี้ ต้นกล้ายางพาราที่ใช้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 21.2 กรัมต่อต้นต่อเดือนได้รับปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากกว่าการใช้ปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือนในแต่ละครั้งที่ใส่ปุ๋ยให้กับต้นกล้ายางพารา

ผลของคุณภาพเมล็ดยางพาราและการใช้ปุ๋ยต่อธาตุอาหารพืชในต้นกล้ายางพารา

ต้นกล้ายางพาราจากเมล็ดคุณภาพปานกลางทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุด แต่ธาตุฟอสฟอรัสมีมากที่สุดในต้นกล้าจากเมล็ดคุณภาพสูง ยกเว้นธาตุไนโตรเจนต้นกล้าจากคุณภาพเมล็ดทั้งสามให้ค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 29a-33a) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดยางพารา RRIM 600 มีผลต่อฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ยกเว้นไนโตรเจน

การให้ปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 85.0 กรัมต่อต้นกับต้นกล้ายางพาราทำให้มีปริมาณธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียมมากที่สุด ธาตุฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดเมื่อต้นกล้ายางพาราได้รับปุ๋ย 4-6-5+2MgO อัตรา 170.0 กรัมต่อต้น และธาตุแคลเซียมมีค่ามากที่สุดเมื่อต้นกล้ายางพาราได้รับปุ๋ย 18-10-6 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน จากการที่ให้ปุ๋ยในอัตราแตกต่างกันมีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืชของต้นกล้ายางพารา อาจเนื่องจากธาตุอาหารพืชเกิดการแข่งขันหรือยับยั้งการดูดดึงของธาตุที่มีประจุเช่นเดียวกัน (Singh et al., 2005; Celik et al., 2010) จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้อัตราปุ๋ยแตกต่างกันมีผลต่อธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

สรุป

1. เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วงและ อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกระตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลง 80.00 48.50 และ 73.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเพียง 23.48 24.18 และ 20.88 วัน ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นกล้า อายุ 6 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 วัน และ อ.ชะอวด เก็บที่อายุ 1-5 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง ที่ผ่านการกรตุ้นด้วยสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายสูงสุด 68.50 และ 71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดี มีความสูง 72.61 และ 63.27 เซนติเมตร จำนวนใบ 5.78 และ 4.50 ใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 7.49 และ 6.26 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม

2. การแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง เมล็ดพันธุ์ยางพาราจาก อ.คลองหอยโข่ง เก็บที่อายุ 1-5 และ 12-13 วัน หลังเมล็ดเริ่มร่วง มีความงอกในแปลง 73.00 และ 54.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยลง 17.52 และ 16.87 วัน ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นกล้า อายุ 6 เดือน ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายสูงสุด 53.00 และ 61.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดี มีความสูง 70.35 และ 60.93 เซนติเมตร จำนวนใบ 4.30 ใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 6.83 และ 6.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม การแช่สารละลาย KNO_3 ร่วมกับการให้อากาศ นาน 24 ชั่วโมง ไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้มีความงอก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้านความสูง จำนวนใบ และผ่านศูนย์กลางลำต้นให้ดีขึ้นได้

3. วัสดุเพาะชำที่มีน้ำหนักเบาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอติดตา พบว่า วัสดุเพาะชำที่มีส่วนประกอบของดิน:ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 (โดยปริมาตร) ส่งผลให้ต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก มีแนวโน้มเจริญเติบโตได้ดี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.64 มิลลิเมตร น้ำหนักแห้งของส่วนยอด และส่วนราก 15.10 และ 6.08 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และมีน้ำหนักรวมของถุงเพาะชำลดลงถึง 36.50 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการใช้ดินเพียงอย่างเดียว

4. ภาชนะปลูกที่มีแท่งพลาสติกด้านข้าง 2 และ 4 แท่ง ช่วยส่งเสริมให้รากแขนงมีการเจริญของตามแนวดิ่ง ลดเจริญของรากที่ไม่มีทิศทาง เพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของรากแขนงในส่วนบน และช่วยลดเปอร์เซ็นต์น้ำแห้งของรากที่ส่วนขดม้วนบริเวณด้านล่างของภาชนะปลูก 21.98-27.16 และ 4.71-8.70 ในวัสดุเพาะชำที่เป็นดินเพียงอย่างเดียว และวัสดุเพาะชำที่เป็นดินผสม (ดิน:ขุยมะพร้าว: ขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 1:1:1) ตามลำดับ

5. จากการศึกษา คุณภาพเมล็ดพันธุ์ยางพารา ชนิดสูตรและอัตราของปุ๋ยต่อต้นกล้ายางพาราในถุงเพาะชำ สรุปผลดังนี้

5.1 คุณภาพเมล็ดยางพารา พันธุ์ RRIM 600 ทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืช (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม) ภายในเมล็ด และต้นกล้ายางพาราก่อนและหลังเข้าสิ่งทดลองมีปริมาณแตกต่างกัน

5.2 เมล็ดยางพาราคุณภาพสูงและต่ำให้อัตราการรอดชีวิตสูงที่สุดของต้นกล้ายางพารา พันธุ์ RRIM 600

5.3 คุณภาพเมล็ดยางพารา พันธุ์ RRIM 600 มีผลต่อความสูงและอัตราส่วนเหนือดินต่อส่วนใต้ดินของกล้ายางพาราอายุ 6 เดือน ยกเว้นเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

5.4 คุณภาพเมล็ดยางพารา พันธุ์ RRIM 600 มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้ายางพารา และเส้นผ่านศูนย์ลำต้นสะสมต่อเดือนเมื่ออายุ 9 เดือน

5.5 การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 18-10-6 และ 4-5-6+2MgO ส่งผลให้ต้นกล้ายางพารามีน้ำหนักแห้งใบ ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางสะสมต่อเดือน และปริมาณธาตุอาหารพืชในต้นกล้ายางพาราแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2536. หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักสานิเทศ.

กุลธิดา โชทนากูล, พิจิตรา แก้วสอน, ปริยานุช จุลกะ และ วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2558. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดด้วยวิธี hydropriming ต่อคุณภาพของเมล็ดพริก 2 พันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46 : 617-620.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กลุ่มหนังสือเกษตร.

จำเป็น อ่อนทอง, สายใจ กิ้มสงวน และ พิรุณ ติระพัฒน์. 2549. ค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37 : 203-212.

เจนจิรา ชุมภูคำ และสิริกาญจนา ตาแก้ว. 2559. ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิตและการ เจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5 : 284-295.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และ เมธิน ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีรพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2544. การใช้ปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน (คู่มือพกพา). สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.

ชาลิณี สังขจร, วชิราพรรณ มุสิกา, วชิราภรณ์ มุสิกา, วิศณีย์ โพธิ์หล้า, ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ, จาณุลักษณ์ ขนบดี และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย. 2556. การคลายการพักตัวเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมด้วย nano/micro-bubbles. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46 : 513-516

ชินานาตย์ ไกรนารถ, มัสยา เอื้อประชา และ บุญมี ศิริ. 2553. ผลของการทำ seed priming ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมที่มีคุณภาพต่างกัน. รายงานการวิจัย. ขอนแก่น : ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทนุวงศ์ แสงเทียน และอุทัยวรรณ แสงวณิช. 2537. การเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) ที่ได้รับการปลูกเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา. วารสารวนศาสตร์. 13 : 22-28.

ทรงเมท สังข์น้อย, ศุภมิตร ลิมปิชัย และสายสุรีย์ วงศ์วิชัยวัฒน์. 2557. การฟื้นฟูที่ประสบภัยธรรมชาติลมพักหักล้ม. วารสารยางพารา 35 : 12-19.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย คำโคตร และนภาวรรณ เลขะวัฒน์. 2554. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในสวนยางพาราตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารยางพารา 7: 9-13.

นักสิทธิ์ สังข์จันทร์. 2556. เทคนิคการเพาะชำกล้าไม้ท้องถิ่น. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เทคนิคการเพาะชำกล้าไม้ท้องถิ่น. โครงการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำแก่งละว้า. WWF ประเทศไทย.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2542. การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2550. การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2551. คู่มือการใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2552. การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน: ดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิสดาร. 2554. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยยางพารา ปี 2554. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

นุชนารถ กังพศดาร, มนัชญา รัตนโชติ, ปูธิตา เปรมกระสิน, ธมลวรรณ ขิวรัมย์, ลาวัลย์ จันทร์อัมพร และอนันต์ ทองภู. 2556. การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับยางพาราเฉพาะพื้นที่. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

นุชนารถ กังพิสดาร และประสาท เกศวพิทักษ์. 2547. การจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตยางพารา. วารสารดินและปุ๋ย 26: 169-189.

นรากร ศรีเลิศ และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2554. การเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้าไม้ยูคาลิปตัส 4 สายต้น ภายใต้ความเข้มแสงที่ต่างกัน. วารสารวนศาสตร์ 30: 15-26.

นพ ศักดิเศรษฐ์ และ สมพร ณ นคร. 2545. มังคุด. กรุงเทพฯ : บริษัท รำไทย เพรส จำกัด.

นิวัตร วรรณนิธกุล และเบ็ญจรงค์ จิรเศวตกุล. 2549. Crop requirement ยางพารา. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมการผลิตยางพาราและปาล์มน้ำมัน สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

บัญชา รัตนีทู. 2552. ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูดิน. J. Princess of Naradhiwas University 1(2): 1-16.

บัณฑิต คบหมู่. มปป. การปฏิบัติในการเพาะชำกล้าไม้คุณภาพ. กรุงเทพฯ: ส่วนเพาะชำกล้าไม้ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. https://app.dnp.go.th/opac/multimedia/research/1107_40.pdf

บุญกิจ ด่านอนุพันธ์. 2536. อิทธิพลของภาชนะเพาะชำ วัสดุเพาะชำและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเทือง ดลกิจ, ศุภมิตร ลิมปิชัย และ ชัยโรจน์ ธรรมรัตน์. 2523. การใช้เมล็ดยางร่วงนอกฤดูสำหรับปลูกสร้างสวนยาง. วารสารยางพารา 1 : 143-149.

ปรียาภรณ์ แนมใส. 2546. อิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, บุตรี พุทธรักษ์, พิเชฏฐ์ พร้อมมูล, สายสุรีย์ วงศ์วิชัยวัฒน์ และธงชัย คำโคตร. 2556. การใช้ภาชนะเพาะชำพลาสติกช่วยพัฒนาระบบรากของยางพารา. วารสารยางพารา 33 : 25-32.

พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, บุตรี พุทธรักษ์ และพิเชฏฐ์ พร้อมมูล. 2557. วัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางที่ปลูกในภาชนะเพาะชำพลาสติก. วารสารยางพารา 35 : 7-14.

พิจิตรา แก้วสอน, สุรศักดิ์ เกษมสิริสวัสดิ์, ปริยานุช จุลกะ และจำนอง โสมกุล. 2556. การกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์มะตาด (*Dillenia indica* L.) ด้วยน้ำ GA_3 และ KNO_3. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 : 85-88.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. วัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ. กรุงเทพฯ: บ้านและสวน.

มณฑี โพธิ์ทัย. 2533. การเตรียมกล้าไม้. *ใน* การปลูกสร้างสวนป่า. หน้า 33-58. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจ เอ็น ที.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2542. ยางพารา. *ใน* พืชเศรษฐกิจ. หน้า 416-444. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระวี เจียรวิภา, อิบรอเฮม ยีดำ และวัชรีพร นาคทุ่งเตา. 2550. ผลของการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38 (พิเศษ): 314-317.

ลิขิต นวลศรี, สมศักดิ์ พุกพิบูล, นุชนารถ กังพิสดาร, โสภา โพธิวัตถุธรรม, ยุบล ลิมจิตดิ, ชำนาญ บุญเลิศ, จรูญ อ่อนแก้ว และสุภาพร บัวแก้ว. 2534. ปุ๋ยอินทรีย์กับการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตยางพารา. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

วสุ อมฤตสุทธิ์. 2559. การงอกของเมล็ดพันธุ์. เข้าถึงได้จาก http://www.agri.ubu.ac.th/horticulture/pdf/plantprop1.ppt. [เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน 2559].

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2553. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันเพ็ญ วิริยะกิจจนทีกุล และชนิดา เกิดชนะ. 2559. คู่มือการวิเคราะห์ดินทางกายภาพและการแปลผลเพื่อการสำรวจและจำแนกดิน. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วัลลภ สันติประชา. 2550. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัลลภ สันติประชา. 2555. Seed Technology. เอกสารประกอบการสอนวิชา510-461. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิลาสินี รามนัฏ. 2547. การกระตุ้นการงอกเมล็ดพันธุ์พริกโดยวิธี hydropriming. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภมิตร ลิมปิชัย. 2548. การผลิตและขยายพันธุ์ยาง. *ใน* เอกสารวิชาการยางพารา. หน้า 3-7. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2535. อารัมภบท. *ใน* ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. หน้า 1-14. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีทัต ภู่นิยม. 2548. การขยายพันธุ์พืช. นครสวรรค์: คม ชัด ถูก ก็อปปี้เซ็นเตอร์.

สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สถาบันวิจัยยาง. 2547. ผลงานวิจัยและพัฒนายางพารา ปี 2537 - 2546. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2550. ข้อมูลวิชาการยางพาราปี 2550. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

สถาบันวิจัยยาง. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพาราปี 2553. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

สถาบันวิจัยยาง. 2557. พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm. [เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2557].

สถาบันวิจัยยาง. 2558. ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm. [เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2558].

สมพร ณ นคร. 2549. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. เอกสารคำสอน. นครศรีธรรมราช : สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2531. ยางพารา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2556. การจัดการสถานเพาะชำ. *ใน* หลักการพืชสวน. หน้า 365-404. กรุงเทพฯ: หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

สิทธิชัย บุญมณี, จำเป็น อ่อนทอง และขวัญตา ขาวมี. 2556. เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 31: 53-62.

สุมิตรา ภู่วโรดม, นุกูล ถวิลถึง, สมพิศ ไม้เรียง, พิมล เกษสยม และ จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร. 2545. การสร้างค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน: 1. ค่ามาตรฐานธาตุอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33 : 279-286.

สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, อโนมา ดงแดนสุข, รวมชาติ แต่พงษ์โสรัถ และธีระยุทธ นาคแดง. 2550. ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกภายใต้ระบบการให้น้ำ. วารสารแก่นเกษตร 35: 118-125.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. 2556. ยางพารา: การขยายพันธุ์. เข้าถึงได้จาก http://www.arda.or.th.122.155. 171.22.no-domain.name/kasetinfo/south/para/controller/01-04-02.php (เข้าถึงเมื่อ 21 สิงหาคม 2556)

สุภาพร บัวแก้ว, สมจิตต์ ศิขรินมาศ, พิเชฏฐ์ พร้อมมูล, ประภาส ร่มเย็น, ณพรัตน์ พิชิตพลชัย, สุธี อินทรสกุล, ปัทมา ชนะสงคราม, พิชิต สพโชค, อุไร จันทรประทิน, อารักษ์ จันทุมา, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, นุชนาฏ ณ ระนอง, ปรีเปรม ทัศนสกุล, พรรษา อดุลยธรรม, จันทวรรณ คงเจริญ, พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, กฤษดา สังข์สิงห์, สมมาต แสงประดับ, จุมพฏ สุขเกื้อ, ภัทรา กินเรศ, ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์, ธมลวรรณ ขิวรัมย์, อดุลย์ ณ วิเชียร, จรัสศรี พันธ์ไม้, กิตติคุณ บุญวานิช และชุมสินธุ์ ทองมิตร. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุมิตรา จันไทย. 2555. ผลของความถี่ของการให้น้ำ ปุ๋ยทางระบบน้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการผลิตมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculuentum* Mill.) ในระบบน้ำหยด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสรุนารี.

สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช. สงขลา : ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี. 2546. การผลิตยางธรรมชาติ. ปัตตานี : ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุดม พลูเกษ. 2541. ยางพารา. *ใน* พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ. หน้า 196-202. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2547. คู่มือยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abdelgadir, H.A., Kulkarni, M.G., Arruda, M.P. and Van, S.J. 2012. Enhancing seedling growth of *Jatropha curcas* - a potential oil seed crop for biodiesel. South African Journal of Botany 78 : 88–95.

Al-Ani, A., Bruzau, F., Raymond, P., Saint-Ges, V., Leblanc, J.M. and Pradet, A. 1985. Germination respiration and adenylate energy charge of seed at various oxygen partial pressures. Plant Physiology 79 : 885-890.

Amjad, M., Ziaf, K., Iqbal, Q., Ahmad, L., Riaz, M.A. and Saqib, Z.A. 2007. Effect of seed priming on seed vigour and salt tolerance in hot pepper. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 44 : 408-416.

Amoroso, G., Frangi, P., Piatti, R., Ferrini, F., Fini, A. and Faoro, M. 2010. Effect of container design on plant growth and root deformation of littleleaf linden and field elm. The American Society for Horticultural Science 45 : 1824-1829.

Asiah, A., MohdRazi, I., MohdKhanif, Y., Marziah, M. and Shaharuddin, M. 2004. Physical and chemical properties of coconut coir dust and oil palm empty fruit and the growth of hybrid heat tolerant cauliflower plant. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science 27 : 121-133.

Basra, S.M.A., Farooq, M., Tabassam, R. and Ahmad, N. 2005. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing seed treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Seed Science and Technology 33 : 623-628.

Bataglia, O.C., Santos, W.R.D., Goncalves, P.D.S, Segnini I.S. and Cardoso, M. 1999. Effect of NPK fertilization on the immature phase of rubber tree. Bragantia Campinas 58: 363-374.

Bewley, J.D. and Black, M. 1983. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination-viability dormancy and environmental control. New York. : Springer-Verlag,

Bramlage, W.J. 1993. Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. Acta Horticulturae 326: 15-27.

Cahyo, A.N., Saputra, J. and Stevanus, C.T. 2016. The usage of root trainer to enhance growth of rubber planting materials. [Online] Available: http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/ index.php/jppp/article/download /3464/2953 [accessed on 27/9/2017].

Celik, H., B.B Asik, S. Gurel and A.V. Katkat. 2010. Effect of potassium and iron on macroelement uptake of maize. Zemdirbyste-Agriculture 97: 1122.

Chemical book. 2015. Potassium nitrate. Available from: http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9854301.htm [access 25 November 2015].

Chin, H.F. and Roberts, E.H. 1980. Recalcitrant Crop Seeds. Kuala Lumpur : Tropical Press SDN.BHD.

Chin, H.F., Aziz, M., Ang, B.B. and Hamzah, S. 1981. The effect of moisture and temperature on the ultrastructure and viability of seed of *Hevea brasiliensis*. Seed Science and Technology 9 : 411-422.

Dissanayake, D.A.M.P. and Mithrasena, U. 1986. Influence of fertilizers on growth and mineral composition of *Hevea* seedlings grown in the field nursery. Journal of Rubber Research Institute of Sri Lanka 65: 32-46.

Dharmakeerthi, R.S., Chandrasiri, J. A. S. and Edirimanne, V.U. 2012. Effect of rubber wood biochar on nutrition and growth of nursery plants of *Heavea brasiliensis* established in an Ultisol. SpringerPlus 1:84. Available online http//www.springerplus.com/content/1/1/84 (accessed on 21 August 2013)

Evans, M.R., Konduru, S. and Stamps, R.H. 1996. Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. Journal of the American Society for Horticultural Science 31 : 965–967.

FAO. 2013. Preparing the seedling. Available online www.fao.org/docrep/006/ad221e/ad221e03 (accessed on 6 October 2013)

Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. New York: John Wiley and Sons.

Filho, A.N.Z., Venturin, N., Pereira, A.V., Pereira, E.B.C. and Macedo, R.L.G. 2012. Dose of controlled-release fertilizer for production of rubber tree rootstocks. J. Cerne 18: 239- (abstract)

Frangi, P., Amoroso, G., Piatti, R., Robbiani, E., Fini, A. and Ferrini, F. 2016. Effect of pot type and root structure on the establishment of *Tilia cordata* and *Ulmus minor* plants after transplanting. Acta Horticulturae 1108 : 71-76.

Ghobadi, M., Abnavi, M.S., Honarmand, S.J., Ghobadi, M.E. and Mohammadi, G.R. 2012. Does KNO_3 and hydropriming improve wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds germination and seedlings growth?. Annals of Biological Research 3 : 3156-3160.

Gilman, E.F. and Harchick, C. 2014. Root system morphology influences lateral stability of *Swietenia mahagoni*. Arboriculture and Urban Forestry 40 : 27–35.

Gilman, E.F. and Kempf, B. 2009. Strategies for growing a high quality rootsystem, trunk and crown in a container nursery. [Online] Available: http://www.fire.ca.gov/ resource_mgt/downloads/NurseryTree ProductionStrategies_10_2009%5B1%5D.pdf (accessed on 27/2/2018).

Hahn, C., Prasuhn, V., Stamm,C. and Schulin, R. 2012. Phosphorus losses in runoff from manured grassland of different soil P status at two rainfall intensities. Agriculture, Ecosystems and Environment 153: 65-74.

Hamidi, R., Anoshehl, H.P. and Izadi, M. 2013. Efect of seed halo-priming compared with hydro-priming on wheat germination and growth. International Journal of Agronomy and Plant Production 4 : 1611-1615.

Hartinee, A. and Zabedah, M. 2011. Effects of N and K on plant biomass, yield and quality of 'Maspine' pineapple fruit grown on Rasau soil. Acta Horticulturae 902: 269-274.

Howeler, R.H. 1985. Mineral nutrition and fertilization of cassava. *In* Cassava, Research, Production and Utilization. (eds J.H. Cock and J.A. Reyes) pp. 249-320. Cali, Colombia: UNDP-CIAT Cassava Program.

ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf : International Seed Testing Association.

Jaenicke, H. 1999. Good Tree Nursery. Practical Guidelines for Research Nurseries. Nairobi : International Centre for Research in Agroforestry.

Khurram, S., Burney, O.T., Morrissey, R.C. and Jacobs, D.F. 2017. Bottles to trees: plastic beverage bottles as an alternative nursery growing container for reforestation in developing countries. Plos One 12 : 1-21.

Lay, P., Basvaraju, G.V., Sarika, G. and Amrutha,N. 2013. Effect of seed treatments to enhance seed quality of papaya (*Carica papaya* L.) cv.surya. Global Journal and Biology, Agriculture & Health Sciences 2 : 221-225.

Mckee, J.A. 1985. Effect of propagation container design on root configuration and subsequent growth of plants grown from seed. Master of Science Thesis. Oklahoma State University.

Mengel, K and Kirkby, E.A. 1982. Principles of Plant Nutrition. 3rd ed. Bern, Switzerland: International Potash Institute.

Nageswara, D.V.K. and Jessy, M.D. 2007. Impact of effective soil volume on growth and yield of rubber (Hevea Brasiliensis). Journal of Rubber Research Institute of. India 141: 332-340.

Navarrete, I., Asio, V.B., Jahn, R. and Tsutsuki, K.. 2007. Characteristics and genesis of two strongly weathered soils in Samar, Philippines. Australian Journal of Soil Research 45: 153-163.

Nbrubber.net. 2556. การสร้างแปลงกล้ายางพารา. เข้าถึงได้จาก http://www.nbrubber.net/ความสำคัญของยางพารา/47-การสร้างแปลงกล้ายาง.html (เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2556)

Onuwaje, O. and Uzu, F. 1982. Growth response of rubber seedlings to N, P, and K fertilizer in Nigeria. Fertilizer Research 3: 169-175.

Owino, D.O. and Ouma, G. 2011. Effect of potassium priming on papaya (*Carica papaya* var.kamiya). Journal of Animal & Plant Sciences 11 : 1418-1423.

Prasad, R. and Power, J.F. 1997. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. Florida: CRC Press LLC.

Preece, J.E. and Read, P.E. 1993. Mineral nutrition. *In* The Biology of Horticulture Crop. 2nd ed., p. 257-259 .Jhon Wiley and Sons Publisher.

Rune, G. 2003. Slits in container wall improve root structure and stem straightness of outplanted scots pine seedlings. Silva Fennica 37 : 333-342.

Salisu, M.A., Daud, W.N., Halim, R. A. and Sulaiman, Z. 2016. Effect of soilless on growth and some physiological traits of rubber (*Hevea brasiliensis*) seedlings. International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation 3 : 95-100.

Shim, S.I., Moon J.C., Jang, C.S., Raymer, P. and Kim, W. 2008. Effect of potassium nitrate priming on seed germination of *Seashore paspalum*. Horticultural Science 43 : 2259–2262.

Singh, A., Dahiru, R. and Musa, M. 2012. Osmopriming duration influence on germination emergence and seedling growth of sorghum. Seed Technology 34 : 111-118.

Singh, H. and Gill, H.S. 1988. Effect seed treatment with salts on germination and yield of wheat. Agricultural Science Digest 8 : 173-175.

Singh, R.P., D. Madal, M. Joseph, A.C. Sarma, C.K. Gupta and A.K. Krihnakumar. 2005. Effect of potassium and magnesium interaction on soil properties and growth of immature *Hevea brasiliensis* in Assam. Journal of Natural Rubber Research 18: 161-171.

Sivritepe, H.O. and Senturk, B. 2011. A comparison of hydro and halopriming with dehydration treatments for physiological enhancement of pepper seeds. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University : 53-64.

Smith, F.W. and Loneragan, J.F. 1997. Interpretation of plant analysis: Concepts and principles. *In* Plant Analysis: An Interpretation Manual. 2nd. (eds. D.J. Reuter and J.B. Robinson), pp. 1-33, Collingwood : CSIRO Publishing.

Suchartgul, S., Maneepong, S. and Issarakrisila, M. 2012. Establishment of standard values for nutritional diagnosis in soil and leaves of immature rubber tree. Rubber Thai Journal 1: 19-31.

Thainugul, W. 1986. Soil and leaf analysis as a basis of fertilizer recommendations for *Hevea Brasiliensis* Muell. Arg. Thailand. Gent, Belgium: Rijksuniversiteit Gent.

Thomas, M.B., Spurway, M.I. and Smith, B.E. 1998. A review of factors influencing container media temperatures. The International Plant Propagators' Society Combined Proceedings 47 : 125-131.

Thomas, P.A. and Garber, M.P. 2015. Growing ferns. Available online: http://secure.caes. uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%20737_4.PDF (accessed on 1 January 2018)

Tsakaldimi, M., Zagas, T., Tsitsoni, T. and Ganatsas, P. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two mediterranean evergreen oak species raised in different container types. Plant and Soil 278 : 85-93.

Watson, G.A. 1989. Climatr and soil. *In* The Rubber. (eds. C.C. Webster and W.J. Baulkwill) pp. 124-164. New York: Longman Scientific and Technical.

Webster, C.C. and Baulkwill, W.J. 1989. Rubber. New York : Longman Group UK. Limited.

Xingzheng, L and Xiangdong, H. 1982. Fertilizer application based on nutrient diagnosis of rubber trees. Chinese Journal of Tropical Crops 1: (abstract).

Yogaratnam, N. 2000. Rubber land suitability evaluation. Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka 41: 33-38.

Yogaratnam, N. and de Mel, J.G. 1985. Effect of fertilizers on leaf composition of NPK in some *Hevea* cultivars. Journal of Rubber Research Institute of Sri Lanka 63: 15-24.

Yogaratnam, N. and Karunaratne, A.D.M.1972. Fertilizer responses in *Hevea Brasiliensis* seedlings grown in the field nursery. Q. Jl. Rubber Institute Ceylon 49: 28-36.

ภาคผนวก

รายการบทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ

1. ผลของโพแทสเซียมไนเตรทต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา
2. ผลของวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ

รายการบทความวิจัยที่อยู่ระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ

1. Effect of different container structures on growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings

วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน): 15-21, 2559
Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 3, No. 3 (July-September): 15-21, 2016

Research article

ผลของโพแทสเซียมไนเตรทต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

Effect of Potassium Nitrate on Field Emergence, Survival Rate and Growth of Rubber Seedlings

ธิมาทร ละอองโชค[1] วิชัย หวังวโรดม[1*] และ วัลลภ สันติประชา[1]
La-ongchock, T. [1], Wongvarodom, V.[1]* and Santipracha, W.[1]

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla

** Corresponding author: vichai.w@psu.ac.th*
Received 14 August 2015; Revised 16 July 2016; Accepted 23 July 2016

บทคัดย่อ

การกระตุ้นความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยใช้โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) ประสบความสำเร็จในเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิด อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาในเมล็ดพันธุ์ยางพารา ดังนั้นในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ KNO_3 ต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้าของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) แบ่งการทดลองเป็น 7 สิ่งทดลอง ประกอบด้วย เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่สารละลาย KNO_3, เมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำ นาน 24 ชั่วโมง และเมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20, 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ทำ 4 ซ้ำ และบันทึกความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงปลูกเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลงปลูกและอัตราการรอดตายที่อายุ 6 เดือน 73.00 และ 71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้า อายุ 6 เดือน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดี มีความสูง 63.27 เซนติเมตร จำนวนใบ 4.50 ใบ เส้นรอบวงลำต้น 2.12 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 6.26 มิลลิเมตร ส่วนเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 นาน 24 ชั่วโมง ในทุกความเข้มข้นให้ความสูง จำนวนใบ เส้นรอบวงลำต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม

คำสำคัญ: โพแทสเซียมไนเตรท, ยางพารา, ความงอกในแปลงปลูกและการเจริญเติบโต, อัตราการรอดตาย

Abstract

Enhancement of seed germination and growth of seedlings can be achieved in many crop seeds by KNO_3 application. However, there is no reported on application of this chemical to seedling of rubber. The objective of this study was to investigate the effect of potassium nitrate on field emergence, seedling survival rate and seedlings growth of RRIM 600 rubber clone. The Randomized Complete Block Design (RCBD) with seven treatments including control, seed soaked in water for 24 hours and seed soaked in 0.20, 0.50, 1.00, 1.50 and 2.00% solution of KNO_3 for 24 hours was performed with 4 replications. Field emergence was evaluated and survival rate and seedling growth performances were recorded after 2, 4 and 6 months of application. The results showed that high quality seeds soaked in 1.5% solution of KNO_3 for 24 hours had 73.00 and 71.00% of field emergence and seedling survival rate at 6 months after planting, respectively. However, there were no significant differences among the treatments and control. High quality seeds soaked in 1.50% solution of KNO_3 for 24 hours had seedling

Published by Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.
For Permissions, please e-mail: nr-sjps@group.psu.ac.th.

height at 63.27 cm, seedling leaf number at 4.50 leaves, seedling circumference at 2.12 cm and seedling stem diameter at 6.26 mm. Low quality seeds soaked in solution of 0.20-2.00% KNO_3 had the same statistical seedlings growth in terms of seedling height, seedling leaf number, seedling circumference and seedlings stem diameter as control.

Keywords: KNO_3, rubber, field emergence and growth, survival rate

บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 22.17 ล้านไร่ มีปริมาณผลผลิตปีละ 4.32 ล้านตัน ปริมาณการส่งออก 3.77 ล้านตัน และใช้ภายในประเทศ 5.41 แสนตัน ประเทศไทยส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก ทั้งในรูปแบบของยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง น้ำยางข้น ยางผสม และยางชนิดอื่นๆ และมีการส่งออกในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เช่น ยางรถยนต์ ถุงมือ ยางยืดท่อยาง และยางรัดของ เป็นต้น (สถาบันวิจัยยาง, 2557ก; สถาบันวิจัยยาง, 2557ข) การปลูกยางพาราสามารถทำได้ 3 วิธี คือ การปลูกด้วยต้นตอติดตายาง การปลูกด้วยต้นยางชำถุง และการปลูกด้วยเมล็ดแล้วติดตาในแปลงปลูก (สุภาพร และคณะ, 2553) ซึ่งทั้ง 3 วิธีจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์เพื่อนำมาเพาะเป็นต้นกล้าหรือต้นตอสำหรับการติดตาด้วยยางพันธุ์ดี ในแต่ละปีเกษตรกรต้องการใช้เมล็ดพันธุ์ยางพาราเป็นจำนวนมาก และมักพบปัญหาเมล็ดยางพาราและต้นกล้ามีคุณภาพต่ำ (นุชนารถ, 2548) ประกอบกับในบางปีมีเมล็ดพันธุ์ยางพาราในปริมาณน้อย เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศซึ่งส่งผลต่อการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อการติดตายางพันธุ์ดี จึงจำเป็นที่ต้องศึกษาวิธีการปรับปรุงหรือยกระดับความงอกของเมล็ดพันธุ์ยางพารา เพื่อให้มีความงอกสูงขึ้นหรือมีการเจริญเติบโตที่ดี สมบูรณ์ โตเร็วและแข็งแรง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตกล้ายางพันธุ์ดี สารละลายโพแทสเซียมไนเตรทสามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์พืช ให้งอกได้ดีและเร็วขึ้น รวมทั้งส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าในพืชหลายชนิด ได้แก่ ข้าวสาลี (Hamidi *et al*., 2013) สบู่ดำ (Ghobadi *et al*., 2012) และมะละกอ (Owino and Ouma, 2011) เป็นต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ KNO_3 ต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้ในการผลิตต้นตอ ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการปรับปรุงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า และการผลิตยางพาราในภาพรวมของประเทศไทยต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองทำที่อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงเรือนพลาสติก และแปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเมษายน 2558 โดยใช้เมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ร่วงตามธรรมชาติในสวนยางของเกษตรกรจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสงขลาที่มีคุณภาพต่างกัน การทดลองประกอบด้วย 7 สิ่งทดลอง ดังนี้

1. เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้แช่สารละลาย KNO_3 และไม่ได้แช่น้ำ (ชุดควบคุม)
2. เมล็ดพันธุ์ที่แช่น้ำ นาน 24 ชั่วโมง
3. เมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง
4. เมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง
5. เมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง
6. เมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง
7. เมล็ดพันธุ์ที่แช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง

การศึกษาความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นกล้า ทำโดยการสุ่มเมล็ดพันธุ์จากทุกสิ่งทดลอง จำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ มาปลูกในแปลงขนาด 35x2.65 เมตร ระยะปลูกระหว่างเมล็ด 10 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 40 เซนติเมตร และระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ให้น้ำทุกวัน (เช้า- เย็น) กำจัดวัชพืชสม่ำเสมอ และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 5 กรัมต่อต้นต่อเดือน โดยใส่ทุกเดือนๆ ละครั้ง ประเมินความงอกในแปลงปลูกที่อายุ 30 วันหลังปลูก จำนวนต้นรอดตายและวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุก 2 เดือน โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ 5 เซนติเมตรเหนือผิวดิน ความสูง เส้นรอบวงลำต้น และนับจำนวนใบประกอบ (จำนวนก้านใบ) จนครบ 6 เดือน วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคอย่างสมบูรณ์ (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในแปลงปลูก

ความงอกในแปลงปลูก

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองมีความงอกในแปลงปลูกที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 62.00-73.50 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.20 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกสูงสุด 73.50 และ 73.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำในทุกสิ่งทดลองมีความงอกในแปลงปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 48.00-51.00 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอก 50.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูง

และต่ำที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น มีความงอกเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม 2.00-9.00 และ 1.00-3.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีความงอก 64.50 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Lay และคณะ (2013) ที่รายงานว่า เมล็ดพันธุ์มะละกอ พันธุ์ Surya ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 2.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกสูง 91.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุม ที่มีความงอก 75.00 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Effect of KNO_3 on field emergence of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at 1 month after planting.

Treatment	Field emergence (%)	
	High quality seeds	Low quality seeds
Control	64.50	48.00
Water soaking	62.00	51.00
KNO_3 0.20%	73.50	49.00
KNO_3 0.50%	69.50	49.50
KNO_3 1.00%	67.50	50.00
KNO_3 1.50%	73.00	48.50
KNO_3 2.00%	66.50	50.00
F-test	ns	ns
C.V.(%)	15.14	7.85

ns = not significant

อัตราการรอดตายของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองมีอัตราการรอดตายในแปลงปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน โดยพบว่า เมล็ดพันธุ์ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายใกล้เคียงกันในช่วง 60.50-71.00, 58.00-70.50 และ 56.50-71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายสูงสุด 71.00 เปอร์เซ็นต์ และมีผลต่างของอัตราการรอดตายเทียบกับความงอกในแปลงปลูกที่อายุ 1 เดือน ลดลงเพียง 2.00 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตาย 61.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำในทุกสิ่งทดลองมีอัตราการรอดตายในแปลงปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน โดยเมล็ดพันธุ์ให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดตาย 35.50-47.50, 35.50-48.00 และ 35.00-47.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำนาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตายสูงสุด 47.50 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น ให้ต้นกล้าที่มีอัตราการรอดตาย อยู่ในช่วง 37.50-44.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

ความสูงของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีความสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน อยู่ในช่วง 41.80-46.55, 50.02-58.40 และ 63.27-73.44 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้ามีความสูง 63.27 เซนติเมตร ที่อายุ 6 เดือน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุมและเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่น้ำ และแช่สารละลาย KNO_3 ที่ความเข้มข้นต่างๆ (Table 3) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Ghobadi และคณะ (2012) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีพันธุ์ Cross Alborz และพันธุ์ Sardari ที่แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ซึ่งให้ต้นกล้าที่มีความสูงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Hamidi และคณะ (2013) ที่พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลี ที่แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 5.00, 10.00, 50.00 และ 100.00 มิลลิโมลาร์ นาน 6 ชั่วโมง ให้ต้นกล้ามีความสูงเพิ่มขึ้น 2.80-5.25 เซนติเมตร ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีความสูง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน ที่มีความสูงอยู่ในช่วง 40.50-46.49, 50.70-57.72 และ 57.04-66.29 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Owino และ Ouma (2011) ที่รายงานว่า เมล็ดพันธุ์มะละกอที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.04 โมล เป็นเวลา 30 นาที ต้นกล้ามีความสูงไม่แตกต่างจากชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม Ghobadi และคณะ (2012) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวสาลีที่แช่ในสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้นที่สูง (2.00-4.00 เปอร์เซ็นต์) และนานเกินไป (18-30 ชั่วโมง) ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตลดลงอย่างมาก เนื่องจากความเป็นพิษของธาตุอาหารที่สะสมในรูปของไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ในปริมาณที่มากเกินความต้องการ ซึ่งเป็นผลเสียต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า และความเป็นพิษของสารละลาย KNO_3 ที่มีความเข้มข้นสูง ส่งผลให้เซลล์และเนื้อเยื่อหุ้มผนังเซลล์ได้รับความเสียหาย (Singh and Gill, 1988)

จำนวนใบของต้นกล้า

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีจำนวนใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น และแช่ในน้ำ ให้ต้นกล้าที่มีจำนวนใบ 3.38-4.13, 4.00-4.75 และ 4.50-5.73 ใบ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่มีจำนวนใบ 4.13, 3.75 และ 6.18 ใบ ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีจำนวนใบ 4.50 ใบ ที่อายุ 6 เดือน ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีจำนวนใบ ที่อายุ 2, 4 และ 6 เดือน อยู่ในช่วง 3.50-4.25, 2.75-3.75 และ 3.83-4.83 ใบ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุม ที่มีจำนวนใบ 4.50, 4.25 และ 4.80 ใบ ตามลำดับ (Table 4) จะเห็นว่าเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 มีจำนวนใบลดลงในช่วงต้นของการเจริญเติบโตเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdelgadir และคณะ (2012) ที่รายงานว่า เมล็ดพันธุ์สบู่ดำที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 10^{-5}, 10^{-6} และ 10^{-7} โมลาร์ มีจำนวนใบลดลงต่ำกว่าชุดควบคุมได้

Table 2 Effect of KNO_3 on seedling survival rate of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at different periods after planting.

Treatment	Seedling survival rate (%)							
	High quality seeds				Low quality seeds			
	Time after planting (Months)							
	2	4	6	Δ6-1	2	4	6	Δ6-1
Control	60.50	58.00	56.50	-8.00	35.50	35.50	35.00	-13.00
Water soaking	66.00	61.00	61.00	-1.00	47.50	48.00	47.50	-3.50
KNO_3 0.20%	63.00	59.00	58.50	-15.00	38.00	38.00	37.50	-11.50
KNO_3 0.50%	66.50	66.00	63.50	-6.00	46.00	43.00	43.00	-6.50
KNO_3 1.00%	66.00	62.50	62.00	-5.50	42.00	38.50	37.50	-12.50
KNO_3 1.50%	71.00	70.50	71.00	-2.00	41.50	39.50	40.50	-8.00
KNO_3 2.00%	60.50	58.00	58.00	-8.50	45.50	43.00	44.00	-6.00
F-test	ns	ns	ns		ns	ns	ns	
C.V.(%)	16.11	15.16	16.36		19.44	22.94	21.94	

ns = not significant

Table 3 Effect of KNO_3 on seedling height of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at different periods after planting.

Treatment	Seedling height (cm)					
	High quality seeds			Low quality seeds		
	Time after planting (Months)					
	2	4	6	2	4	6
Control	44.33	58.40	71.63	46.49	57.72	66.29
Water soaking	42.31	53.02	67.42	45.20	56.40	63.68
KNO_3 0.20%	42.53	53.57	67.53	42.62	53.08	59.00
KNO_3 0.50%	44.26	53.76	67.73	40.50	50.70	57.24
KNO_3 1.00%	46.55	58.12	73.44	40.66	50.92	57.04
KNO_3 1.50%	41.80	50.02	63.27	42.98	51.49	57.42
KNO_3 2.00%	42.81	53.99	68.71	43.19	54.28	59.31
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	13.96	13.88	16.31	10.79	11.07	10.91

ns = not significant

เส้นรอบวงลำต้น

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีเส้นรอบวงลำต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 3 และ 6 เดือน โดยเมล็ดพันธุ์ให้ต้นกล้าที่มีเส้นรอบวงลำต้นใกล้เคียงกัน 1.83-1.99 และ 2.12-2.38 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีเส้นรอบวงลำต้น 2.12 เซนติเมตร ส่วนเมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำ พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น ให้ต้นกล้าที่อายุ 6 เดือน ที่มีเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในช่วง 1.94-2.00 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุมและแช่น้ำ ให้ต้นกล้าที่มีเส้นรอบวงลำต้น 2. 12 และ 2.15 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพสูงในทุกสิ่งทดลองให้ต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน ต้นกล้ามีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 4.12-4.42, 5.28-6.03 และ 6.26-7-22 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 6 เดือน เท่ากับ 6.26 มิลลิเมตร และที่ความเข้มข้น 0.20, 0.50, 1.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ และแช่น้ำ ให้ต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 6 เดือน อยู่ในช่วง 6.49-7.00 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับ เมล็ดพันธุ์ยางพาราคุณภาพต่ำในทุกสิ่งทดลองมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งอายุ 2, 4 และ 6 เดือน โดย

เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ทุกความเข้มข้น และแช่น้ำ ให้ต้นกล้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น อยู่ในช่วง 4.17-4.73, 5.33-6.01 และ 5.67-6.44 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ชุดควบคุม ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 4.33, 5.87 และ 6.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 6)

Table 4 Effect of KNO_3 on seedling leaf number of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at different periods after planting.

Treatment	Seedling leaf number					
	High quality seeds			Low quality seeds		
	Time after planting (Months)					
	2	4	6	2	4	6
Control	4.13	3.75	6.18	4.50a	4.25a	4.80
Water soaking	3.50	4.25	5.73	3.88ab	3.75ab	4.83
KNO_3 0.20%	4.13	4.38	5.08	4.25ab	3.50ab	4.25
KNO_3 0.50%	3.38	4.13	5.45	3.63ab	3.75ab	3.95
KNO_3 1.00%	3.88	4.25	5.55	3.88ab	3.25ab	4.05
KNO_3 1.50%	3.50	4.75	4.50	3.88ab	2.75b	3.83
KNO_3 2.00%	4.00	4.00	5.10	3.50b	3.25ab	4.00
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns
C.V.(%)	15.74	16.99	20.80	15.13	18.00	16.55

Means in each column with the same lowercase letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.
ns = not significant difference at P< 0.05 ; * = significant difference at P< 0.05.

Table 5 Effect of KNO_3 on seedling circumference of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at different periods after planting.

Treatment	Circumference of seedling (cm)			
	High quality seeds		Low quality seeds	
	Time after planting (Months)			
	3	6	3	6
Control	1.99	2.34	1.96ab	2.12
Water soaking	1.95	2.19	2.00a	2.15
KNO_3 0.20%	1.80	2.19	1.86ab	1.95
KNO_3 0.50%	1.83	2.20	1.78b	1.94
KNO_3 1.00%	1.98	2.38	1.83ab	1.96
KNO_3 1.50%	1.88	2.12	1.79ab	1.94
KNO_3 2.00%	1.85	2.21	1.85ab	2.00
F-test	ns	ns	*	ns
C.V.(%)	9.33	11.99	6.89	7.63

Means in each column with the same lowercase letter are not significantly different at the 5% level by DMRT
ns = not significant difference at P< 0.05 ; * = significant difference at P< 0.05.

Table 6 Effect of KNO_3 on seedling stem diameter of high and low quality seeds of RRIM 600 rubber at different periods after planting.

Treatment	Seedling stem diameter (mm)					
	High quality seeds			Low quality seeds		
	Time after planting (Months)					
	2	4	6	2	4	6
Control	4.42	5.97	7.22	4.33	5.87	6.35
Water soaking	4.16	5.46	6.53	4.41	6.01	6.44
KNO_3 0.20%	4.26	5.54	6.51	4.28	5.45	5.76
KNO_3 0.50%	4.13	5.28	6.49	4.17	5.33	5.69
KNO_3 1.00%	4.44	6.03	7.00	4.73	5.66	5.72
KNO_3 1.50%	4.28	5.40	6.26	4.26	5.33	5.67
KNO_3 2.00%	4.12	5.43	6.54	4.50	5.54	5.91
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	9.41	12.52	14.23	17.10	9.76	8.54

ns = not significant

สรุป

จากการศึกษาผลของโพแทสเซียมไนเตรทต่อความงอกในแปลงปลูก อัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 เป็นระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง มีความงอกในแปลงปลูกและอัตราการรอดตายสูงสุด 73.00 และ 71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้า อายุ 6 เดือน พบว่าเมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงที่ผ่านการแช่สารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดี มีความสูง 63.27 เซนติเมตร จำนวนใบ 4.50 ใบ เส้นรอบวงลำต้น 2.12 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 6.26 มิลลิเมตร แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม และเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ (ความงอกในแปลงปลูก 48.00 เปอร์เซ็นต์) ให้จำนวนประชากรในแปลงปลูกน้อย และต้นกล้ามีการเจริญเติบโตไม่ดี การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำและสารละลาย KNO_3 ในทุกความเข้มข้น นาน 24 ชั่วโมง ไม่สามารถปรับปรุงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทดสอบวิธีการใช้ KNO_3 ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในการกระตุ้นความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

คำขอบคุณ

ผลงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ยางพารา ที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2557 และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ กังพิศดาร. 2548. ประวัติความสำคัญ. *ใน* เอกสารวิชาการยางพารา, หน้า 3-7. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยยาง. 2557ก. พื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เข้าถึงได้จาก: http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm. [เข้าถึงเมื่อ 21 เมษายน 2557].

สถาบันวิจัยยาง. 2557ข. ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.เข้าถึงได้จาก: http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm. [เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2557].

สุภาพร บัวแก้ว, สมจิตต์ ศิขรินมาศ, พิเชฏฐ์ พร้อมมูล, ประภาส ร่มเย็น, ณพรัตน์ พิชิตพลชัย, สุธี อินทรสกุล, ปัทมา ชนะสงคราม, พิชิต สพโชค, อุไร จันทรประทิน, อารักษ์ จันทุมา, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, นุชนาฏ ณ ระนอง, ปรีเปรม ทัศนสกุล, พรรษา อดุลยธรรม, จันทวรรณ คงเจริญ, พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, กฤษดา สังข์สิงห์, สมมาต แสงประดับ, จุมพฏ สุขเกื้อ, ภัทรา กินเรศ, ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์, ธมลวรรณ ขิวรัมย์, อดุลย์ ณ วิเชียร, จรัสศรี พันธ์ไม้, กิตติคุณ บุญ วานิช และชุมสินธุ์ ทองมิตร. 2553. ข้อมูลวิชาการยางพารา. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวง เกษตรและสหกรณ์.

Abdelgadir, H.A., Kulkarni, M.G., Arruda, M.P. and Van, S.J. 2012. Enhancing seedling growth of *Jatropha curcas* - a potential oil seed crop for biodiesel. South African Journal of Botany 78: 88–95.

Ghobadi, M., Abnavi, M.S., Honarmand, S.J., Ghobadi, M.E. and Mohammadi, G.R. 2012. Does KNO_3 and hydropriming improve wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds germination and seedlings growth?. Annals of Biological Research 3: 3156-3160.

Hamidi, R., Anoshehl, H.P. and Izadi, M. 2013. Effect of seed halo-priming compared with hydro-priming on wheat germination and growth. International Journal of Agronomy and Plant Production 4: 1611-1615.

Lay, P., Basvaraju, G.V., Sarika, G. and Amrutha, N. 2013. Effect of seed treatments to enhance seed quality of papaya (*Carica papaya* L.) cv. surya. Global Journal and Biology, Agriculture and Health Sciences 2: 221-225.

Owino, D.O and Ouma, G. 2011. Effect of potassium priming on papaya (*Carica papaya* var. kamiya). Journal of Animal and Plant Sciences 11: 1418-1423.

Singh, H. and Gill, H.S. 1988. Effect seed treatment with salts on germination and yield of wheat. Agricultural Science Digest 8: 173-175.

SJPS-3PPS-I-M06-14082015-O-002

ผลของวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา เพื่อใช้เป็นต้นตอ

Effect of Lightweight Growing Media on Growth of Rubber Rootstock Seedlings

พาณิชย์ เกตุชาติ*, วิชัย หวังวโรดม, สายัณห์ สดุดี

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

Panit Ketchart*, Vichai Wongvarodom, Sayan Sdoodee

Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่ใช้เป็นต้นตอ เพื่อหาวัสดุปลูกที่มีความเหมาะสมในการใช้ผลิตต้นกล้ายางพาราสำหรับเป็นต้นตอ ประกอบด้วยวัสดุปลูก 7 สูตร ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม) ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1) ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1) ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1) ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1) ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2) และดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2) บันทึกน้ำหนักวัสดุปลูกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา ผลการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ (1:1:1) มีความเหมาะสมทั้งในด้านของน้ำหนักวัสดุปลูกและอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก โดยวัสดุปลูกสูตรดังกล่าวมีน้ำหนักลดลง 36.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับน้ำหนักวัสดุปลูกดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม) ไม่มีการแตกหักของแท่งวัสดุปลูก และให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุด ดังนั้นวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ (1:1:1) จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ

คำสำคัญ: ยางพารา การเจริญเติบโตของต้นกล้า การผลิตต้นตอ วัสดุปลูก

Abstract

Effect of lightweight growing media on growth of rubber rootstock seedlings was conducted to find out the suitable growing media for rubber rootstock seedlings production. Seven media including sandy clay loam (control), sandy clay loam: rice husk charcoal (1:1), sandy clay loam: coir dust (1:1), sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal (1:1:1), sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal (1:2:1), sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal (1:1:2) and sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal (1:2:2) were used. Planting material weight and growth performances of rubber seedlings were measured. The results showed that growing media containing of sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal ratio 1:1:1 was suitable planting material in terms of weight and rubber seedlings growth performances after six months transplanting. The planting material weight decreased by 36.50% when compared with the sandy clay loam (control) with no broken of the planting material and highest growth of rubber seedlings. Thus, the growing media mixture of sandy clay loam: coir dust: rice husk charcoal (1:1:1) could be used as an alternatively appropriate growing media for production of rubber rootstock seedlings.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, seedling growth, rootstock production, growing media

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** panit_gun@hotmail.com

1. บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 23.24 ล้านไร่ โดยมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในภาคใต้ (14.58 ล้านไร่) รองลงมาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (4.89 ล้านไร่) ภาคกลาง (2.56 ล้านไร่) และภาคเหนือ (1.31 ล้านไร่) มีปริมาณผลผลิตจากน้ำยาง ปีละ 4.39 ล้านตัน [1] สร้างรายได้จากการส่งออกยางธรรมชาติปีละ 249,288 ล้านบาท น้ำยางที่ได้จากต้นยางพาราเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมหลาย ๆ ประเภท เช่น ยานยนต์ รองเท้า สายพาน ถุงมือยาง กาว และเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น [2] ในปัจจุบันการปลูกสร้างสวนยางพาราเกษตรกรมักนิยมใช้ยางชำถุง เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย ต้นกล้าโตเร็วและสม่ำเสมอ มีอัตราการรอดตายในแปลงปลูกสูง [3,4] แต่ยางชำถุงส่วนมากมักใช้ดินปลูกที่มีลักษณะค่อนข้างเหนียว [5] แน่นทึบ ระบายน้ำได้ไม่ดี และมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซได้น้อย ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตของรากไม่ดี [6] รวมถึงวัสดุปลูกมีน้ำหนักมาก ทำให้ยากต่อการขนย้ายไปปลูกในพื้นที่ลาดชัน บุญกิจ [7] รายงานว่าการเลือกใช้วัสดุปลูกที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ช่วยให้ต้นกล้าพืชมีระบบรากที่แผ่เจริญได้เต็มที่ และเจริญเติบโตรวดเร็วขึ้น [8,9] ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ มาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราและมีน้ำหนักหนักเบา

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา ใช้แผนการทดลอง Completely Randomized Design เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการศึกษาที่แปลงทดลอง และห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืช ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในเดือนกันยายน 2558 และสิ้นสุดการศึกษาเดือนมีนาคม 2559

1. ใช้เมล็ดพันธุ์ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่เก็บในช่วงต้นเดือนกันยายน 2558 (ช่วงที่เมล็ดยางพาราร่วงระยะแรก ๆ) นำเมล็ดพันธุ์ยางพาราเพาะลงตะกร้าพลาสติกที่บรรจุทรายหยาบ

2. เมื่อต้นกล้ายางพาราที่เพาะมีอายุ 21 วัน เลือกต้นกล้าที่มีลักษณะสมบูรณ์และขนาดใกล้เคียงกัน มาย้ายปลูกในถุงเพาะชำขนาด กว้าง 4.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว ที่บรรจุวัสดุปลูกแต่ละชนิดที่ผสมปุ๋ยหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 10 กรัมต่อถุง ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ละลายน้ำในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร โดยใส่เดือนละครั้ง [10] รดน้ำเช้าและเย็น ซึ่งวัสดุปลูกมี 7 สูตร ดังนี้ 1. ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม) 2. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1) 3. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1) 4. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1) 5. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1) 6. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2) และ 7. ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2) ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตร

2.1 การเก็บบันทึกข้อมูล

เมื่อต้นกล้ายางพารามีอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก วัดความสูงของต้นที่ตำแหน่งเหนือผิวดินถึงจุดเจริญปลายยอด วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นบริเวณเหนือผิวดิน 5 เซนติเมตร นับจำนวนใบย่อย โดยนับเฉพาะใบที่ลักษณะสีเขียว และสมบูรณ์ (จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น) และนำถุงเพาะชำแต่ละชนิดมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักของถุงเพาะชำรวมวัสดุปลูกและต้นกล้า (จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น) จากนั้นนำถุงเพาะชำมาแกะออก เพื่อหาน้ำหนักสดของส่วนยอดและส่วนราก โดยล้างวัสดุปลูกออกให้สะอาด นำต้นกล้าผึ่งลมให้แห้งในที่ร่มแล้วชั่งน้ำหนัก และหาปริมาตรของรากใช้วิธีการแทนที่ด้วยน้ำ โดยการนำน้ำใส่กระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิเมตร จนเต็มจากนั้นนำรากต้นกล้าจุ่มลงไปจนถึงบริเวณรอยต่อยอดกับรากวัดปริมาณน้ำที่ล้นออกมาจากกระบอกตวง [11] (จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น) และหลังจากนั้นนำต้นกล้ายางพาราอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง [12] เพื่อหาน้ำหนักแห้งส่วนยอด และส่วนราก (จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น) แล้วนำค่าที่ได้จากน้ำหนักแห้งของส่วนยอดและส่วนราก เพื่อหาอัตราส่วนรากต่อยอด คำนวณหาจากสูตร น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม)/ น้ำหนักแห้งส่วนยอด (กรัม) [13] และคำนวณหาดัชนีคุณภาพของต้นกล้า Dickson Quality Index: (DQI) คำนวณหาจากสูตร [14] ดัชนีคุณภาพ DQI = น้ำหนักแห้งรวมของต้นกล้า (กรัม)/(ความสูง (ซม.)/เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)) + (น้ำหนักแห้งส่วนยอด (กรัม)/น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม))

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินร่วนเหนียวปนทราย และวัสดุปลูกที่มีส่วนประกอบของดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ประกอบด้วยค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณ คาร์บอน ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแมกนีเซียม

โดยการสุ่มจำนวน 2 ซ้ำต่อตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. ผลการศึกษา

3.1 น้ำหนัก

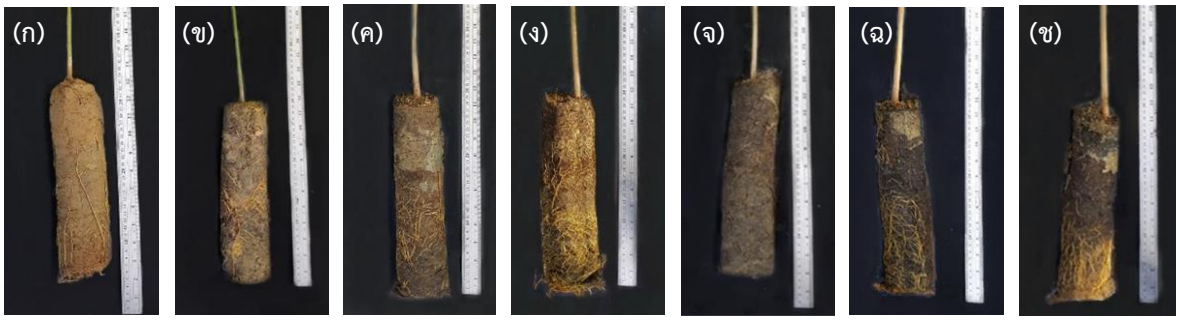
การศึกษาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของวัสดุปลูกทั้ง 7 ชนิด พบว่าการใช้วัสดุดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ ทำให้วัสดุปลูกที่มีการผสมวัสดุดังกล่าวมีน้ำหนักรวมต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูกลดลงถึง 23.00-38.60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของถุงเพาะชำที่บรรจุดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างเดียวที่มีน้ำหนักถึง 2.00 กิโลกรัมต่อถุง และจากการสังเกตุการแตกหักของแท่งวัสดุปลูกแต่ละชนิด พบว่าไม่มีการแตกหักของแท่งวัสดุปลูกเมื่อแกะถุงเพาะชำออก เนื่องมาจากการเกาะตัวของวัสดุปลูกและการกระจายของรากรอบ ๆ แท่งวัสดุปลูก (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 น้ำหนักรวมและการลดลงของน้ำหนักวัสดุปลูกที่บรรจุถุงเพาะชำขนาดกว้าง 4.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว และต้นกล้ายางพารา อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุปลูก	น้ำหนักของวัสดุปลูกรวมต้นกล้า (กก.)	การลดลงของน้ำหนักวัสดุปลูก (%)
ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม)	2.00 a	-
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1)	1.54 b	23.00
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1)	1.39 c	30.50
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1)	1.27 d	36.50
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1)	1.28 d	36.00
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2)	1.26 d	37.00
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2)	1.23 d	38.60
F-test	**	
C.V. (%)	2.69	

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT



ภาพที่ 1 ลักษณะของแท่งวัสดุปลูก ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม) (ก); ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1) (ข); ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1) (ค); ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1) (ง); ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1) (จ); ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2) (ฉ) และดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2) (ช) ที่มีอายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

3.2 การเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอ

การเจริญต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูกในวัสดุปลูกแต่ละชนิด พบว่า วัสดุปลูกผสมแต่ละชนิดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนใบย่อย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 62.20-78.42 เซนติเมตร และ 23.67-26.50 ใบต่อต้น ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นกล้าที่ย้ายปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ (1:1:1) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด (8.62 มิลลิเมตร) แตกต่างทางสถิติกับต้นกล้าที่เจริญเติบโตในดินอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ที่ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นน้อยที่สุด (6.29 มิลลิเมตร) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นกล้าที่ย้ายปลูกในวัสดุปลูกที่เป็นดินผสมสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 ช่วยส่งเสริมให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตดีเหมาะสมสำหรับการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอต่อไป

ตารางที่ 2 ผลของวัสดุปลูกต่อความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง และจำนวนใบย่อยของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุปลูก	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	จำนวนใบย่อยต่อต้น
ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม)	62.20	6.29 b	23.67
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1)	74.53	7.49 ab	24.75
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1)	68.10	7.83 ab	24.00
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1)	78.15	8.62 a	26.50
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1)	78.42	7.84 ab	25.75
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2)	67.25	7.88 ab	24.25
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2)	77.43	7.69 ab	24.25
F-test	ns	*	ns
C.V. (%)	15.86	16.73	23.59

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

ตารางที่ 3 พบว่าต้นกล้าที่ย้ายในวัสดุปลูกดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 มีน้ำหนักสดส่วนยอด (43.47 กรัมต่อต้น) และส่วนราก (26.59 กรัมต่อต้น) ที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก มากที่สุด มีความแตกต่างทางสถิติกับต้นกล้าที่ย้ายปลูกในดินร่วนเหนียวปนทรายเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) และสำหรับการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนต้นและส่วนรากของต้นกล้าที่ย้ายปลูกในวัสดุปลูกแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีค่าอยู่ในช่วง 11.08-15.09 และ 4.37-6.58 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลของวัสดุปลูกต่อน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งส่วนยอด และส่วนรากของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุปลูก	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)		น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)	
	ยอด	ราก	ยอด	ราก
ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม)	29.29 b	17.09 b	11.90	4.37
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1)	36.54 ab	20.07 ab	14.22	4.88
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1)	28.50 b	20.49 b	11.36	5.53
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1)	43.47 a	26.59 a	15.09	6.58
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1)	34.44 ab	14.63 b	11.76	5.69
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2)	38.01 ab	18.02 ab	14.47	5.67
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2)	33.63 ab	13.25 ab	11.08	4.76
F-test	*	*	ns	ns
C.V. (%)	15.80	24.24	11.39	22.59

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ * = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

การศึกษาผลวัสดุปลูกที่แตกต่างกันต่อปริมาตรราก อัตราส่วนรากต่อยอด และดัชนีคุณภาพ DQI ของต้นกล้ายางพารา พบว่า วัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 ให้ต้นกล้ายางพาราที่มีปริมาตรของรากมากที่สุด 29.75 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อต้น แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ โดยต้นกล้าที่ย้ายปลูกในถุงเพาะชำที่บรรจุดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีปริมาตรรากน้อยที่สุดเพียง 16.00 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อต้น และเมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนรากต่อยอด และดัชนีคุณภาพ DQI ของต้นกล้า พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.34-0.49 และ 1.25-1.88 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นกล้าที่เจริญเติบโตในวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ ผสมในอัตราส่วน 1:1:1 มีแนวโน้มให้ต้นกล้าที่มีดัชนีคุณภาพ DQI สูงที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่าต้นกล้าที่มีคุณภาพดี (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของวัสดุปลูกต่อปริมาตรของราก อัตราส่วนรากต่อยอด และดัชนีคุณภาพ DQI ของต้นกล้ายางพาราที่อายุ 6 เดือนหลังย้ายปลูก

วัสดุปลูก	ปริมาตรของราก (ลบ.ซม/ต้น)	อัตราส่วนราก ต่อยอด	ดัชนีคุณภาพ (DQI)
ดินร่วนเหนียวปนทราย (ชุดควบคุม)	16.00 c	0.37	1.25
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ถ่านแกลบ (1:1)	21.75 bc	0.34	1.51
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว (1:1)	22.75 b	0.49	1.58
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1)	29.75 a	0.44	1.88
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:1)	17.75 bc	0.48	1.47
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:2)	19.57 bc	0.39	1.79
ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:2:2)	19.00 bc	0.43	1.30
F-test	**	ns	ns
C.V. (%)	13.03	24.90	21.03

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p \leq 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกัน แตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์แบบ DMRT

3.3 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1

จากข้อมูลตารางที่ 1 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบาและเหมาะสมสำหรับการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอได้ เนื่องจากต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่ดีให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 8.62 มิลลิเมตร ภายใน 6 เดือน และเมื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกดังกล่าว พบว่า วัสดุปลูกดังกล่าวมีค่า pH 6.94 ค่าการนำไฟฟ้า 0.64 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก 2.32 มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อวัสดุปลูก 100 กรัม ปริมาณอินทรียวัตถุ 5.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอน 3.99 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด 0.06 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 624.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 1,248.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียม 113.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สูงกว่าวัสดุปลูกที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างเดียว (ชุดควบคุม) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างเดียวและดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1

คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ (1:1:1)
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:5 น้ำ)	4.72	6.94
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนต์/เมตร)	0.02	0.64
ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (มิลลิอิควิวาเลนท์ต่อวัสดุปลูก 100 กรัม)	0.53	2.32
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	2.74	5.76
ปริมาณคาร์บอน (%)	0.91	3.99
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.04	0.06
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	5.77	624.40
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	20.34	1,248.00
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	12.54	113.40

4. วิจารณ์

จากการศึกษาน้ำหนักของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน 7 สูตร พบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนของดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบในอัตราส่วนต่าง ๆ สามารถช่วยให้น้ำหนักของวัสดุปลูกลดลงถึง 23.00-38.60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับดินร่วนเหนียวปนทรายเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ที่มีน้ำหนักวัสดุปลูกรวมต้นกล้ามากที่สุด 2.00 กิโลกรัมต่อถุง (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการรายงาน Jaenicke [15] การเติมอินทรียวัตถุสามารถลดน้ำหนักของวัสดุปลูก เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้ายปลูกและประหยัดค่าใช้จ่ายจากการขนส่งต้นกล้า ทั้งนี้การใช้วัสดุปลูกอัตราส่วนใด ๆ ควรคำถึงความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของต้นกล้า จากการศึกษา พบว่า วัสดุปลูกดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา ด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (8.62 มิลลิเมตร) น้ำหนักสดของส่วนยอด ส่วนราก และปริมาตรของราก มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 2 3 และ 4) โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการติดตายางพารา ต้นกล้าที่สามารถติตตาได้จำเป็นต้องมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 9-25 มิลลิเมตร [16] ผลจากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของระวิวรรณ และคณะ [17] พบว่า การปลูกต้นกล้ายางพาราในวัสดุปลูกที่มีอินทรียวัตถุสูตรดินเหนียว:ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 6:1 หรือดินเหนียว: ขุยมะพร้าว: ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 4:2:1 สามารถช่วยส่งเสริมให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และเมื่อนำมาดินและวัสดุปลูกดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบอัตราส่วน 1:1:1 มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า วัสดุปลูกดินผสมชนิดดังกล่าวมีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมกว่าวัสดุปลูกที่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายอย่างเดียว ไม่ว่าจะเป็นค่า pH ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณคาร์บอน (ตารางที่ 4) อรวรรณ [18] รายงานว่าค่า pH มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมต่อธาตุอาหารของพืชมากที่สุด ควรมีค่าอยู่ในช่วง 6-7 [19] สุภาพร และประวิทย์ [20] รายงานว่าการเติมถ่านแกลบในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่า pH เพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากถ่านแกลบมีสภาพเป็นด่าง มีค่า pH 7.92 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของประพาย และสุขสันต์ [21] พบว่าการใช้ดินผสมถ่านแกลบในอัตรา 1:1 และ 1:2 ส่งผลให้วัสดุปลูกมีค่า pH จาก 7.40 เป็น 7.50 ตามลำดับ มีค่าที่สูงกว่าเดิม และเมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารของวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 เป็นส่วนประกอบ พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ที่ปริมาณสูงกว่าดินอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องมาจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมอยู่สูง [22] และถ่านแกลบมีธาตุไนโตรเจน และแมกนีเซียมสูง [23] อีกทั้งขุยมะพร้าว และถ่านแกลบยังเป็นวัสดุที่มีอุ้มน้ำได้สูง และสามารถลดการสูญเสียของธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่เคลื่อนย้ายไปกับน้ำ แต่อย่างไรก็ตาม การเติมขุยมะพร้าว และถ่านแกลบ ในอัตราส่วนที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศในบริเวณเขตรากพืช [24] Jaenicke [15] รายงานว่าวัสดุ

ปลูกที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชควรมีส่วนของช่องว่างรวมประมาณร้อยละ 50 โดยปริมาตร โดยแบ่งเป็นช่องว่างอากาศและน้ำ อย่างละ 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าหากวัสดุปลูกช่องว่างของอากาศที่ต่ำเกินไป ส่งผลให้พืชหยุดการสร้างรากใหม่ [6] และเมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าที่เจริญในดินเพียงอย่าง (ชุดควบคุม) ที่มีปริมาตรของรากที่ต่ำที่สุด อาจเป็นเพราะว่าดินที่นำมาใช้เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่งผลให้ระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดีมากนัก และมีความแน่นทึบกว่าวัสดุปลูกดินผสม จึงทำให้ไม่เหมาะสมการเจริญเติบโตของรากยางพารา [7] ทำให้ต้นกล้าที่เพาะชำมีปริมาตรรากที่น้อยที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Salisu และคณะ [25] ที่พบว่าการปลูกต้นตอยางพาราในวัสดุปลูกที่เป็นดิน Oxisol เพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักแห้งส่วนรากน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ส่วนผสมต่าง ๆ ดังนั้นการใช้วัสดุที่คุณสมบัติการอุ้มน้ำได้ดี ในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและธาตุอาหารของพืชให้ดีขึ้นได้ [26,24,27] อีกทั้งมีน้ำหนักวัสดุปลูกลดลง ไม่มีการแตกหักของแท่งวัสดุปลูก ซึ่งทำให้สามารถขนย้ายต้นกล้ายางพาราได้ง่ายขึ้นเมื่อนำไปปลูกในสภาพแปลงที่มีความลาดชัน และสามารถลดน้ำหนักการบรรทุกต้นกล้ายางชำถุงได้มากขึ้น ดังนั้นวัสดุปลูกที่มีดินร่วนเหนียวปนทรายผสมขุยมะพร้าวและถ่านแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:1 จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมในการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อเป็นต้นตอติดตาต่อไป

5. สรุป

การเลือกใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนประกอบของดินร่วนเหนียวปนทราย: ขุยมะพร้าว: ถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1:1 เป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตต้นกล้ายางพาราเพื่อใช้เป็นต้นตอติดตา เนื่องจากมีน้ำหนักของวัสดุปลูกลดลงถึง 36.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบของดิน (ชุดควบคุม) และไม่มีการแตกหักของแท่งวัสดุปลูกเมื่อย้ายปลูก เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้าย และประหยัดพลังงานในการขนส่งไปปลูกในแปลงปลูก อีกทั้งให้ต้นกล้าที่มีการเจริญเติบโตสูงด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น สามารถช่วยให้ติดตาได้เร็ว

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ NAT 570378 s และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. รายการอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560, สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 206 น.

[2] กรมศุลกากร, 2556, มูลค่ายางส่งออกแยกตามประเภทของไทย, แหล่งข้อมูล: http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.htm, 1 มิถุนายน 2559.

[3] พรรณนีย์ วิชชาชู, 2546, ทำไมต้องจ้างเอกชนผลิตต้นยางชำถุง 90 ล้านต้น, แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n6/v-7-aug/page-16.pdf, 2 กุมภาพันธ์ 2561.

[4] สถาบันวิจัยยาง, 2556, การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน, แหล่งข้อมูล: http: //www.rubberthai.com/book/file/117.pdf, 10 ตุลาคม 2560.

[5] สถาบันวิจัยยาง, 2554, คำแนะนำการปลูกยางพารา, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ, 49 น.

[6] พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, บุตรี พุทธรักษ์ และพิเชฏฐ์ พร้อมมูล, 2557, วัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นยางที่ปลูกในภาชนะเพาะชำพลาสติก, ว. ยางพารา 35 : 7-14.

[7] บุญกิจ ด่านอนุพันธ์, 2536, อิทธิพลของภาชนะเพาะชำ วัสดุเพาะชำและปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 187 น.

[8] พิศมัย จูฑะมงคล และวิโรจ อิ่มพิทักษ์, 2535, ผลของเครื่องปลูก ชนิดและอัตราปุ๋ยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน น. 597-605 ใน รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30, สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[9] อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2538, การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponics) ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 146 น.

[10] พเยาว์ ร่มรื่นสุขารมย์, บุตรี พุทธรักษ์, พิเชฏฐ์ พร้อมมูล, สายสุรีย์ วงศ์วิชัยวัฒน์ และธงชัย คำโคตร, 2556, การใช้ภาชนะเพาะชำพลาสติกช่วยพัฒนาระบบรากของยางพารา, ว. ยางพารา 33: 25-32.

[11] Khurram, S., Burney, O.T., Morrissey, R.C. and Jacobs, D.F., 2017, Bottles to trees: plastic beverage bottles as an alternative nursery growing container for reforestation in developing countries, Plos One. 12: 1-21.

[12] ทนุวงศ์ แสงเทียน และอุทัยวรรณ แสงวณิช, 2537, การเจริญเติบโตของกล้าไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) ที่ได้รับการปลูกเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา, ว.วนศาสตร์ 13: 22-28.

[13] Hunt, R., 1978, Plant Growth Analysis Institute of Biology's Studies in Biology No. 96, The CamelotPress Ltd, London, England, 67 p.

[14] Dickson, A., Leaf, A.L. and Hosner, J.F., 1960, Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries, Forest Chron. 36: 10-13.

[15] Jaenicke, H., 1999, Good Tree Nursery, Practical Guidelines for Research Nurseries, International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, 93 p.

[16] สถาบันวิจัยยาง, 2555, ข้อมูลวิชาการยางพารา, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, 123 น.

[17] ระวิวรรณ โชติพันธ์, วาทินี สวนผกา และฐานปา อินริสพงศ์, 2558, ขนาดถุงเพาะชำและวัสดุเพาะชำที่เหมาะสมสำหรับการผลิตต้นตอยางพารา, น. 271-278 ใน การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 53, สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[18] อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง, 2551, ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 253 น.

[19] นันทรัตน์ ศุภกำเนิด, 2558, การจัดการดินและปุ๋ยสำหรับพืชสวน, สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, 82 น.

[20] สุภาพร บัวชุม และประวิทย์ โตวัฒนะ, 2558, การทำปุ๋ยหมักและวัสดุปลูกจากวัชพืชน้ำและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช, น. 546-557 ใน รายงานการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ.

[21] ประพาย แก่นนาค และสุขสันต์ สายวา, 2540, อิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุกลบต่อการงอกของเมล็ดไม้ตาเสือ, น. 100-107 ใน ประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35, สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[22] Evans, M. R., Konduru, S. and Stamps, R. H., 1996, Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust, J. Am. Soc. Hortic. Sci. 31: 965–967.

[23] ปรียาภรณ์ แนมใส, 2546, อิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

[24] สุมิตรา จันไทย, 2555, ผลของความถี่ของการให้น้ำ ปุ๋ยทางระบบน้ำ และวัสดุปรับปรุงดินต่อการผลิตมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculuentum* Mill.) ในระบบน้ำหยด, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 70 น.

[25] Salisu, M.A., Daud, W.N., Halim, R. A. and Sulaiman, Z., 2016, Effect of soilless media on growth and some physiological traits of rubber (*Hevea brasiliensis*) seedlings. International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation 3: 95-100.

[26] สายัณห์ สดุดี, 2537, สภาวะขาดน้ำในการผลิตพืช, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา, 217 น.

[27] Asiah, A., MohdRazi, I., MohdKhanif, Y., Marziah, M. and Shaharuddin, M., 2004, Physical and chemical properties of coconut coir dust and oil palm empty fruit bunch and the growth of hybrid heat tolerant cauliflower plant, Pertanika J. Trop. Agric. Sci., 27: 121-133.

Maejo International Journal of Science and Technology
ISSN 1905-7873

Available online at www.mijst.mju.ac.th

Full Paper

Effect of different container structures on growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings

Panit Ketchart [1], Vichai Wongvarodom [1,*], Sayan Sdoodee [1], and Rawee Chiarawipa [1]

[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand

* Corresponding author, e-mail: vichai.w@psu.ac.th

Received: / Accepted: / Published:

Abstract: This study evaluated the effect of container structures on the growth and root architecture of rubber (*Hevea brasiliensis*) rootstock seedlings .The container structures and planting materials used were cylindrical plastic tubes, size 3"×14" without plastic rods, and with two or four plastic rods glued inside, filed with a mixed medium of topsoil :coir dust :rice husk ash (1:1:1), and polybags, size 3"×14", filled with topsoil alone (control).The rubber seedlings' growth was measured at 4, 6 and 8 months above-ground and below-ground .The results showed that the rubber seedlings reached a suitable size for budding at 6 months with optimum seedling growth .The cylindrical plastic tubes with two and four plastic rods glued inside produced a good root architecture characterized by a high number of strong vertically oriented roots, an increase in the distributed root percentage in the upper root zone and also decreased branch roots based both on root dry weight and root spiraling in the lower root zone, resulting in less circling roots .

Keywords: *Hevea brasiliensis*, planting container structures, rootstock, shoot growth, branch root distribution

INTRODUCTION

Rubber (*Hevea brasiliensis*) is an important industrial-economic crop in Thailand. Rubber plantations in Thailand are distributed in all regions with an estimated total planting area in 2016 of 23.34 million rais, mostly in the southern part (14.58 million rais), the northeast (4.89 million rais), Central Thailand (2.56 million rais) and the north (1.31 million rais) [1]. Rubber planting materials can be in the form of budded stumps or young budded seedlings in polybags. Suitable rootstock seedlings of high yielding varieties for budding take 6-8 months to reach a diameter of 0.9-2.5 cm [2]. Various factors may affect rootstock propagation or rootstock quality such as seed quality, planting material and container structure [3-7]. Ahmad et al. [6] reported that using different planting material influenced the growth of durian rootstock seedlings and container structure may also influence root growth. Containers with vertical ribs inside have been found to prevent root spiraling [4] and to produce more vertical roots [5]. Amoroso et al. [8] reported that field elm

seedlings in smooth-sided containers had the highest percentage of deformed roots. In addition, the container types affected seedling survival after transplanting in the field [9]. Therefore, the application of suitable planting materials and containers will influence the growth of plants and promote strong root growth and also affect the success of plant establishment after transplanting which is often linked to root health [7, 10]. The objective of this research was to investigate the effect of different container structures on the growth and root architecture of rubber seedlings for using as quality rootstock.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out from September 2016 to May 2017 in a glasshouse at the Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla province, Thailand.

Plant Materials

Seeds of the rubber clone, RRIM 600 were collected from Songkhla province during September 2016 and germinated. Two weeks after germination, the seedlings were transplanted and grown in growing media in different container types (Table 1). All the rubber seedlings received a water-soluble NPK fertilizer (15:15:15) monthly at a dosing rate of 1 kilogram per 100 liters. Irrigation was delivered via an individual drip release to each plant, three times a day, *viz.* morning, midday and evening. throughout the duration of the study. The average day and night temperatures in the glasshouse during the experiment period were 37.2°C and 25.5°C, respectively. The average relative humidity was 79.7 %.

Table 1. Container types and planting materials used in the experiment.

Treatment	Container structure and planting material
T1	Cylindrical plastic tube, size 3"×14" filled with topsoil: coir dust:rice husk ash (1:1:1 by volume)
T2	Cylindrical plastic tube, size 3"×14", with two 4 mm thick plastic rods glued inside and filled with topsoil: coir dust: rice husk ash (1:1:1 by volume)
T3	Cylindrical plastic tube, size 3"×14" with four 4 mm thick plastic rods glued inside and filled with topsoil: coir dust: rice husk ash (1:1:1 by volume)
T4	Polybags, size 3"×14" filled with topsoil 100% (Control)

Growing Media Analysis

The chemical characteristics of the growing media, *viz* their pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), organic carbon (OC), cation exchange capacity (CEC), carbon to nitrogen ratio (C/N ratio), total nitrogen (N) and available phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg) were tested at the Central Laboratory of the Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. The average weight of growing medium in each container was monitored monthly throughout the 8 months of the experiment.

Vegetative Growth of Rubber Seedlings

The data for the plant growth characteristics were recorded every month for eight months including the shoot height, stem diameter (at 5 cm above soil surface), the number of compound leaves and the chlorophyll content in the rubber plant leaves. For the determination of the chlorophyll content, the leaves were cut into four small leaf discs with an area of 1 cm^2. using a cork borer, which were placed in 3 ml of N,N dimethylformamide and kept in darkness for 24 hours. Then, the chlorophyll extracted was measured using a spectrophotometer (Pharmacia Biotech

Ultrospec 3000 Uv/vis) at 647 and 664 nm. The equation used to calculate the chlorophyll content was as follows: Chlorophyll content = $(7.04\ A_{664} + 20.27\ A_{647})$, expressed in mg/cm^2 [11].

Biomass of Seedlings

Seedlings aged 4, 6 and 8 eight months were cut at the root collar and the shoot and circling roots were dried separately at 80 °C for 24 hours for biomass estimation [12]. The shoot and root dry weight and root to shoot ratio was also determined using the equation proposed by Hunt [13]: root/shoot = total root dry weight/total shoot dry weight. The circling roots were weighed and averaged for each plant. The growing containers were cut into three equal parts, upper, middle and lower at depths of 0-11, 12-22 and 23-34 cm, respectively, to find the root mass distribution in each part.

Statistical Analysis

The experiment was designed based on a completely randomized design and means were compared using Duncan's multiple range test with the significance of results tested at $P < 0.05$ and $P < 0.01$ with four replications per treatment (three plants per replication for vegetative growth evaluation and one plant per replication for biomass analysis).

RESULTS AND DISCUSSION

The Chemical Properties of the Media

The pH, EC,OM, OC, CEC, C/N ratio, total N, available P, K and Mg of the planting materials, (topsoil (control); topsoil: coir dust: rice husk ash in a ratio of 1:1:1 by volume) were analyzed before and after planting and the results are shown in Table 2. The results show that the properties of the growing medium consisting of a mixture of topsoil: coir dust: rice husk ash had a higher OM (5.76%), OC (3.99%) and CEC (2.32 meq per 100 g) before planting compared to topsoil alone. The mixed growing medium also provided various nutrient elements in abundance with total N, available P, K and Mg of 0.06, 624.40, 1,248.00, 113.40 mg per kg, respectively (Table 2). Noguera et al. [14] reported that the addition of coir dust to growing components provided relatively high P and K and in the present study,the mixed medium was found to have better properties after growing the plants for 8 months compared to topsoil (Table 2). Chanthai [17] reported that coir dust and rice husk ash improved the properties of growing media by increasing their water holding capacity and CEC which was beneficial to nutrient adsorption [15].

Table 2. The chemical properties of media before and after planting.

Properties	Before		After	
	Topsoil	Topsoil:coir dust: rice husk ash (1:1:1)	Topsoil	Topsoil: coir dust: rice husk ash (1:1:1)
pH (1:5)	4.72	6.94	3.94	4.67
EC (µS/cm)	17.66	635.50	259.50	134.20
OM (%)	2.74	5.76	1.03	5.43
OC (%)	0.91	3.99	0.61	3.16
CEC (meq/100 g)	0.53	2.32	3.46	6.96
C/N ratio	13.25	38.67	12.20	35.11
Total N (mg/kg)	0.04	0.06	0.05	0.09

available P (mg/kg)	5.77	624.40	202.45	342.88
K (mg/kg)	20.34	1,248.00	84.11	164.94
Mg (mg/kg)	12.54	113.40	11.17	57.52

Average Weight of Planting Material

The initial and after planting weight of the four treatments, T1-T4 are shown in Table 3. The initial weight of T4 was 1.74 kg, while the weight of the others (T1-T3) ranged from 0.97-1.05 kg (i.e., lower than the control by 39.66-44.25 %). Increases in planting material weight were found after planting the seedlings which was mainly due to the growth increment of the seedlings and the accumulation of moisture both in the plant structure and in the planting media. However, the same trend as before planting was found and T1-T3 had lower weights by 30.53-37.17 % compared to the control. Jaenicke [16] reported that the addition of organic components improved the properties of the growing media by reducing the weight of the planting material. Lower weight of planting material provides benefits by savings in transportation costs, particularly for highland rubber growing.

Table 3. Average weight of planting material in each treatment.

Treatment	Initial weight (before planting)		Average weight after planting at 1-8 months	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)
T1	0.97c	(44.25) †	1.42b	(37.17)†
T2	1.02bc	(41.38)	1.52b	(32.74)
T3	1.05b	(39.66)	1.57b	(30.53)
T4 (Control)	1.74a		2.26a	
F-test	**		**	
CV (%)	3.21		14.59	

**: Difference significant at $p < 0.01$.

Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

†: Data in parenthesis was percentage weight decrease compared to the control

Shoot Height and Stem Diameter

Changes in seedling shoot height and stem diameter 4, 6 and 8 months after transplanting are shown in Table 4. The shoot height was not significantly different among treatments at 4, 6 and 8 months after transplanting. However, after 8 months they were in the range of 157.87-183.17 cm. The stem diameter increased with time as the age of the seedling increased. There was no significant difference among the treatments at 4 and 6 months after transplanting. However, at 8 months-old, there was a significant difference in T2 (15.82 mm) and T3 (15.88 mm) compared to the control, T4 (13.79 mm). Most of the plants reached a suitable size for budding (0.9-2.5 cm diameter) [2] within 6 months after planting. The data suggested that T2 and T3 tended to provide more suitable sized rootstock seedlings for good quality budding.

Table 4. Average shoot height and stem diameter of rubber rootstock seedlings in different container structures.

Treatment	Shoot height (cm)			Stem diameter (mm)		
	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months
T1	86.48	137.00	177.22	8.31	11.71	14.99ab
T2	100.34	140.90	177.72	8.49	12.00	15.82a

T3	84.44	147.00	183.17	8.57	11.72	15.88a
T4 (Control)	96.75	131.03	157.87	8.09	11.37	13.79b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	7.84	9.13	8.23	10.74	5.54	5.31

ns: not significant; *: Difference significant at $p < 0.05$.
Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

Number of Leaves and Chlorophyll Content

There were no significant differences among the treatments in the number of leaves at 4, 6 and 8 months after transplanting. The number of leaves per plant was 30.75-35.17, 48.43-56.00 and 64.83-78.25 leaves, respectively. The leaf chlorophyll content was 38.22-45.73 and 36.74-37.94 mg/cm^2 at 4 and 6 months after transplanting, respectively. At 8 months after planting, the seedlings of T1, T2 and T3 had chlorophyll contents of 41.93, 41.58 and 45.44 mg/cm^2, respectively, which were higher than the control (T4) as shown inTable 5. This might be due to a greater accumulation of plant nutrients, especially N and Mg, and their better adsorption in the mixed growing material compared to topsoil alone (Table 2). Chanthai [17] reported that the addition of coir dust to planting media reduced N and K losses through leaching. N and Mg are essential constituents of chlorophyll which is necessary for photosynthesis [18].

Table 5. Average number of leaves and chlorophyll content of rubber rootstock seedlings in different container structures.

Treatment	Number of leaves per plant			Chlorophyll content (mg/cm2)		
	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months
T1	31.92	55.92	75.83	41.80	37.15	41.93a
T2	35.00	56.00	78.25	41.10	37.43	41.58a
T3	35.17	51.94	73.39	45.73	37.94	45.44a
T4 (Control)	30.75	48.43	64.83	38.22	36.74	36.93b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV (%)	27.30	18.75	23.95	13.60	18.01	6.14

ns: not significant; *: Difference significant at $p < 0.05$.
Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

Shoot Dry Weight, Root Dry Weight and Root to Shoot Ratio of Rubber Rootstock Seedlings

Table 6 shows that the container structure had no effect on the shoot-root dry weight of 4 month-old of rubber rootstock seedlings. The shoot dry weight ranged from 11.72-16.36 g and the root dry weight was between 3.74 and 5.42 g per seedling. At 8 months after transplanting, T1, T2 and T3 had average shoot and root dry weights ranging from 110.93 to117.43 and 33.56 to 42.98 g per seedling, respectively which were higher than those of the control (T4) as shown in Table 6 and Figure 1. A similar result was found in *Shorea balangeran* seedlings planted in a growing medium of 80 % topsoil: 20 % sawdust compost [19]. The root to shoot ratio, which indicates the balance between the above and underground parts of the seedling, was not significantly different among the treatments at 4, 6 and 8 months-old and was within ranges of 0.29-0.38, 0.28-0.46 and 0.30-0.37, for T1, T2 and T3 respectively. Othman et al. [29] previously reported that the root to shoot ratio of rubber rootstock seedlings ranged from 0.31-0.65. An adequate root system improves root

adsorption of water and nutrients from planting media for photosynthesis and the growth of the seedling [13, 21].

Table 6. Average shoot dry weight, root dry weight and root to shoot ratio of rubber rootstock seedlings in different container structures**.**

Treatment	Shoot dry weight (g)			Root dry weight (g)			Root to shoot ratio		
	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months
T1	13.58	44.48a	110.93a	4.00	18.84a	33.56a	0.29	0.42	0.30
T2	14.01	48.43a	112.98a	5.38	19.79a	41.08a	0.38	0.41	0.36
T3	16.36	49.72a	117.43a	5.42	22.75a	42.98a	0.33	0.46	0.37
T4 (Control)	11.72	34.06b	85.54b	3.74	9.67b	31.62b	0.32	0.28	0.37
F-test	ns	*	**	ns	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	27.46	11.31	11.44	24.44	23.85	13.24	28.01	30.81	23.05

ns: not significant; *, **: Difference significant at $p < 0.05$ and 0.01, respectively.
Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

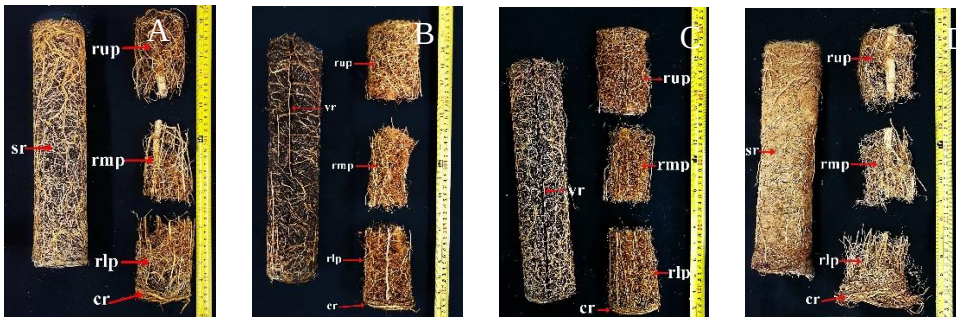


Figure 1. Root growth characteristics of rubber rootstock seedlings at 8 months after transplanting in different container structures *viz*: (A) T1:Cylindrical plastic tube filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (B) T2:Cylindrical plastic tube with two plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (C) T3:Cylindrical plastic tube with four plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1) T4:Polybags filled with topsoil 100%. spiraling root (sr), vertical root (vr), circling root (cr), root at upper part (rup), root at middle part (rmp) and root at lower part (rlp).

Root Distributions in The Upper, Middle and Lower Part of Root Zones

Table 7 shows the percentage of branch roots in the upper, middle and lower parts of each container. Treatments T2 and T3 had the two highest concentrations of branch roots in the upper part of 41.43 % and 37.82 %, respectively. The branch root distribution ranged from 20.51-24.98 % and were not significantly different among the treatments in the middle zone. In contrast to the upper zone, the lower root zone of T4 and T1 had the highest branch root percentages of 48.86 and 50.51 %, respectively while T2 and T3 had lower branch root percentages in the range of 37.21-38.06% (Figure 1). The results indicated that different container structures resulted in different root architectures or branch root distributions of the rubber rootstock seedlings. An increase in the

branch roots in the lower root zone leads to circling roots which represent a serious root defect contributing to instability and poor root health and retarding further growth of the seedling [22].

Table 7. Percentage branch root distribution (by dry weight) in different root zones in the upper, middle and lower part of rubber rootstock seedlings in different container structures at 8 months after transplanting .

Treatment	Branch root distribution (by dry weight) in different root zones (%)		
	Upper	Middle	Lower
T1	28.48b	21.01	50.51a
T2	41.43a	20.51	38.06b
T3	37.82a	24.98	37.21b
T4 (Control)	28.97b	22.17	48.86a
F-test	*	ns	*
CV (%)	6.89	13.94	9.74

ns: not significant; *: Difference significant at $p < 0.05$.
Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

Taproot Length and Root Circling of Rubber Rootstock Seedlings

The container structures had no effect on the taproot length of the seedlings at 4, 6 and 8 months after planting. At 8 months after transplanting, the seedlings of treatments T1-T4 had taproot lengths of 50.10-54.30 cm (Table 8). However, in terms of root circling, the container structures influenced the circling root length and circling root dry weight of the 8 month-old seedlings. T4 and T1 had circling root lengths and circling root dry weights of 20.93-24.93 cm and 2.76-3.12 g, respectively while lower circling root lengths (15.70-18.40 cm) and circling root dry weights (2.53-2.63 g) were found in T2 and T3 (Table 8 and Figure 2). Landis [23] reported that vertical ridges in the container wall reduced the development of roots in a spiral pattern and promoted downward vertical root growth [24] and led to more lateral root growth at the upper part of the root zone, resulting in lower circling roots in the bottom part of the root zone (Table 7). Circling roots cause long-term tree growth problems in the field such as instability, stunted or lower growth rate and lower survival rate[25-26, 8, 27-28].

Table 8. Average circling root length and circling root dry weight of rubber rootstock seedlings in different container structures.

Treatment	Taproot length (cm)			Circling root length (cm)			Circling root dry weight (g)		
	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months	4 months	6 months	8 months
T1	39.18	46.66	50.27	7.88	15.17	20.93ab	0.28	1.03	2.76b
T2	39.16	43.60	50.10	7.00	10.93	15.70b	0.21	0.95	2.63b
T3	38.60	44.65	50.55	6.17	12.15	18.40b	0.24	0.58	2.53b
T4 (Control)	36.13	43.00	54.30	9.13	13.50	24.93a	0.14	0.61	3.12a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*
CV (%)	9.46	10.09	12.85	39.83	32.75	11.07	29.96	30.58	6.62

ns: not significant; *: Difference significant at $p < 0.05$.

Means in each column with same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test.

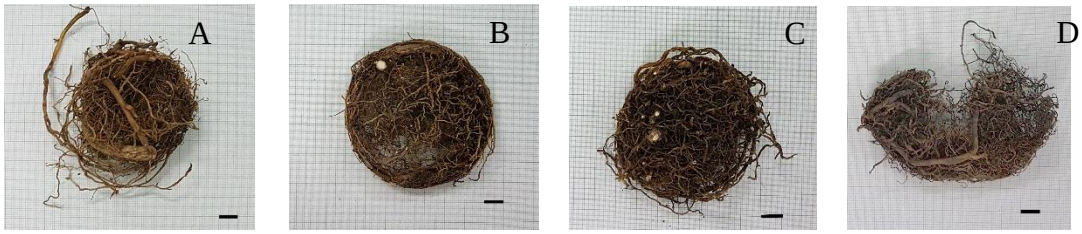


Figure 2. The circling root characteristics of rubber rootstock seedlings at 8 months after transplanting in different container structures viz: (A) T1:Cylindrical plastic tube filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (B) T2:Cylindrical plastic tube with two plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (C) T3:Cylindrical plastic tube with four plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1) T4:Polybags filled with topsoil 100%. The bar indicates 1 cm

Characteristics of Root Growth

Figure 3 shows the root growth characteristics of rubber rootstock seedlings at 8 months after transplanting in different container structures. It was found that the root characteristics in polybags or smooth wall cylindrical plastic tubes (T4 and T1) were non-directional (or spiral) growth while the roots of the seedlings in cylindrical plastic tubes with two or four internal vertical plastic rods obviously had more downward root growth along the vertical rods. The vertical rods in the container wall therefore promoted vertical root growth, reduced root spiraling and stimulated branch roots. Less spiral roots benefit future root growth and enhance the establishment of the seedling in the field because of their more efficient root adsorption capacity [4, 29].

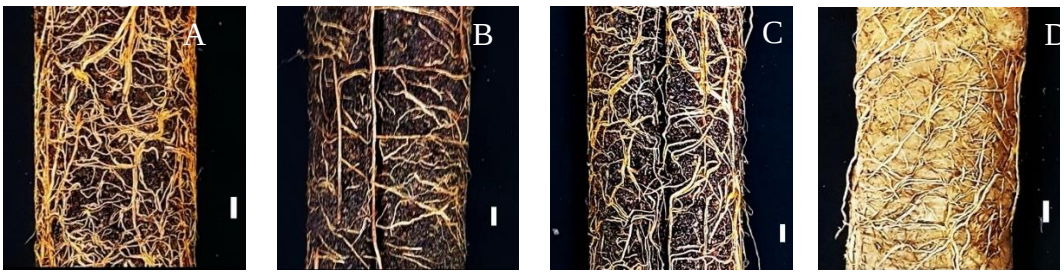


Figure 3. Characteristics of root growth of rubber seedlings at 8 months after transplanting in different container structures viz: (A) T1:Cylindrical plastic tube filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (B) T2:Cylindrical plastic tube with two plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1); (C)T3:Cylindrical plastic tube with four plastic rods glued inside, filled with topsoil:coir dust:rice husk ash (1:1:1) T4:Polybags filled with topsoil 100%. The bar indicates 1 cm.

CONCLUSIONS

Growing containers consisting of cylindrical plastic tubes with two and four vertical rods glued inside, filled with a medium of topsoil: coir dust: rice husk ash at a ratio of 1:1:1 by volume enhanced the shoot and root growth of rubber rootstock seedlings which produced an increased

percentage of branch roots in the upper root zone and a decreased percentage of branch roots in the lower root zone. The circling root length, circling root dry weight and root spiraling also decreased.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by budget revenue of Prince of Songkla University (NAT570378S) and funding from the Graduate School, Prince of Songkla University. The authors would like to thank the Seed Technology Laboratory, Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, for providing facilities. The permission of the rubber plantation owners for seed collection is also acknowledged.

REFERENCES

1. Office of agricultural economics, "Agricultural statistics of Thailand 2016", **2017**, http://www.oae.go.th/download/download_journal/ 2560/yearbook59.pdf. (Accessed: 6 February 2018).
2. Rubber Research Institute of Thailand. "Information of para rubber 2012", **2013**, http://www.rubberthai.com/book/file/69.pdf. (Accessed: 28 April 2017).
3. P. Romruensukharom, B. Buddharak, and P. Prommoon,. "Suitable planting materials on growth of rubber seedlings planted in plastic containers", *Para Rubber Bulletin*, **2013,** *15*, 25-32.
4. S. Khurram, O. T. Burney, R. C. Morrissey and D. F. Jacobs, "Bottles to trees: plastic beverage bottles as an alternative nursery growing container for reforestation in developing countries", *PloS one*., **2017**, *12*, 1-21.
5. S. Kajornsrichon, "Effect of container types and potting media on the initial growth of *Pterocarpus macrocarpus* seedlings. *Thai J. For*., **1994**, *13*, 62-67.
6. I. Ahmad, Y. Awang and Z. Omar, "The use of different media for the production of wild durian (*Durio lowiannus*) rootstocks", *Malaysian J. Soil Sci*., **2000**, *4*, 1-7.7.
7. V. Wongvarodom, W. Duang-iat , W. Santipracha and S. Sdoodee, "Effect of seed quality on field emergence and seedling performance of rubber (*Hevea brasiliensis*)", Kasetsart J. (Nat. Sci), **2014**, *48*,376-382.
8. G. Amoroso, P. Frangi, R. Piatti, F. Ferrini, A. Fini and M. Faoro, "Effect of container design on plant growth and root deformation of little leaflinden and field elm.", *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, **2010**, *45*, 1824-1829.
9. R. S. Bali, D. S. Chauhan and N. P. Todaria, "Effect of growing media, nursery beds and containers on seed germination and seedling establishment of *Terminalia bellirica* (Gaertn.) Roxb., a multipurpose tree", *Trop. Ecol.*, **2013**, *54*, 59-66.
10. H. M. Mathers, S. B. Lowe, C. Scagel, D. K. Struve and L. T. Case, "Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers", *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, **2007**, *17*, 151-162.
11. R. Moran, "Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-dimethylformamide", *J. Plant Physiol.*, **1982**, *69*, 1376-1381.
12. T. Sangthian and U. Sangwanit, "Growth of *Dipterocarpus alatus* Roxb. seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi", *Thai J. For.*, **1994**, 13, 22-28.
13. R. Hunt, "Plant Growth Analysis Institute of Biology's Studies in Biology no. 96", The Camelot Press Ltd., London, **1978**, pp.8-26.
14. P. Noguera, M. Abad, V. Noguera, R. Puchades and A. Maquieira, "Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute", *Acta Hortic.*, **1998**, *517*, 279-286.

15. N.Chaisalee, W. Thongchet and L.Puangchit, "Effects of potting media on growth performances of *Calamus siamensis* seedlings", Proceedings of 41th Kasetsart University Annual Conference Science Natural Resources and Environmental Economics, **2003**, Bangkok, Thailand, pp. 452-459.
16. H. Jaenicke, "Good Tree Nursery. Practical Guidelines for Research Nurseries", International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya, **1999** Ch.3.
17. S. Chanthai, "Effects of water application frequency fertigation and organic soil amendments on tomato (*Lycopersicon Esculuentum* Mill.) production under drip irrigation", *MS Thesis*, **2012,** Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand.
18. R. S. Uchida, "Essential nutrients for plant growth: nutrient functions and deficiency Symptoms", **2000**, https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/ freepubs/pdf/pnm3.pdf. (Accessed: 2 April 2017).
19. M. Marjenah, K. Kiswanto, S. Purwanti and F. P. M. Sofyan, "The effect of biochar, cocopeat and saw dust compost on the growth of two dipterocarps seedlings", *Nusantara Bioscie.*, **2016**, *8*, 39-44.
20. H. Othman, S. K. Leong and Z. Samsuddin, "Root-shoot balance of *Hevea* planting materials", *Developments in agricultural and managed-forest ecology*, **1991**, *24*, 248-256.
21. K. Choengchalat, C. Nualsri and S. Sadoodee, "Study on the root growth of early introduced rubber tree seedlings for rootstock using Rhizotron technique", *King Mongkut's Agri. J.*, **2012,** *30*, 78-86.
22. E. F. Gilman, C. Harchick and C. Wiese, "Pruning roots affects tree quality in container grown oaks", *J. Environ. Hort.* **2009**, 27, 7–11.
23. T. D. Landis, "Containers: Types and Function", in "The Container Tree Nursery Manuals Volume 2" (Ed. T. Landis, R. Tinus, S. McDonald and D. Barnett), U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, **1990**, Ch.1.
24. I. A. Napier and R. L. Willan, "Nursery techniques for tropical and subtropical pines", **1983**, https://curis.ku.dk/ws/files/20710671/tn4ny.pdf. (Accessed: 5 January 2018).
25. P. Frangi, G. Amoroso, R. Piatti, E. Robbiani, A. Fini and F. Ferrini, "Effect of pot type and root structure on the establishment of *Tilia cordata* and *Ulmus minor* plants after transplanting", *Acta Hortic.*, **2016**, *1108*, 71-76.
26. M. Tsakaldimi, T. Zagas, T. Tsitsoni and P. Ganatsas, "Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types", *Plant and Soil*, **2005**. *278*, 85-93.
27. E. F. Gilman and C. Harchick, "Root system morphology influences lateral stability of *Swietenia mahagoni*", *Arboric. Urban For.*, **2014**, *40*, 27–35.
28. A. Lindstrom and G. Rune, "Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness", *Plant and Soil*, **1999**, *217*, 29–37.
29. U. Ortega, J. Majada, A. Mena-Petite, J. Sanchez-Zabala, N. Rodriguez-Iturrizar, K. Txarterina and M. Dunabeitia, "Field performance of *Pinus radiata* D. Don produced in nursery with different types of containers", *New Forests*, **2006**, *31*, 97-112.