

# การพัฒนาดินปลูกจากฟางข้าวผสมเชื้อจุลินทรีย์และประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพืช ในสภาวะที่มีเกลือ

## Development of Growing Soil from Rice Straw Mixing with Microbes and Its Efficiency on Plant Growth Promotion in Saline Condition

สุรศักดิ์ ชันคำ<sup>1,2\*</sup> วราภรณ์ สุทธิสา<sup>1,2</sup> กาญจนภรณ์ แก้วคุณเมือง<sup>1</sup> ชนาธิป ภูมิศาสตร์<sup>1</sup> ศรินญา ภูทองไชย<sup>1</sup> หัตยา ชาดีไทย<sup>1</sup> ชุตินา ประนม<sup>1</sup>, สุกัญญา รูปเหมาะ<sup>1</sup> มุทิตา สุวรรณวงศ์<sup>1</sup> อินทริกา สีลาโส<sup>1</sup> สุรัชย์ สิงห์พลงาม<sup>1</sup> บุษญา ปรีชญาลวัฒน์<sup>1</sup> ศิริพิชญ์ ชมศรีหาราช<sup>1</sup> ฤทธิชัย สมใจ<sup>1</sup>, คุณากร อ่างชิน<sup>1</sup> ธิธา เขียงทอง<sup>1</sup> มนัสมล นกใหม่<sup>1</sup> โชตินภา ชนางกลาง<sup>1</sup> และ พัชรพร วินทะชัย<sup>1</sup>  
Khankhum, S.<sup>1,2\*</sup>, Sutthisa, W.<sup>1,2</sup>, Kaewkhunmueang, K.<sup>1</sup>, Pumisat, C.<sup>1</sup>, Phookongchai, S.<sup>1</sup>, Chatthai, H.<sup>1</sup>, Pranom, C.<sup>1</sup>, Roobmor, S.<sup>1</sup>, Suwannawong, M.<sup>1</sup>, Seelaso, I.<sup>1</sup>, Singpholngam, S.<sup>1</sup>, Pradchayapollawat, B.<sup>1</sup>, Somjai, L.<sup>1</sup>, Angchin, K.<sup>1</sup>, Chomsriharat, S.<sup>1</sup>, Seangwong, T.<sup>1</sup>, Nokmai, M.<sup>1</sup>, Chanangklang, C.<sup>1</sup> and Wintachai, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang, Kantharawichai, Mahasarakham 44150

<sup>2</sup> หน่วยวิจัยดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

<sup>2</sup> Isan Saline Soil Research Unit (ISSRU), Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang, Kantharawichai, Mahasarakham 44150

\* Corresponding author: surasak.kk@msu.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาดินปลูกจากการหมักฟางข้าวและนำมาผสมเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน และคะน้า โดยพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่างกระบวนการหมักฟางข้าวในโรงเรือนแบบเปิดรวมเวลา 45 วัน อยู่ระหว่าง 4.5-7.1 อุณหภูมิระหว่าง 25.0-32.0 องศาเซลเซียส และจำนวนรวมของจุลินทรีย์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง  $4.0 \times 10^6$  -  $6.6 \times 10^6$  โคโลนีต่อกรัม เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักจึงนำมาผสมเชื้อแบคทีเรียทนเค็ม *Bacillus altitudinis* SPBS-5-5, *B. altitudinis* SPBS-5-11, *B. pumilus* SPBS-5-1 และ *B. pumilus* SPBS-5-44 ความเข้มข้นละ  $10^6$  เซลล์ต่อกิโลกรัม แบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodocista* sp. PB01 ความเข้มข้น  $10^6$  เซลล์ต่อกิโลกรัม และเชื้อรา *Trichoderma asperellum* MSU07 ความเข้มข้น  $10^6$  โคนิเดียต่อกิโลกรัม เพื่อใช้เป็นดินปลูกผสมจุลินทรีย์ทดสอบการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk. var. *reptan*) และคะน้า (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) ทั้งในสภาวะไม่มีเกลือ และมีเกลือ NaCl ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่าชุดการทดลองที่ผสมจุลินทรีย์รวมให้ผลดีที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน และคะน้า ทั้งในสภาวะไม่มีเกลือ และมีเกลือ NaCl โดยมีความยาวราก ความยาวลำต้น จำนวนราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ที่ดีกว่าในชุดทดลองที่ไม่เติมจุลินทรีย์ผสมอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าจุลินทรีย์ที่ผสมกับฟางข้าวหมักสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน และคะน้า ในสภาวะเค็มได้ จึงน่าสนใจในการพัฒนาต่อยอดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักในเขตพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งจะเป็นผลดีในการลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

**คำสำคัญ:** ผักบุ้งจีน, ผักคะน้า, การส่งเสริมการเจริญเติบโต, จุลินทรีย์

### Abstract

The purpose of this research was to develop a growing soil that used rice straw as a main substrate. The properties of growing soil were investigated during the preparation process for 45 days in an open barn. According to the results, the pH and temperature ranged from approximately 4.5 to 7.1 and 25.0 to 32.0°C, respectively. The total microbial plate count ranged between  $4.0 \times 10^6$  and  $6.6 \times 10^6$  CFU/g on average. The composed rice straw was mixed with three groups of plant growth-promoting microorganisms: first,  $10^6$  cells/kg of each halotolerant bacterium, including *Bacillus altitudinis* SPBS-5-5, *B. altitudinis* SPBS-5-11, *B. pumilus* SPBS-5-1, and *B. pumilus* SPBS-5-44; second,  $10^6$  cells/kg of the photosynthetic bacterium *Rhodocista* sp. PB01; third,  $10^6$  conidia/kg of *Trichoderma asperellum* MSU07. This growing soil containing microorganisms was then utilized to evaluate the growth of water convolvulus (*Ipomoea aquatica* Forsk. var. *reptan*) and Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) in the absence and presence of NaCl. The results of root length, stem length, number of roots, fresh weight, and dry weight of both plants were significantly greater in the soil supplemented with

mixed microbes, regardless of whether NaCl was present or not. In conclusion, the microorganisms promoted the growth of water convolvulus and Chinese kale in salt environments. Therefore, the growing soil mixed with microbes from this study was interested in developing an innovative product for promoting plant growth in areas with saline soil, reducing costs and increasing income for Thai growers.

**Keywords:** water convolvulus thereby, Chinese kale, plant growth promotion, microbes

การศึกษาโครงสร้างผลึก และการวิเคราะห์เชิงปริมาณปูนขาวด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์  
Study on Phase Analysis and Quantitative Analysis of Hydrated Lime  
by X-ray Diffraction Techniques

สงกรานต์ ะลิสนอน<sup>1\*</sup> สุภา โพธิจันทร์<sup>1</sup> ญาณธิชา จิตต์สะอาด<sup>1</sup> พจมาลย์ ภูสาร<sup>1</sup> จิตติรัตน์ ชูชาติ<sup>1</sup> กัญฐณา คล้ายแก้ว<sup>1</sup> และ กอริอะ บิลลี<sup>1</sup>  
Malisorn, S. <sup>1\*</sup>, Photichan, S. <sup>1</sup>, Jittsa-aad, Y. <sup>1</sup>, Pooasarn, P. <sup>1</sup>, Choochat, J. <sup>1</sup>, Klaigaw, K. <sup>1</sup> and Binlee, K. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

<sup>1</sup> Agricultural Production Sciences Research and Development, Department of Agriculture, 50 Phahonyothin Road, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

\* Corresponding author: songkrant.m@doa.in.th

### บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์เป็นการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถทำการวิเคราะห์โครงสร้าง ของผลึก สารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง ซึ่งจะให้รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างผลึกและระนาบผลึกของสารตัวอย่าง จึงถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาโครงสร้างผลึกและหาปริมาณของสารประกอบและแร่ ปูนขาวจัดเป็นสารประกอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นสารปรับปรุงดิน ชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมนำมาใช้ปรับปรุงดินและปรับค่าความเป็นกรดต่างในดิน เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้สารปรับปรุงดินที่มีคุณภาพ และตรงตามความต้องการ ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาโครงสร้างผลึก และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ปูนขาวให้สามารถตรวจคัดกรองให้ทราบชนิดปูนก่อนการนำไปวิเคราะห์เชิงปริมาณได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ โดยจากการศึกษาโครงสร้างผลึกของสารมาตรฐานปูนขาว ด้วยรังสีเอกซ์เป้าโลหะทองแดง (Cu K $\alpha$ ) ความยาวคลื่น 1.5406 Å พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์มีค่ามุมที่ 10 – 115 °2 $\theta$ , Step size 0.01°2 $\theta$ , Time per step 60 s, Divergence slit ½ ° และ Beam mask 23 mm ใช้การประเมินด้วยวิธี Rietveld refinement พบว่า มีค่า 2 $\theta$  ของตำแหน่งพีคหลัก และค่าดัชนีมิลเลอร์ (hkl) ของผลึกเท่ากับ 18.05°(0 0 1), 28.67°(1 0 0), 34.08°(1 0 1), 47.10°(1 0 2), 50.78°(1 1 0), 54.34°(1 1 1) และ 62.59°(2 0 1) สอดคล้องกับฐานข้อมูลมาตรฐาน ICDD (PDF-4) ของสารประกอบ Ca(OH)<sub>2</sub> ชื่อทางแร่ Portlandite มีโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล และเมื่อนำรูปแบบการเลี้ยวเบน รังสีเอกซ์ (XRD pattern) ของปูนขาวเปรียบเทียบกับปูนชนิดอื่นก็พบว่า มีลักษณะเฉพาะแตกต่างจากปูนชนิดอื่น ซึ่งสามารถตรวจคัดกรอง ว่าเป็นปูนขาวได้ การวิเคราะห์เชิงปริมาณของปูนขาวที่ผสมกับโดโลไมต์ และปูนมาร์ลที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 9.67 – 89.91 พบว่ามี % Recovery อยู่ในช่วง 92.85 – 119.23 และ 91.84 – 104.22 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสามารถวิเคราะห์ปูนขาวโดยใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** ปูนขาว, เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์, โครงสร้างผลึก, การวิเคราะห์ปริมาณ

### Abstract

X-ray diffraction analysis is a non-destructive analysis of samples. The crystalline structure of compounds contained in the sample can be analyzed. This gives details about the crystal structure and crystal plane of the sample. It has been used to study the phase analysis and quantitative analysis of compounds and minerals. Hydrated lime is a calcium hydroxide compound which is soil amendment that farmers prefer to use to improve soil and adjust the pH in the soil. The objective is for farmers to use quality soil amendments and exactly as needed. The researchers therefore applied the X-ray diffraction technique to study on phase analysis and quantitative analysis of hydrated lime to be able to accurately screening method of soil amendment. Studying hydrated lime with copper metal energy (Cu K $\alpha$ ) of 1.5406 Å and optimum conditions for analysis range 10 – 115 ° 2 $\theta$ , step size 0.01°2 $\theta$ , time per step 60 s, divergence slit ½ ° and beam mask 23 mm using rietveld refinement method, simultaneously detecting them based on 2 $\theta$  of peak position and miller index (hkl) were 18.050 (0 0 1), 28.670 (1 0 0), 34.080 (1 0 1), 47.100 (1 0 2), 50.780 (1 1 0), 54.340 (1 1 1) and 62.590 (2 0 1) confirmed using the

search library match databases ICDD (PDF-4) of the compound  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mineral name Portlandite. It has a hexagonal crystal structure. Hydrated lime has a unique XRD pattern different from other. This method can be screening and quantitative analysis of hydrated lime when mixed with dolomite and marl at concentrations of 9.67 - 89.91%, found that the % recovery ranged from 92.85 - 119.23 and 91.84 - 104.22. This method is suitable for study on phase analysis and quantitative analysis of hydrated lime.

**Keywords:** hydrated lime, X-ray diffraction techniques, phase analysis, quantitative analysis

# การวิเคราะห์เพื่อคัดกรองโดโลไมท์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ และการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

## Analysis for Screening of Dolomite by Near Infrared Spectroscopy and X-ray Diffraction Techniques

สุภา โพธิจันทร์<sup>1\*</sup> ญาณธิชา จิตต์สะอาด<sup>1</sup> สงกรานต์ มะลิสอน<sup>1</sup> พจมาลย์ ภู่อสาร<sup>1</sup> จิตติรัตน์ ชูชาติ<sup>1</sup> กัญฐณา คล้ายแก้ว<sup>1</sup> และ กอริอะ บิลลี<sup>1</sup>  
Photichan, S. <sup>1\*</sup>, Jittsa-aad, Y. <sup>1</sup>, Malisorn, S. <sup>1</sup>, Pooasarn, P. <sup>1</sup>, Choochat, J. <sup>1</sup>, Klaigaw, K. <sup>1</sup> and Binlee, K. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

<sup>1</sup> Agricultural Production Sciences Research and Development, Department of Agriculture, 50 Phahonyothin Road, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

\* Corresponding author: mostfriend@hotmail.com

### บทคัดย่อ

เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) และ สเปกโตรสโคปีอินฟราเรดย่านใกล้ (NIRS) เป็นวิธีการวัดแบบไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ ประหยัดเวลา และไม่ใช้สารเคมีในการวิเคราะห์ โดย NIRS ใช้ในการจัดจำแนกชนิดและทำนายค่าทางเคมี XRD สามารถวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างผลึกและองค์ประกอบเชิงแร่ (Crystalline phase) ของสารปรับปรุงดินได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการใช้เทคนิค NIRS และ XRD ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของโดโลไมท์ ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) เพื่อใช้ในการตรวจคัดกรองและตรวจสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์โดโลไมท์ โดยการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและองค์ประกอบเชิงแร่ โดยนำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย NIRS ในช่วงความยาวคลื่น 800 ถึง 2500 นาโนเมตร สร้างและปรับปรุงสมการคำนวณด้วยวิธี PLS calibration และสร้างสมการทำนายผลค่าทางเคมี พบว่า สามารถแยกเอกลักษณ์ของโดโลไมท์จากเส้นสเปกตรัมที่แตกต่างกันได้ สมการทำนายการจัดจำแนกชนิดปุ๋ยแบบจัดกลุ่ม (Cluster calibration) สามารถทำนายผลการจัดจำแนกชนิดปุ๋ยแบบจัดกลุ่มได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถทำนายค่าทางเคมี ได้แก่ pH, CaO, MgO และ %CCE ได้โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วย XRD ที่วิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างผลึกและส่วนประกอบเชิงแร่ด้วยเทคนิค Rietveld refinement พบว่า สามารถแยกเอกลักษณ์ของสารมาตรฐานโดโลไมท์ได้ และสามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารมาตรฐานโดโลไมท์ได้ในช่วง 2 – 98 เปอร์เซ็นต์ มี %Recovery เท่ากับ 100.25 – 105.73 สรุปได้ว่า สามารถนำเทคนิค NIRS และ XRD มาใช้ตรวจคัดกรองผลิตภัณฑ์โดโลไมท์ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยเทคนิค NIRS และองค์ประกอบเชิงแร่โดย XRD ได้

**คำสำคัญ:** โดโลไมท์ การวิเคราะห์โดโลไมท์ การจัดจำแนก รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

### Abstract

X-ray diffraction (XRD) and near infrared spectroscopy (NIRS) techniques are non-destructive sample measurement methods. These methods can be analyze quickly, accurately, save time and does not use chemical reagents. NIRS can be used to classify and predict the chemical properties, while XRD can analyze the crystal structure and crystalline phase of soil amendments. In this study, NIRS and XRD techniques were employed for qualitative and quantitative analysis of dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) to screening and inspection of dolomite product. NIRS analysis was carried out by measuring the absorbance in the wavelength range of 800 to 2500 nm. The equation was generated and refined using PLS calibration method, and chemical value prediction equation was developed. It was found that the identity of dolomite could be distinguished from different of spectra. Cluster classification equations predicted results for correctly classification 100%. The pH, CaO, MgO and %CCE results were obtained without significant differences from laboratory determinations. This is consistent with XRD analysis in which crystal structure and mineral composition data were analyzed by Rietveld refinement technique. It was found that dolomite standards can be identified from a diffractogram and can be analyzed quantitatively of dolomite standard in the range of 2 - 98 percentage with %recovery were 100.25 - 105.73. In conclusion that NIRS and XRD techniques can be used to screen dolomite products and quantitative analysis of chemical properties by NIRS and mineral composition by XRD.

**Keywords:** Dolomite, Dolomite analysis, Cluster classification, XRD pattern

# การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขึ้นฉ่ายในโรงเรือน

## Study of Suitable Growing Media for Growth and Yield of Celery Grown in the Greenhouse

ศิลดา ประนาโส<sup>1\*</sup> กุศล ธมมา<sup>1</sup> อัญชลี ชาวนา<sup>1</sup> และ ปภัสสร สีลารักษ์<sup>1</sup>

Pranaso, S.<sup>1\*</sup>, Thomma, K.<sup>1</sup>, Chawna, A.<sup>1</sup> and Seelarak, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น เลขที่ 180 หมู่ 27 ถนนมิตรภาพ ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

<sup>1</sup> Agricultural Research and Development Region 3 Khon Kaen 180 M. 27, Mitarpap Road, Sila Sub-district, Mueang District, Khon Kaen 40000

\* Corresponding author: siladapra@gmail.com

### บทคัดย่อ

ขึ้นฉ่ายเป็นผักที่ตลาดมีความต้องการสูงตลอดทั้งปี แต่การปลูกแบบกลางแจ้งและซ้ำแปลงเดิมมักประสบปัญหาโรคและแมลงศัตรูเข้าทำลาย เกษตรกรจึงเริ่มนำขึ้นฉ่ายมาปลูกในโรงเรือน โดยผสมวัสดุปลูกใช้เองแต่ยังขาดองค์ความรู้ด้านการเลือกใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตสูง หาได้ง่ายในพื้นที่ ต้นทุนต่ำและปลูกได้หลายรุ่นในรอบปี จึงดำเนินการศึกษาการปลูกขึ้นฉ่ายในวัสดุปลูกภายใต้การปลูกในโรงเรือนของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 รอบการผลิต โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) 5 ซ้ำต่อกรรมวิธี จำนวน 4 กรรมวิธี คือ 1) หน้าที่ดิน:ปุ๋ยหมัก:แกลบดิบ:แกลบดำ:แหนแดงแห้ง (2:2:1:1:1 โดยปริมาตร) 2) หน้าที่ดิน:มูลวัว:มูลหมู:ฟิลเตอร์เค้ก:แกลบดำ:แกลบดิบ (5:3:3:3:2:2 โดยปริมาตร) 3) ขุยมะพร้าว:แกลบดิบ:แกลบดำ:มูลไส้เดือน (5:2:2:1 โดยปริมาตร) และ 4) แกลบดำ:ขุยมะพร้าว:ปุ๋ยหมัก:มูลไส้เดือน (5:3:2:1 โดยปริมาตร) ผสมวัสดุปลูกแต่ละกรรมวิธีสำหรับปลูกขึ้นฉ่ายครั้งแรก จากนั้นปลูกซ้ำครั้งที่ 2 และ 3 ผลการทดลองพบว่า ต้นขึ้นฉ่ายหลังย้ายปลูก 35 วัน ทั้ง 3 รอบการผลิต ต้นมีความสูงในวัสดุปลูกกรรมวิธี 1 (40-50 เซนติเมตร) 2 (39-53 เซนติเมตร) และ 4 (36-57 เซนติเมตร) มากกว่ากรรมวิธี 3 (25-28 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลผลิตของขึ้นฉ่ายในพื้นที่ปลูก 2 ตารางเมตร พบว่า กรรมวิธี 2 และ 4 ให้ผลผลิต (น้ำหนักสดรวมต้นและราก) สูงที่สุดของทุกรอบของการผลิต ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.72-7.96 กิโลกรัม รองลงมาคือกรรมวิธี 1 (2.58-7.29 กิโลกรัม) และ 3 (1.45-3.14 กิโลกรัม) ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีใช้วัสดุปลูก 240 ลิตรต่อพื้นที่ปลูก 2 ตารางเมตร ทำให้ต้นทุนวัสดุปลูกของกรรมวิธี 2 ต่ำที่สุด คือ 176 บาทต่อพื้นที่ปลูก 2 ตารางเมตร (0.73 บาทต่อลิตร) รองลงมาคือกรรมวิธี 1 3 และ 4 มีต้นทุน 258 350 และ 414 บาทต่อพื้นที่ปลูก 2 ตารางเมตร (2.15 2.92 และ 3.45 บาทต่อลิตร) ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ขึ้นฉ่าย วัสดุปลูก โรงเรือน พืชผัก

### Abstract

Celery is a vegetable that the market demand is high all year, but open field cultivation and repeat planting have problem with plant diseases and insect pests. So, farmers grow celery in greenhouse and growth substrates preparation by mixing growing media. However, there is still a lack of knowledge to choose the best growing media for growth, high yield, be easy to find in the area, low cost and several repeat planting. Therefore, the study was conducted of suitable growing media for growth in the greenhouse at the Office of Agricultural Research and Development Region 3, Khon Kaen for 3 crops. The randomized complete block design (RCBD) was applied with 4 different growing medium for comparison treatment 1) benthic of soil : compost : rice husk : rice husk charcoal : dry water fern (2:2:1:1:1 v/v), treatment 2) benthic of soil: cow dung: swine manure : filter cake: rice husk : rice husk charcoal (5:3:3:3:2 v/v), treatment 3) coconut coir : rice husk : rice husk charcoal : vermicompost (5:2:2:1 v/v), and treatment 4) rice husk charcoal : coconut coir : compost : vermicompost (5:3:2:1 v/v), each treatment with 5 replications. The growing media were prepared by mixing each planting material for the first crop and repeat planting second and third times. The results of 3 crops showed that, height of celery after the transplanting 35 days grown in treatment 1 (40-50 cm), treatment 2 (39-53 cm) and treatment 4 (36-57 cm), higher than treatment 3 statistically significant. While the highest yield

of celery in a two-square-meter plot of area was obtained in treatment 2 and 4 with an average yield (fresh weight includes root and stem) 2.72 - 7.96 kilograms more than treatment 1 (2.58-7.29 kg) and 3 (1.45-3.14 kg). It uses 240 liters of growing medium per 2 square meters. The lowest cost of planting materials was seen in treatment 2 will cost 176 bath/2 m<sup>2</sup> (0.73 baht/liter), followed by treatment 1 will cost 258 bath/2 m<sup>2</sup> (2.15 baht/liter), treatment 3 will cost 350 bath/ 2 m<sup>2</sup> (2.92 baht/liter) and treatment 4 will cost 414 bath/2 m<sup>2</sup> (3.45 baht/liter).

**Keywords:** celery, substrate culture, greenhouse, vegetable

ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานต่อผลผลิตและต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง  
ในกลุ่มเกษตรกรจังหวัดหนองบัวลำภู

Testing of Integrated Fertilizer Management Technology on Yield and Cost of Cassava  
Production of Farmers Group in Nong Bua Lamphu Province

ชาญชัย มาสนา<sup>1\*</sup> ญาณิน สุปะมา<sup>1</sup> และ ประธาน จรรย์ยากรณ์<sup>1</sup>

Masana, C.<sup>1\*</sup>, Supama, Y.<sup>1</sup> and Chanyakorn, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น 180 ม. 27 ถ.มิตรภาพ ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

<sup>1</sup> Agricultural Research and Development Region 3 Khon Kaen 180 Moo 27, Mittraphap Road, Sila Subdistrict, Mueang District, Khon Kaen Province 40000

\* Corresponding author: chan\_ag35@yahoo.co.th

### บทคัดย่อ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานตามมาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย ดำเนินการในพื้นที่กลุ่มแปลงใหญ่มันสำปะหลัง ตำบลกุดจิก อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 - พฤศจิกายน 2565 วิเคราะห์สถิติโดยใช้ paired t-test เกษตรกรร่วมทดสอบ 10 ราย พื้นที่ 40 ไร่ โดยพื้นที่ทดสอบอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน จำนวน 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีทดสอบใส่ปุ๋ยเคมีครั้งอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (มูลไก่แกลบ) อัตรา 500 กก./ไร่ และปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี เปรียบเทียบกับกรรมวิธีเดิมของเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (มูลไก่แกลบ) อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 16-16-8 และ 0-0-60 อัตรา 50-100 กก./ไร่ พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังสดกรรมวิธีทดสอบ 7,455 กก./ไร่ มากกว่าวิธีเกษตรกรที่ให้ผลผลิต 6,279 กก./ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลังของวิธีทดสอบมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง 27.8 % มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรที่มีค่าเปอร์เซ็นต์แป้ง 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้กรรมวิธีทดสอบมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.7% และต้นทุนการผลิตลดลงเฉลี่ย 15.6% จึงมีรายได้สุทธิเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 50.4% เมื่อเทียบกับกรรมวิธีเกษตรกร และผลการตรวจรับรองตามมาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย พบว่าเกษตรกรร่วมทดสอบได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย จำนวน 6 ราย แสดงว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมทดสอบสามารถเป็นเกษตรกรต้นแบบสำหรับถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังด้วยการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานตามมาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย เพื่อรองรับมาตรการทางการค้าระหว่างประเทศในอนาคตต่อไป

**คำสำคัญ:** มาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย, การจัดการแบบผสมผสาน, มันสำปะหลัง

### Abstract

The objective of the integrated fertilizer management technology testing project on cassava production yield and cost in Nong Bua Lamphu Province was to increase cassava production efficiency through integrated fertilizer management in accordance with safe crop production standards. The study was carried out on a 40-rai land using 10 farmers in Kut Chik Subdistrict, Muang District, Nong Bua Lamphu Province in During October 2021- November 2022. There are 2 test methods in the same environment with statistical analysis using Paired t-test. The first treatment was DOA recommended method which was based on an application of 50% chemical fertilizer according to soil analysis combined with organic fertilizers (chicken manure and husk) at 500 kg/rai and PGPR-3 bio-fertilizer. The second treatment was farmers' conventional method which was based on organic fertilizers (chicken manure and husk) at 500 kg/rai combined with chemical fertilizer 15-15-15, 16-16-8 and 0-0-60 rate 50-100 kg/rai. The results showed that average fresh cassava tuber yield of the DOA recommended method 7,455 kg/rai, statistically significantly more than farmers' conventional method of fresh cassava tuber yield 6,279 kg/rai. In terms of cassava yield quality, the recommended method had an average starch percentage of 27.8, statistically significantly more than the traditional method of farmers with an average starch percentage of 25.0 percent. Compared to traditional



farmer methods, was found that the DOA method could increase productivity by 18.7%, reduce production costs by 15.6%, and net income by 50.4%. Six farmers participated in the project received certification for safe crop production standards. It shows that the farmers participating in the test can become model farmers in transferring technology to increase cassava production efficiency through comprehensive fertilizer management in accordance with safe crop production standards to support future international trade measures.

**Keywords:** Good Agricultural Practice (GAP), Integrated Management, Cassava

# การทดสอบและพัฒนาการผลิตอ้อยด้วยวิธีการจัดการแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกลุ่มเกษตรกรจังหวัดอุดรธานี

## Test and Development on Sugarcane Production by Integrate Management for Increasing Yield of Farmers at Udon Thani Province

ศิริพร ถินวิชัย<sup>1\*</sup> สุทธิรัตน์ ประสาทน์สุวรรณ<sup>1</sup> และ จตุรภัทร งามมูลเรศ<sup>1</sup>  
Thinwichai, S. <sup>1\*</sup>, Prasatsuwan, S. <sup>1</sup> and Thamunret, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี 41250

<sup>1</sup> Udon Thani Agricultural Research and Development Center, Kut Chap Udon Thani, 41250

\* Corresponding author: joy-joys@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การทดสอบและพัฒนาการผลิตอ้อยด้วยวิธีการจัดการแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกลุ่มเกษตรกรจังหวัดอุดรธานี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย โดยการจัดการปุ๋ย ดำเนินงานระหว่างเดือนตุลาคม 2564 – ธันวาคม 2565 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพ พีจีพีอาร์-ทรี วางแผนการทดลองร่วมกับเกษตรกร ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตอ้อย 2 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีของเกษตรกรโดยใส่ปุ๋ย สูตร 16-8-8 และ 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการทดสอบในแปลงเกษตรกรพื้นที่ตำบลหายโศก อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 12 ราย ละ 2 ซ้ำ กรรมวิธีละ 2 ไร่ รวมพื้นที่ 44 ไร่ โดยการหว่านปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ช่วงเตรียมดินเพื่อปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ใช้ท่อนพันธุ์สะอาดเพื่อป้องกันโรคใบขาวอ้อย(อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3) จากผลการทดสอบพบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ตามกรรมวิธีแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำให้อ้อยความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.05 จาก 141 เซนติเมตร เป็น 158 เซนติเมตร จำนวนลำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.48 จาก 8,515 ลำต่อไร่ เป็น 9,833 ลำต่อไร่ ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.79 จาก 17.1 ตันต่อไร่ เป็น 19.8 ตันต่อไร่ รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.17 จาก 14,496 บาทต่อไร่ เป็น 17,710 บาทต่อไร่ อัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.55 จาก 2.57 เป็น 2.78 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Paired t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**คำสำคัญ :** อ้อย ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทรี ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

### Abstract

Test and development on sugarcane production by integrate management (fertilizer management) for increasing yields of farmers' field at Udon Thani province. This experiment was conducted during October 2021 to December 2022. The objective of this study was to reduce production costs by fertilizer application according to soil analysis in conjunction with bio-fertilizer (PGPR-3). The experiment was compared 2 technology of sugarcane production. Treatment 1 was following the recommendation of Department of Agriculture Thailand by fertilizer application according to soil analysis in conjunction with biofertilizer (PGPR-3) compared with treatment 2 famers' practices by fertilizer application 16-8-8 and 15-15-15 rate 50 kg. per rai at Hai Sok subdistrict, Ban Phue distric, Udon Thani province. Total areas were 44 rai with 12 famers, 2 replication of each famer and 2 rai per treatment. Prepared land by sowing lime rate 100 kg. per rai for adjust soil pH and used sugar stock without white leave disease (Var. Khon Kaen 3). The study found that fertilizer application according to soil analysis in conjunction with bio-fertilizer (PGPR-3) following the recommendation of Department of Agriculture Thailand increased plant high 12.05 % from 141 cm. to 158 cm. The average of sugar stock increased 15.48 % from 8,515 stock per rai to 9,833 stock per rai. The yield increased 15.79 % from 17.1 ton per rai to 19.8 ton per rai. Net income increased 22.17 % from 14,496 baht per rai to 17,710 baht per rai. The benefit cost ratio (BCR) increased 7.55% from 2.57 to 2.78 at level of confidence 95 % by Paired t-test analysis.

**Keywords:** Sugar cane, Bio-Fertilizer PGPR-3, Fertilizer according to soil analysis

# ผลของปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการเติบโตและผลผลิตของข้าวในชุดดินนครปฐมที่ปลูกสภาพกระถาง

## Effect of Ammonium Chloride Fertilizer on Growth and Yield of Rice Grown in Nakhon Pathom Soil under Pot Condition

ดาหวิน วงศ์สุรินทร์<sup>1</sup> และ ศุภชัย อำคา<sup>1\*</sup>

Wongsurin, D. <sup>1</sup> and Amkha, S. <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Kamphaengsaen, Nakhonpathom 73140

\* Corresponding author: agrscak@ku.ac.th, supachai.a@ku.th

### บทคัดย่อ

ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปุ๋ยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการเพาะปลูกข้าว เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้นข้าวมีความต้องการไนโตรเจนสูง และการให้ไนโตรเจนอย่างเพียงพอมีความสำคัญสำหรับการเติบโตและการสร้างผลผลิตของข้าว ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวมีหลายชนิด เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ โดยปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้มากที่สุดในการเพาะปลูกข้าว เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูงและราคาถูกต่อหน่วยธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ (25-0-0) จัดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนชนิดหนึ่งที่ใช้ในการปลูกข้าว มีไนโตรเจน 25% และคลอไรด์ 60% การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ในนาข้าวของประเทศไทยมีข้อมูลน้อย จึงสนใจที่จะศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์เทียบกับปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่นต่อการเติบโต ผลผลิต และการสะสมคลอโรฟิลล์ในข้าวที่ปลูกในชุดดินนครปฐมภายใต้สภาพกระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ และ 5 ตำรับทดลอง ได้แก่ ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0; 21%N และ 23%S) ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ (25-0-0; 25%N และ 60%Cl) ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (30-0-0; 30%N) และตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0; 46%N) ในอัตรา 18 กก.N/ไร่ และทุกตำรับใส่ปุ๋ย 0-40-0 และ 0-0-60 ในอัตรา 3 กก.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ไร่ และ 3 กก.K<sub>2</sub>O/ไร่ ผลการทดลองพบว่า ทุกตำรับที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตสูงและค่าความเขียวใบของข้าวมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูตร 46-0-0, 25-0-0 และ 30-0-0 ให้ผลผลิต 66.91, 61.28 และ 61.01 กรัม/กอ มากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูตร 21-0-0 ให้ผลผลิต 48.92 กรัม/กอ และการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตน้อยที่สุด (8.92 กรัม/กอ) ส่วนการปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสาร พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสารไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูตร 21-0-0 และ 25-0-0 ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสารมากที่สุด (480 มก.Cl/กก.) ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูตร 46-0-0 และ 30-0-0 ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสาร 420 และ 440 มก.Cl/กก. ตามลำดับ การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสารน้อยที่สุด (360 มก.Cl/กก.) ดังนั้นเห็นได้ว่าปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์สามารถใช้เป็นปุ๋ยในการปลูกข้าวได้ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในเมล็ดข้าวสารไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับปุ๋ยไนโตรเจนชนิดอื่น

**คำสำคัญ:** ปุ๋ยไนโตรเจน ความเขียวใบ คลอโรฟิลล์

### Abstract

Nitrogen fertilizer is commonly used in rice cultivation to enhance crop productivity. Rice plants have high nitrogen requirements, and supplying adequate nitrogen is crucial for achieving optimal yields. Common nitrogen fertilizers used in rice production include urea, ammonium sulfate and ammonium chloride. Urea is the most widely used nitrogen fertilizer in rice cultivation due to its high nitrogen content and relatively low cost. However, ammonium chloride fertilizer (25-0-0) type is a nitrogen fertilizer for rice plantation and has 25% of nitrogen 60% of chloride contents. Thailand has a few information about to use ammonium chloride fertilizer with grown rice. Then, the objective of this experiment is to find out the effect of ammonium chloride fertilizer compared with the other nitrogen fertilizer types on plant growth, yield and chlorine content of rice grown in Nakhon Pathom soil under pot condition. This experiment used completely randomized design with 4 replications and 5 treatments as following by non-nitrogen fertilizer (T1), ammonium sulphate fertilizer (21-0-0;

21%N and 23%S; T2), ammonium chloride fertilizer (25-0-0, 25%N and 60%Cl; T3), nitrogen fertilizer (30-0-0, 30%N; T4) and urea fertilizer (46-0-0, 46%N; T5) at a rate of 18 kg N/rai. All treatments applied 0-40-0 and 0-0-60 fertilizer at a rate of 3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/rai and 3 kg K<sub>2</sub>O/rai. The results found that all treatments of nitrogen fertilizer application gave the plant growth and leaf greenness of rice higher than non-nitrogen fertilizer application. By the time, the nitrogen fertilizer formula 46-0-0, 25-0-0 and 30-0-0 gave the yield about 66.91, 61.28 and 61.01 g/plant and higher than the nitrogen fertilizer formula 21-0-0 gave the yield about 48.92 g/plant. The non-nitrogen fertilizer application gave the lowest yield at 8.92 g/plant. While chlorine content in rice grain found that the nitrogen different type application was not significantly different of chlorine content in rice grain. The chlorine content in rice grain was highest in 21-0-0 and 25-0-0 fertilizer about 480 mg Cl/kg. In addition, 46-0-0 and 30-0-0 had a chlorine content in rice grain of about 420 and 440 mg Cl/kg, respectively. The non-nitrogen fertilizer application gave the lowest chlorine content in rice grain about 360 mg Cl/kg. Therefore, ammonium chloride fertilizer (25-0-0) can be used for rice plantation and chlorine content in rice grain was not different as compared with the other nitrogen fertilizer types.

**Keywords:** nitrogen fertilizer, leaf greenness, chlorine