สัมมนาวิชาการพืชไร่พันธุ์ใหม่

DOA TOGETHER
Hearing for Changing, Acting for Moving forward

# สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2567

**(ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ภาคโปสเตอร์)**

วันที่ 27 - 29 สิงหาคม 2567
ณ โรงแรมริเวอร์แควิลเลจ
ตำบลท่าเสา อำเภอไทรโยค
จังหวัดกาญจนบุรี

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
กรมวิชาการเกษตร

# สัมมนาวิชาการพืชไร่พันธุ์ใหม่
# สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2567

## ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ภาคโปสเตอร์

วันที่ 27-29 สิงหาคม 2567
ณ โรงแรมริเวอร์แคว วิลเลจ
ตำบลท่าเสา อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

# คำนำ

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานเป็นหน่วยงานวิจัยที่มีหน้าที่ศึกษาค้นคว้า วิจัย พัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน เพื่อให้ได้พันธุ์ดีและเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับถ่ายทอดแก่เกษตรกรหรือผู้นำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร และพลังงานรวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

เอกสารเล่มนี้ ประกอบด้วย ผลงานวิจัยนำเสนอภาคโปสเตอร์ ในสัมมนาวิชาการพืชไร่พันธุ์ใหม่ของสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานประจำปี 2567 เป็นผลงานวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิตพืชไร่ และพืชทดแทนพลังงาน พืชในความรับผิดชอบของสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน พืชไร่ตระกูลถั่ว และงา โดยจะเกิดประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมประชุมและผู้ที่สนใจ อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับนักวิจัยทั้งหน่วยงานภายใน และภายนอกกรมวิชาการเกษตร

(นายศรุต สุทธิอารมณ์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
สิงหาคม 2567

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| **อ้อย** | |
| ความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรมในแปลงรวบรวมพันธุ์อ้อยของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในอนาคต | 1 |
| การคัดเลือกอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นในการเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ | 16 |
| การประเมินผลผลิตสายพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ลูกผสม | 31 |
| ศึกษาการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดง | 45 |
| การป้องกันกำจัดจักจั่นอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ | 56 |
| **มันสำปะหลัง** | |
| การคัดเลือกพ่อแม่และลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูงโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล GBSSI | 69 |
| การศึกษาลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศ | 84 |
| เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ | 97 |
| การเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการใช้สารปรับปรุงดินในจังหวัดระยอง | 113 |
| การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง | 128 |
| การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี 2560) | 144 |
| ความเหมาะสมของมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้าที่ปลูกในสภาพร่องสวนเพื่อการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟราย | 161 |
| **ข้าวโพด** | |
| การคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและผลผลิตสูงด้วยดัชนีการคัดเลือกของสมิธ | 176 |
| ศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 | 191 |
| การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการฟื้นตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง | 204 |
| การประเมินข้าวโพดหวานลูกผสมชุดปี 2566 | 216 |
| การประเมินความต้านทานของข้าวโพดฝักสดสายพันธุ์ดีเด่นต่อเชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ | 229 |

# สารบัญ (ต่อ)


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| **พืชตระกูลถั่ว** | |
| ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วเหลือง | 239 |
| ผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองในชุดดินสันทราย | 253 |
| ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ดีเด่น CM13102-2-14 ให้ผลผลิตสูง | 266 |
| การประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสำหรับการแปรรูป | 277 |
| การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูป | 290 |
| การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง | 305 |
| เทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสงอินทรีย์ในสภาพนา | 315 |
| ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ในถั่วลิสง | 329 |
| **งา** | |
| การประเมินปริมารสารเซซามิน และสารเซซาโมลินในเมล็ดงา | 347 |
| ประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ | 356 |
| **ปาล์มน้ำมัน** | |
| การทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลปาล์มน้ำมันด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด | 372 |

# ความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรมในแปลงรวบรวมพันธุ์อ้อย ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์อ้อยในอนาคต

# Phenotypic Diversity of NSFCRC Sugarcane Germplasm Collection for Future Breeding Program

ปิยะนุช คำแว่น[1/] นัฐภัทร์ คำหล้า[1/] พิชัย สารพงษ์[1/] การเกษ โพธิ์ทอง[1/]

Piyanuch Kamwean[1/] Nattapat Khumla[1/] Pichai Sarapong[1/] Karaket Pothong[1/]

## ABSTRACT

An important step in sugarcane breeding is evaluating genetic resources to determine the suitable parents for creating hybrids that meet specific breeding objectives. This process is crucial for the success of breeding efforts. Therefore, a diverse genetic pool of sugarcane is essential for developing and improving varieties with high yield and quality. Nakhon Sawan Field Crops Research Center (NSFCRC) collected 549 clone/varieties of sugarcane, classified into three groups: 1) Thailand commercial varieties 2) promising clones, and 3) foreign varieties. The distribution of six agronomic traits including plant height, number of stalks, stalk diameter, stalk weight, and number of internodes were assessed. The experimental results revealed significant variation in each trait. Brix values ranged from 10.2% to 25.8%, plant height varied from 69 to 438 cm, stalk diameter from 1.22 to 4.47 cm, number of internodes per stalk from 10 to 46, number of stalks per 0.5 square meter from 2 to 71, and stalk weight from 0.2 to 3.30 kg. The distribution of sugarcane varieties within each trait showed high variation. Additionally, most agronomic traits exhibit similar distribution patterns. Notably, Thai varieties showed greater average plant height and stalk weight. The promising clones showed greater variability in stalk size and number of stalks, while foreign varieties demonstrated a higher number of stalks compared to the other groups. Among the top 20 accessions within each group, promising clones and foreign varieties exhibited higher Brix values and a greater number of stalks compared to the current commercial varieties. Therefore, these agronomic data can be utilized to select parent sugarcane varieties for specific breeding objectives, highlighting the potential for future development.

**Keywords:** Sugarcane Breeding, Germplasm, Agronomic trait

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190

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

**บทคัดย่อ**

ขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในงานปรับปรุงพันธุ์อ้อย คือการประเมินเชื้อพันธุกรรม เพื่อกำหนดพ่อ-แม่พันธุ์ สำหรับสร้างลูกผสมเพื่อใช้คัดเลือกพันธุ์อ้อยตามวัตถุประสงค์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้นเชื้อพันธุกรรมอ้อยที่หลากหลายเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้มีผลผลิตและคุณภาพที่ดี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ได้รวบรวมพันธุกรรมอ้อยไว้ จำนวน 549 โคลน/พันธุ์ โดยได้แบ่งกลุ่มพันธุ์อ้อยเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) อ้อยพันธุ์การค้าในไทย 2) อ้อยโคลนดีเด่น และ 3) อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ โดยศึกษาการกระจายตัวของลักษณะทางการเกษตร 6 ลักษณะ ได้แก่ ความสูง จำนวนลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำ และจำนวนปล้อง ในโคลน/พันธุ์ของแต่ละกลุ่ม ผลการทดลอง พบว่าลักษณะทางการเกษตรที่ศึกษาทั้งหมด ข้อมูลมีการกระจายตัวสูง ด้านความหวานอ้อย (บริกซ์) มีค่าอยู่ระหว่าง 10.2 – 25.8 % ความสูง 69 – 438 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ 1.22 – 4.47 เซนติเมตร จำนวนปล้อง 10 – 46 ปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อพื้นที่ 0.50 ตารางเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 2 – 71 ลำ น้ำหนักลำ 0.20 – 3.30 กิโลกรัม การกระจายตัวของพันธุ์อ้อยในแต่ละลักษณะภายในกลุ่มค่อนข้างสูง และลักษณะการเกษตรส่วนใหญ่มีการกระจายตัวคล้ายกัน ในอ้อยพันธุ์การค้าในไทยพบว่าด้านความสูงของต้น และน้ำหนักลำ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่น ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีลักษณะการกระจายตัวด้านขนาดลำ และจำนวนลำที่มากกว่าอ้อยพันธุ์การค้า สำหรับอ้อยพันธุ์ต่างประเทศพบลักษณะการกระจายตัวของจำนวนลำมากกว่ากลุ่มอื่น เมื่อพิจารณาอ้อยในแต่ละโคลน/พันธุ์ ของแต่ละกลุ่มใน 20 ลำดับแรก พบว่า ในอ้อยโคลนดีเด่นและพันธุ์ต่างประเทศ มีพันธุ์ที่มีค่าความหวานและจำนวนลำสูงกว่าพันธุ์การค้าในปัจจุบัน ดังนั้น ข้อมูลลักษณะทางการเกษตรจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้พิจารณาในการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์อ้อยให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

**คำหลัก:** ปรับปรุงพันธุ์อ้อย เชื้อพันธุกรรม ลักษณะทางการเกษตร

**บทนำ**

ในปีการผลิตอ้อย 2566/67 ประเทศไทยผลิตอ้อยได้ 87 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 9.2 ตันต่อไร่ คุณภาพความหวาน (Commercial Cane Sugar; CCS) ของอ้อยเฉลี่ยทั้งประเทศ 12.3 CCS และพบว่าภาคกลางมีคุณภาพความหวานที่ต่ำสุด 10.7 CCS ซึ่งทั้งด้านปริมาณและคุณภาพความหวานของทั้งประเทศลดลงจากปีการผลิต 65/66 ร้อยละ 12.4 และ 7.27 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) จากปัญหาการผลิตอ้อยที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งมาจากผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ ประจวบกับขณะนี้โลกกำลังเผชิญปัญหาภาวะโลกเดือด หนึ่งในงานวิจัยที่สามารถรองรับปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ คือการพัฒนาพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี สามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงพันธุ์อ้อยที่ต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ หรือโรคและแมลงใหม่ๆ ที่มาพร้อมกับภัยพิบัติในยุคปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม การที่จะได้มาซึ่งอ้อยพันธุ์ดีนั้นต้องผ่านกระบวนการในระบบการปรับปรุงพันธุ์อ้อย

ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากมีหลายขั้นตอน อาทิ การสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยวิธีการผสมพันธุ์อ้อย การคัดเลือกพันธุ์ การทดสอบพันธุ์ เป็นต้น

การผสมพันธุ์อ้อยเป็นขั้นตอนสำคัญอีกประการหนึ่ง เป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ การประเมินเชื้อพันธุกรรม เพื่อกำหนดพ่อ-แม่พันธุ์ สำหรับสร้างลูกผสม เพื่อใช้คัดเลือกพันธุ์อ้อยตามวัตถุประสงค์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ในโครงการนั้น ๆ ดังนั้น เชื้อพันธุกรรมอ้อยที่หลากหลายเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้มีผลผลิตและคุณภาพที่ดี ฐานของเชื้อพันธุกรรมที่กว้างสามารถสร้างความแปรปรวนในการเพิ่มโอกาสในการสร้างพันธุ์ใหม่ได้มากขึ้น (ทัศนีย์วรรณ และคณะ, 2562) งานวิจัยที่ผ่านมาด้านการประเมินเชื้อพันธุกรรมอ้อย พบว่ามีการประเมินโดยใช้ลักษณะทางการเกษตรของเชื้อพันธุกรรมอ้อยในประเทศไทย จำนวน 95 สายพันธุ์ (อัมราวรรณ และคณะ, 2555) และประเมินลักษณะทางการเกษตรของเชื้อพันธุกรรมอ้อยต่างประเทศ จำนวน 498 พันธุ์ (อัมราวรรณ และคณะ, 2557) ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าวได้ปลูกรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งการใช้ลักษณะทางการเกษตร เช่น จำนวนลำ ความยาวลำ ความหวาน และน้ำหนักลำ มักจะมีค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (GxE) ส่งผลให้อ้อยที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ทำให้ลักษณะอ้อยแตกต่างกันไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์อ้อยที่ปลูกส่วนใหญ่ในประเทศไทยมาจากพ่อแม่พันธุ์อ้อยไม่เกิน 20 พันธุ์ (ประเสริฐ และคณะ, 2543) เช่น พันธุ์ LK92-11 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง K84-200 กับพันธุ์อีเหี่ยวแดง และ กวก.ขอนแก่น 3 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง 85-2-352 กับ K84-200

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ มีภารกิจในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อย เพื่อให้ได้พันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในเขตพื้นที่ที่ดินร่วน ร่วนเหนียวและดินเหนียว และได้รวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อยจากหน่วยงานปรับปรุงพันธุ์อ้อยต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ ประกอบไปด้วย พันธุ์อ้อยรับรอง พันธุ์แนะนำ รวมทั้งอ้อยโคลนดีเด่น จึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ ลักษณะการเกษตร รวมทั้งเป็นการรักษาเชื้อพันธุกรรม ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเชื้อพันธุกรรมอ้อยที่ได้เก็บรวบรวมไว้ โดยใช้ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ และความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลผลิต และความหวาน นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์พ่อ-แม่ ในการสร้างอ้อยลูกผสมที่มีลักษณะที่ต้องการ เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์อ้อยสำหรับวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

- อ้อยพันธุ์การค้าในไทย ประกอบด้วยอ้อยพันธุ์รับรอง และพันธุ์แนะนำ จำนวน 64 พันธุ์
- อ้อยโคลนดีเด่น จำนวน 112 โคลน
- อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ จำนวน 373 พันธุ์
- วงบ่อซีเมนต์ ขนาด 80 x 30 เซนติเมตร คำนวณเป็นพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร
- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ย 15-15-15
- สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
- อุปกรณ์วัดความหวาน ได้แก่ Automatic refractometer
- ไม้วัดความสูง และอุปกรณ์วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

**วิธีการ**

1) รวบรวมพันธุ์อ้อยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมสำหรับใช้ประโยชน์ในงานวิจัยปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์อ้อย ดำเนินการปลูกรวบรวมพันธุ์อ้อย ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ตำบลสุขสำราญ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

2) ปลูกอนุรักษ์พันธุกรรมอ้อยในรูปแบบวงบ่อซีเมนต์ ขนาด 80 x 30 เซนติเมตร ปลูกโดยวิธีการชำข้อตาอ้อย ให้อ้อยเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าสูงประมาณ15-20 เซนติเมตร หรือจนต้นกล้าอ้อยแข็งแรง จึงย้ายลงปลูกในวงบ่อซีเมนต์ จำนวน 1 ต้นกล้าต่อวงบ่อ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-$P_2O_5$-$K_2O$ ต่อไร่ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังปลูกหรือดินมีความชื้นเหมาะสม ให้น้ำตามความต้องการของพืช กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน เริ่มดำเนินการปลูกในปี 2564/65 อ้อยปลูก ปี 2565/66 อ้อยตอ 1 และปี 2566/67 อ้อยปลูก รวมจำนวน 3 ปี

3) เก็บข้อมูล การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพความหวาน โดยสุ่มวัดจำนวน 3 ลำ ได้แก่ ความสูง วัดจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ (เซนติเมตร) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำจากกลางปล้องที่อยู่บริเวณกลางลำ (เซนติเมตร) นับจำนวนปล้องจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ นับจำนวนลำทั้งหมดในวงบ่อซีเมนต์ ชั่งน้ำหนักลำทั้งหมดและหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักลำ สำหรับค่าความหวาน (บริกซ์) สุ่มวัดจากตัวอย่างอ้อยจำนวน 3 ลำในแต่ละแปลงย่อย

**การบันทึกข้อมูล**

1) การเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนหน่อ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำ ที่อายุ 4 8 10 และ 12 เดือน

2) องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความยาวลำ จำนวนลำ และน้ำหนักลำ ที่อายุ 12 เดือน

3) ค่าความหวาน (บริกซ์) ที่อายุ 10 และ 12 เดือน

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

คำนวณค่าพื้นฐานทางสถิติ ได้แก่ ค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร ด้วยโปรแกรม STAR statistics และจัดการกระจายตัวของแต่ละลักษณะโดยแบ่งเป็นช่วงนับจำนวนในแต่ละช่วง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

**ระยะเวลาดำเนินการ** มกราคม ปี 2565 – มกราคม ปี 2567

**สถานที่ดำเนินการ** ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**การกระจายตัวของข้อมูลเชื้อพันธุกรรมอ้อย**

พันธุกรรมอ้อยที่ได้รวบรวมไว้ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จำนวน 549 โคลน/พันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย อ้อยพันธุ์การค้าในไทย จำนวน 64 พันธุ์ อ้อยโคลนดีเด่น จำนวน 112 โคลน และอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ จำนวน 373 สายพันธุ์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยในแต่ละลักษณะ พบว่า ข้อมูลในแต่ละลักษณะมีความกระจายตัวสูง ด้านความหวานอ้อย (บริกซ์) มีค่าอยู่ระหว่าง 10.2 – 25.8 ค่าเฉลี่ย 19.1 ค่าความสูง อยู่ระหว่าง 69 – 438 เซนติเมตร เฉลี่ย 260 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ อยู่ระหว่าง 1.22 – 4.47 เซนติเมตร จำนวนปล้องต่อลำ อยู่ระหว่าง 10 – 46 เฉลี่ย 27 ปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร อยู่ระหว่าง 2 – 71 ลำ ค่าเฉลี่ย 18 ลำ เมื่อพิจารณาน้ำหนักลำ อยู่ระหว่าง 0.2 – 3.30 กิโลกรัม (ตารางที่ 1)

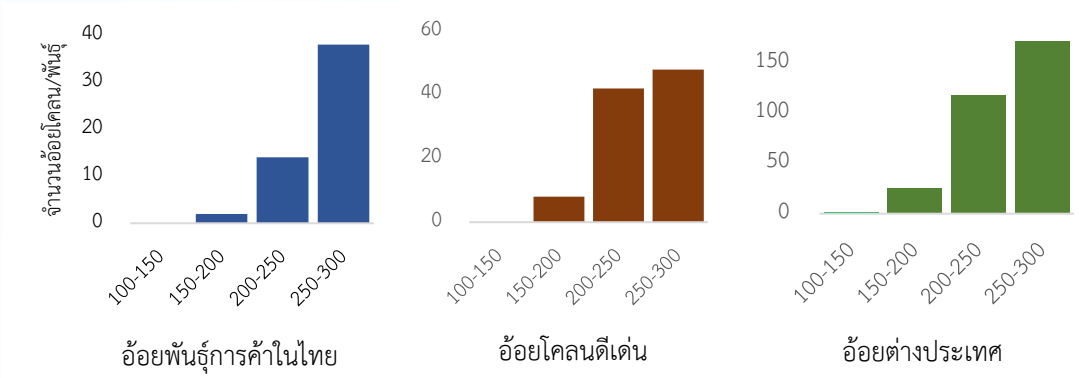
**ตารางที่ 1** การกระจายตัวของค่าบริกซ์ ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้อง จำนวนลำ และ น้ำหนักลำในอ้อย 3 กลุ่ม

| ลักษณะ | กลุ่ม | ต่ำสุด | สูงสุด | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| บริกซ์ (%) | อ้อยโคลนดีเด่น | 11.7 | 24.8 | 19.1 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 10.2 | 25.8 | 19.1 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 10.3 | 23.2 | 19.1 |
| | รวม | 10.2 | 25.8 | 19.17 |
| ความสูง (ซม.) | อ้อยโคลนดีเด่น | 69 | 409 | 253 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 86 | 438 | 261 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 116 | 388 | 266 |
| | รวม | 69 | 438 | 260 |
| ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.) | อ้อยโคลนดีเด่น | 1.93 | 4.32 | 3.00 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 1.22 | 4.01 | 2.70 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 2.04 | 4.47 | 3.09 |
| | รวม | 1.22 | 4.47 | 2.80 |
| จำนวนปล้อง | อ้อยโคลนดีเด่น | 11 | 46.3 | 27 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 10 | 46.0 | 26 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 13 | 41.3 | 28 |
| | รวม | 10 | 46 | 27 |
| จำนวนลำ | อ้อยโคลนดีเด่น | 2 | 60 | 15 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 2 | 71 | 20 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 4 | 49 | 16 |
| | รวม | 2 | 71 | 18 |
| น้ำหนักลำ (กก.) | อ้อยโคลนดีเด่น | 0.2 | 3.30 | 1.54 |
| | อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ | 0.2 | 3.30 | 1.28 |
| | อ้อยพันธุ์การค้าในไทย | 0.2 | 3.20 | 1.73 |
| | รวม | 0.2 | 3.00 | 1.39 |

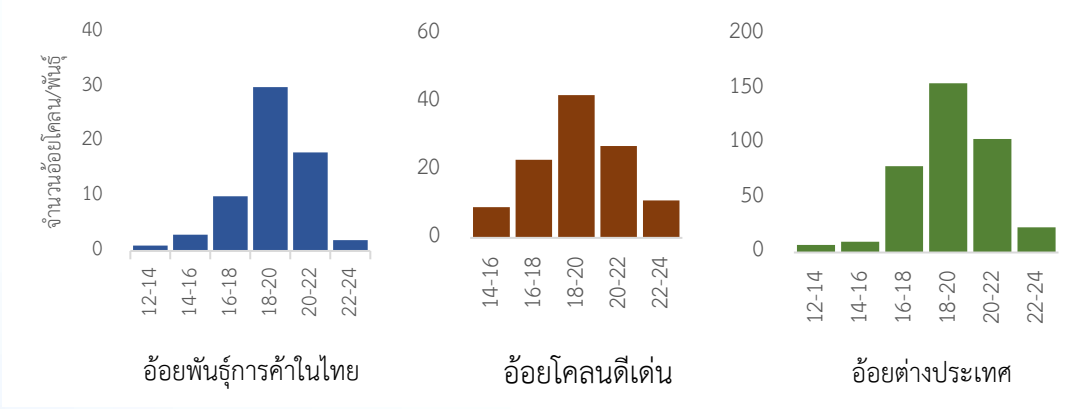
**ลักษณะการกระจายตัวของเชื้อพันธุกรรมอ้อย**

เมื่อพิจารณาการกระจายตัวด้านความสูง พบว่าอ้อยทุกกลุ่มมีความถี่ของความสูงอยู่ในช่วง 250 – 300 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) เช่นเดียวกันกับค่าความหวาน(บริกซ์) ของอ้อยมีความถี่สูงสุดอยู่ในช่วง 18 – 20 % (ภาพที่ 2) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีความถี่ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอยู่ในช่วง 3.00 – 3.50 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) กลุ่มอ้อยโคลนดีเด่นและอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีจำนวนความถี่มากสุดอยู่ในช่วง 2.50 – 3.00 เซนติเมตร ในส่วนน้ำหนักลำ พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีความถี่ของของน้ำหนักลำอยู่ในช่วง 1.5 – 2 กิโลกรัม กลุ่มอ้อยโคลนดีเด่น และอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีความถี่มากสุดอยู่ในช่วง 1 – 1.5 กิโลกรัม (ภาพที่ 4)

ด้านจำนวนลำต่อพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร พบว่า อ้อยทุกกลุ่ม มีจำนวนลำต่อพื้นที่มากสุดอยู่ในช่วง 10 – 20 ลำ แต่กลุ่มอ้อยโคลนดีเด่น และอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ พบว่า อ้อยบางโคลน/พันธุ์ มีจำนวนลำค่อนข้างสูง ที่กระจายตัวอยู่ระหว่าง 30 -60 ลำ โดยเฉพาะในพันธุ์อ้อยต่างประเทศ (ภาพที่ 5) ด้านจำนวนปล้องต่อลำ พบว่า อ้อยในทุกกลุ่มมีความถี่สูงสุดอยู่ในช่วง 25 -30 ปล้องต่อลำ (ภาพที่ 6)

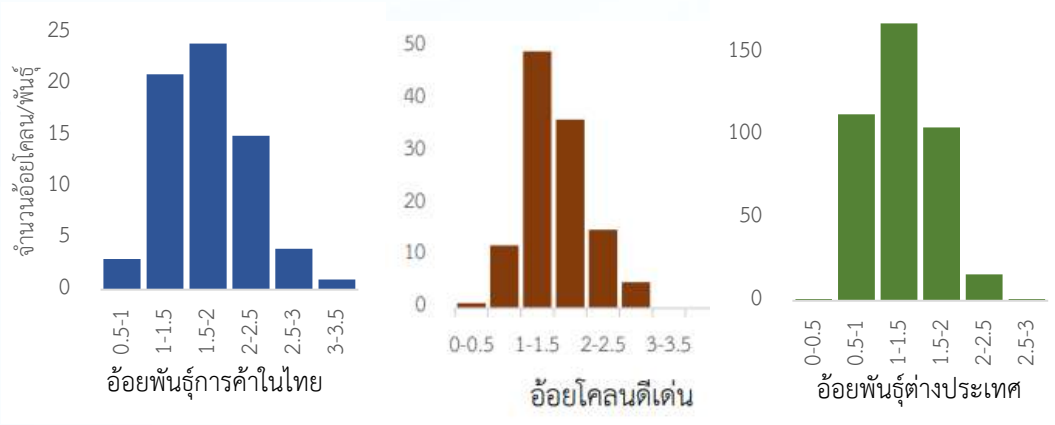



**ภาพที่ 1** การกระจายตัวค่าความสูงของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในอ้อย 3 กลุ่ม

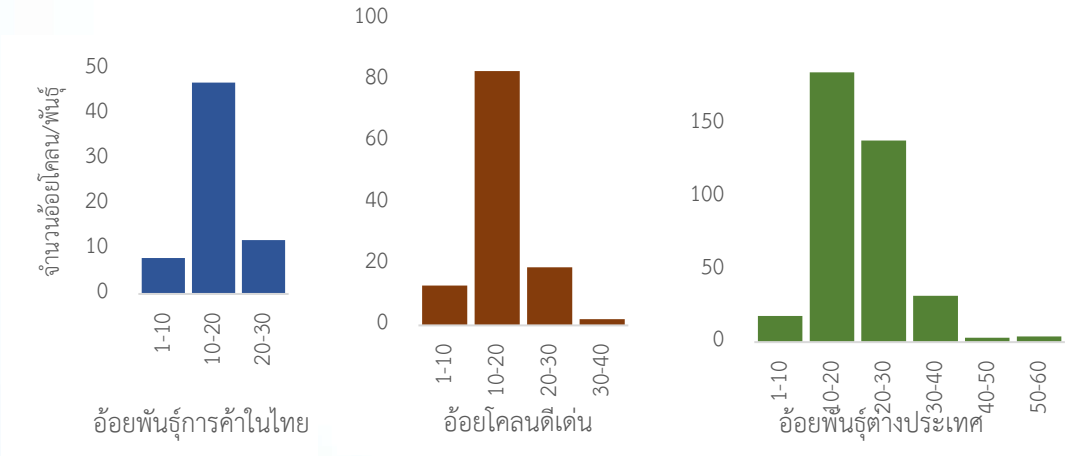



**ภาพที่ 2** การกระจายตัวของค่าความหวาน(บริกซ์)ของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ เนออย 3 กลุม

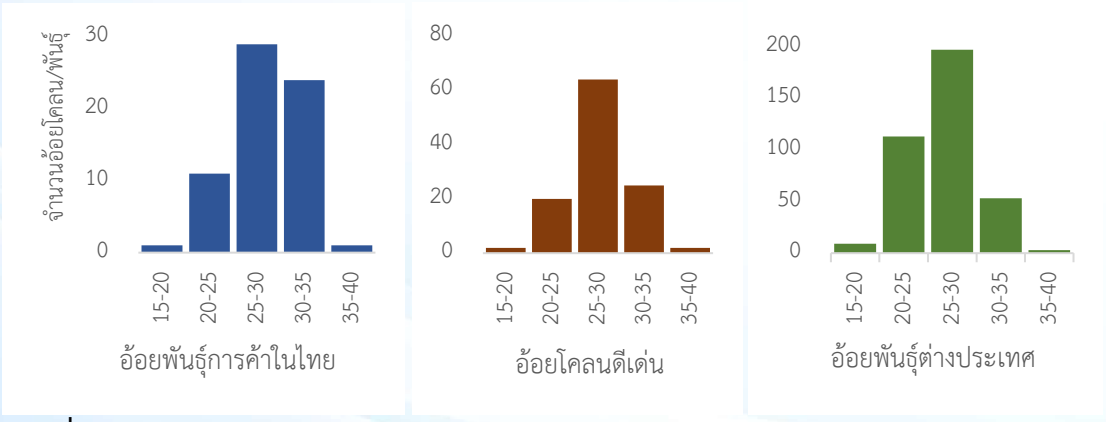
**ภาพที่ 3** การกระจายตัวของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในอ้อย 3 กลุ่ม




**ภาพที่ 4** การกระจายตัวของน้ำหนักลำของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในอ้อย 3 กลุ่ม




**ภาพที่ 5** การกระจายตัวของจำนวนลำของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในอ้อย 3 กลุ่ม




**ภาพที่ 6** การกระจายตัวของจำนวนปล้องของอ้อยแต่ละโคลน/พันธุ์ ในอ้อย 3 กลุ่ม

**จัดลำดับค่าเฉลี่ยลักษณะทางการเกษตรของเชื้อพันธุกรรมอ้อย**

เมื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากสุดไปหาต่ำสุด โดยพิจารณา 20 อันดับแรกในแต่ละกลุ่มอ้อย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์อ้อยสำหรับใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ด้านความหวานอ้อย(บริกซ์) พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีค่าความหวาน 20 – 22 % ใน 5 อันดับแรกที่มีความหวานสูงสุด ได้แก่ พันธุ์ฝอยทอง RT2004-085 อีเหี่ยว กวก.สุพรรณบุรี 50 และกำแพงแสน 01-12 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ K84-200 ในลำดับที่ 16 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ รวมถึงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 3 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรปลูกมากที่สุดในปัจจุบัน ในลำดับที่ 18 ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 21 – 23 % ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ 88-1-109 04-1130 CSB12-67 NSUT08-22-3-13 และ 15-13/1 ส่วนอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 22 – 23 % ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ Phill71-355 Q90 Q70 CP81-1254 และ CP70-32 (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยค่าความหวาน (บริกซ์) ใน 20 อันดับแรก ของอ้อย 3 กลุ่ม

| ลำดับ | อ้อยการค้าในไทย | | อ้อยโคลนดีเด่น | | อ้อยต่างประเทศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย | โคลน | ค่าเฉลี่ย | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | ฝอยทอง | 22.7 | 88-1-109 | 23.5 | Phill71-355 | 23.4 |
| 2 | RT2004-085 | 22.6 | 04-1130 | 23.4 | Q90 | 23.1 |
| 3 | อีเหี่ยว | 21.8 | CSB12-67 | 22.9 | Q70 | 23.1 |
| 4 | กวก. สุพรรณบุรี 50 | 21.7 | NSUT08-22-3-13 | 22.6 | CP81-1254 | 22.9 |
| 5 | KPS01-12 | 21.7 | 15-13/1 | 22.6 | CP70-32 | 22.9 |
| 6 | กวก. ขอนแก่น 1 | 21.6 | NSUT13-014 | 22.6 | Q130 | 22.9 |
| 7 | RT92-2 | 21.4 | UT10-615 | 22.4 | Phill65-33 | 22.8 |
| 8 | MPT14-1-188 | 20.9 | NSUT13-016 | 22.2 | CP34-97 | 22.8 |
| 9 | RT2007-091 | 20.5 | UT10-2 | 22.2 | F176 | 22.6 |
| 10 | K95-156 | 20.5 | NSUT10-266 | 22.1 | CO1056 | 22.6 |
| 11 | ESC4 | 20.5 | UTJ10-3 | 22.0 | CP81-3388 | 22.6 |
| 12 | กวก. อู่ทอง 13 | 20.5 | CSB12-262 | 21.9 | Q100 | 22.5 |
| 13 | กวก. อู่ทอง 2 | 20.4 | KK07-250 | 21.8 | M1 | 22.5 |
| 14 | กวก. อู่ทอง 14 | 20.3 | NSUT10-026 | 21.7 | CP72-2086 | 22.4 |
| 15 | RT2007-068 | 20.2 | 04-2-1391 | 21.4 | CP52-68 | 22.4 |
| 16 | K84-200 | 20.2 | NSUT10-357 | 21.3 | CO644 | 22.2 |
| 17 | MPT02-458 | 20.1 | UT11-526 | 21.3 | Q123 | 22.1 |
| 18 | กวก. ขอนแก่น 3 | 20.0 | 83-3498 | 21.3 | ROC1 | 22.1 |
| 19 | กวก. อู่ทอง 1 | 20.0 | NSUT13-153 | 21.3 | CP72-2085 | 22.0 |
| 20 | ทองชมพูนุช | 20.0 | KK06-501 | 21.2 | LCT81-3388 | 22.0 |

ด้านความสูงของอ้อย พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีความสูงอยู่ระหว่าง 280 – 338 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรกที่มีความสูงสูงสุด ได้แก่ พันธุ์ RT2007-014 ทองเอก ทองหยิบ กำแพงแสน 01-12 และกำแพงแสน 00-148 นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ K84-200 ในลำกับที่ 13 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีความสูงอยู่ระหว่าง 290 – 340 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ NSUT13-106 UT12-238 04-1498 04-2-1559 และ 01-2042BR ส่วนอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีความสูงอยู่ระหว่าง 320 – 360 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ F03-362(F1) Q96 IAC48-68 CYZ03-258 และ COS245 (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยความสูงของอ้อยใน 20 อันดับแรก ของอ้อย 3 กลุ่ม

| ลำดับ | อ้อยการค้าในไทย | | อ้อยโคลนดีเด่น | | อ้อยต่างประเทศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย | โคลน | ค่าเฉลี่ย | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | RT2007-014 | 338 | NSUT13-106 | 340 | F03-362 (F1) | 362 |
| 2 | ทองเอก | 325 | UT12-238 | 332 | Q96 | 355 |
| 3 | ทองหยิบ | 320 | 04-1598 | 331 | IAC48-68 | 348 |
| 4 | KPS01-12 | 316 | 04-2-1559 | 320 | CYZ03-258 | 345 |
| 5 | KPS00-148 | 314 | 01-2-43BR | 313 | COS245 | 345 |
| 6 | กวก. อู่ทอง 14 | 301 | UT10-623 | 313 | CP86-1633 | 344 |
| 7 | CSB06-162 | 301 | 01-2-49BR | 312 | TS63 | 338 |
| 8 | K88-92 | 301 | KK09-0358 (BC1) | 305 | Q99 | 338 |
| 9 | ทองหยอด | 300 | 88-2-189 | 304 | H73-6100 | 336 |
| 10 | กวก. ชัยนาท 1 | 300 | 01-424 | 304 | F153 | 334 |
| 11 | กวก. ขอนแก่น 1 | 293 | KK07-018 | 304 | M438-59 | 330 |
| 12 | K86-616 | 291 | 03-2-230 | 302 | ROC2 | 327 |
| 13 | K84-200 | 290 | 01-2-81BR | 301 | BL4 | 327 |
| 14 | KPS94-13 | 290 | 04-1317 | 300 | DB42-026 | 325 |
| 15 | CSB03-33 | 288 | 01-2-71BR | 299 | Q208 | 324 |
| 16 | LK92-11 | 285 | 03-2-435 | 298 | Erianthus | 323 |
| 17 | กวก. อู่ทอง 12 | 285 | 04-4-066 | 296 | US65-5 | 321 |
| 18 | ฝอยทอง | 284 | 04-1292 | 294 | CP78-1628 | 320 |
| 19 | กวก. อู่ทอง 3 | 283 | 04-1130 | 292 | F141 | 320 |
| 20 | กวก. อู่ทอง 9 | 283 | 91-2-527 | 290 | F140 | 320 |

ด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีขนาดลำอยู่ระหว่าง 3.20 – 3.70 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรก ลำขนาดใหญ่สุด ได้แก่ พันธุ์ กวก.อู่ทอง 10 LK92-127 CSB06-162 K85-84 และฝอยทอง ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีขนาดลำอยู่ระหว่าง 3.20 – 4.00 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ 04-1378 04-1193 UT10-414 UT11-349 และ 98-2-610 ส่วนอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีขนาดลำอยู่ระหว่าง 3.20 – 3.60 เซนติเมตร ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ US16-15-1 CP57-603 R397 ROC22 และ LF82-2031 (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยใน 20 อันดับแรก ของอ้อย 3 กลุ่ม

| ลำดับ | อ้อยการค้าในไทย | | อ้อยโคลนดีเด่น | | อ้อยต่างประเทศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย | โคลน | ค่าเฉลี่ย | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | กวก. อู่ทอง 10 | 3.70 | 04-1378 | 4.05 | US16-15-1 | 3.62 |
| 2 | LK92-127 | 3.64 | 04-1193 | 3.92 | CP57-603 | 3.61 |
| 3 | CSB06-162 | 3.62 | UT10-414 | 3.80 | R397 | 3.58 |
| 4 | K95-84 | 3.55 | UT11-349 | 3.79 | ROC22 | 3.47 |
| 5 | ฝอยทอง | 3.53 | 98-2-610 | 3.69 | LF82-2031 | 3.43 |
| 6 | K88-65 | 3.50 | 04-2-1559 | 3.68 | EROS | 3.43 |
| 7 | KPS01-12 | 3.49 | UT12-238 | 3.62 | F150 | 3.38 |
| 8 | กวก. อู่ทอง 8 | 3.44 | NSUT10-104 | 3.51 | LF82-2122 | 3.37 |
| 9 | ทองม้วน | 3.43 | 07-332 | 3.47 | PL310 | 3.36 |
| 10 | K97-29 | 3.42 | 04-1317 | 3.45 | CP81-254-2 | 3.33 |
| 11 | กวก. อู่ทอง 3 | 3.36 | 94-2-155 | 3.43 | LF89-2296 | 3.33 |
| 12 | RT2004-085 | 3.35 | 04-1598 | 3.42 | CYZ99-596 | 3.32 |
| 13 | CSB03-33 | 3.35 | NSUT13-313 | 3.40 | SLC92-30 | 3.29 |
| 14 | กวก. อู่ทอง 17 | 3.30 | UT12-237 | 3.40 | Q57 | 3.27 |
| 15 | กวก. อู่ทอง 2 | 3.29 | KK07-250 | 3.35 | CO775 | 3.23 |
| 16 | K2000-35 | 3.25 | 04-1292 | 3.32 | CP80-1557 | 3.23 |
| 17 | K95-156 | 3.24 | 99-2-220 | 3.31 | LF76-1488 | 3.22 |
| 18 | K99-72 | 3.24 | NSUT10-076 | 3.30 | CP86-1633 | 3.22 |
| 19 | KU60-3 | 3.22 | 04-2-1317 | 3.28 | CP88-1540 | 3.21 |
| 20 | ESC2 | 3.21 | 88-2-477 | 3.27 | CP73-1547 | 3.21 |

ด้านน้ำหนักลำ พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีน้ำหนักลำอยู่ระหว่าง 1.97 – 3.03 กิโลกรัม ใน 5 อันดับแรกที่มีน้ำหนักลำสูงสุด ได้แก่ พันธุ์ กวก. อู่ทอง 8 CSB03-33 CSB06-162 ฝอยทอง และ K95-84 ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีน้ำหนักลำระหว่าง 2.00 – 2.80 กิโลกรัม ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ 98-2-610 04-3-1559 04-1317 04 -1193 และ NUST13-313 ส่วนอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีน้ำหนักลำระหว่าง 1.90 – 2.50 กิโลกรัม ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ IRK67-1 NCO293 CP86-1633 HOMER และ JA75 (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยน้ำหนักลำอ้อยใน 20 อันดับแรก ของอ้อย 3 กลุ่ม

| ลำดับ | อ้อยการค้าในไทย | | อ้อยโคลนดีเด่น | | อ้อยต่างประเทศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย | โคลน | ค่าเฉลี่ย | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | กวก. อู่ทอง 8 | 3.03 | 98-2-610 | 2.80 | IRK67-1 | 2.50 |
| 2 | CSB03-33 | 2.70 | 04-2-1559 | 2.57 | NCO293 | 2.40 |
| 3 | CSB06-162 | 2.60 | 04-1317 | 2.57 | CP86-1633 | 2.37 |
| 4 | ฝอยทอง | 2.60 | 04-1193 | 2.53 | HOMER | 2.33 |
| 5 | K95-84 | 2.50 | NSUT13-313 | 2.53 | JA75 | 2.30 |
| 6 | กวก. อู่ทอง 10 | 2.40 | NSUT13-106 | 2.50 | US16-15-1 | 2.30 |
| 7 | ทองหยิบ | 2.33 | 04-1378 | 2.33 | B47-419 | 2.23 |
| 8 | กวก. ชัยนาท 1 | 2.27 | 07-332 | 2.23 | DB42-026 | 2.23 |
| 9 | ทองม้วน | 2.23 | 85-2-352 | 2.23 | ROC22 | 2.20 |
| 10 | CSB06-2-21 | 2.20 | 94-2-155 | 2.20 | CP88-1540 | 2.13 |
| 11 | K95-156 | 2.17 | 95-2-213 | 2.20 | H47-4991 | 2.13 |
| 12 | K97-97 | 2.13 | 04-1510 | 2.20 | B34-104 | 2.10 |
| 13 | MPT02-458 | 2.10 | 04-1292 | 2.20 | H65-7052 | 2.07 |
| 14 | ESC2 | 2.07 | 95-2-156 | 2.17 | EROS | 2.03 |
| 15 | K84-200 | 2.07 | UT10-175 | 2.13 | CO775 | 2.03 |
| 16 | ทองเอก | 2.07 | 04-1598 | 2.10 | F153 | 2.03 |
| 17 | ทองชมพูนุช | 2.03 | 01-2-81BR | 2.07 | F150 | 1.97 |
| 18 | ทองหยอด | 2.03 | 15-13/1 | 2.03 | ROC2 | 1.97 |
| 19 | K88-65 | 2.00 | 99-2-220 | 2.03 | Q208 | 1.93 |
| 20 | KPS01-12 | 1.97 | KK07-250 | 2.00 | CP81-254-2 | 1.90 |

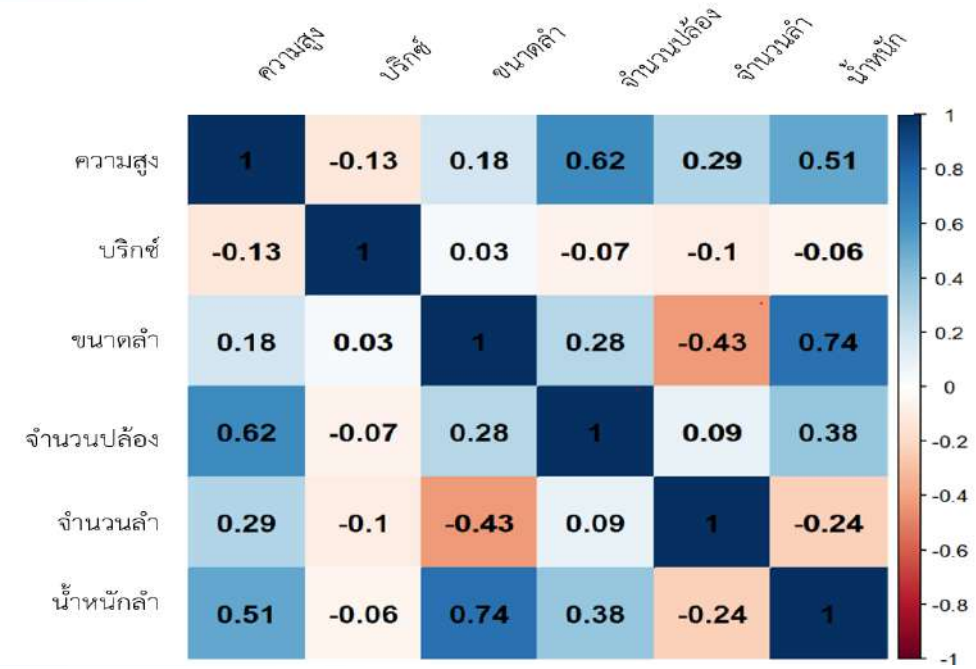
ด้านจำนวนลำอ้อยต่อพื้นที่ 0.5 ตารางเมตร พบว่า อ้อยพันธุ์การค้าในไทย มีจำนวนลำอยู่ระหว่าง 19 – 30 ลำ ใน 5 อันดับแรกที่มีจำนวนลำสูงสุด ได้แก่ พันธุ์ RT2007-094 K88-92 ทองหยอด กวก.อู่ทอง 4 และ KPS01-12 ส่วนอ้อยโคลนดีเด่น มีจำนวนลำระหว่าง 20 – 40 ลำ ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ K09-0939(BC2) 02-2-014 KK07-1073 01-424 และ CSB12-67 ส่วนอ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีจำนวนลำระหว่าง 33 – 59 ลำ ใน 5 อันดับแรก ได้แก่ RE92/ROC1 POJ3016 NCO376 GALOA-1 และ CO281 (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยจำนวนลำใน 20 อันดับแรก ของอ้อย 3 กลุ่ม

| ลำดับ | อ้อยการค้าในไทย | | อ้อยโคลนดีเด่น | | อ้อยต่างประเทศ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย | โคลน | ค่าเฉลี่ย | พันธุ์ | ค่าเฉลี่ย |
| 1 | RT2007-094 | 30 | KK09-0939 (BC2) | 40 | RE92/ROC1 | 59 |
| 2 | K88-92 | 28 | 02-2-014 | 39 | POJ3016 | 51 |
| 3 | ฝอยทอง | 27 | KK07-1073 | 29 | NCO376 | 51 |
| 4 | กวก. อู่ทอง 4 | 25 | 01-424 | 26 | GALOA-1 | 50 |
| 5 | KPS01-12 | 24 | 12-67 | 24 | CO281 | 44 |
| 6 | กวก. อู่ทอง 14 | 24 | UTJ10-3 | 24 | F174 | 42 |
| 7 | K2000-35 | 23 | 03-2-143 | 24 | CO285 | 40 |
| 8 | ทองชมพูนุช | 23 | NSUT10-310 | 23 | PR166-76 | 40 |
| 9 | K86-616 | 22 | NSUT13-154 | 23 | M124/59 | 39 |
| 10 | กวก. อู่ทอง 9 | 21 | 01-2-096 | 22 | CO853 | 37 |
| 11 | ทองเอก | 21 | NSUT13-016 | 22 | KWT7 | 36 |
| 12 | กวก. อู่ทอง 10 | 20 | 88-2-401 | 21 | CO001 | 36 |
| 13 | ทองหยิบ | 20 | KK09-0358 (BC1) | 21 | CP81-1384 | 35 |
| 14 | RT2007-068 | 20 | 03-2-435 | 21 | Q99 | 35 |
| 15 | กวก. อู่ทอง 16 | 19 | 85-2-352 | 21 | L65-69 | 34 |
| 16 | กวก. อู่ทอง 15 | 19 | 08-2-143 | 21 | CP76-328 | 34 |
| 17 | กวก. อู่ทอง 1 | 19 | 04-1292 | 21 | F03-362 (F1) | 34 |
| 18 | K97-29 | 19 | CSB12-23 | 20 | CP47-193 | 33 |
| 19 | KPS94-13 | 19 | 04-2-1402 | 20 | TROJAN | 33 |
| 20 | K99-72 | 19 | 07-317 | 20 | CO617 | 33 |

**วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร**

เมื่อนำค่าเฉลี่ยในแต่ละลักษณะของอ้อยทุกโคลน/พันธุ์ มาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางการเกษตร พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสูงของอ้อยมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนปล้อง 0.62 และมีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักลำ 0.51 แสดงว่าจำนวนปล้องที่มากขึ้นส่งผลทำให้ความยาวลำอ้อยสูงขึ้น และอ้อยที่มีลักษณะต้นสูง ส่งผลให้น้ำหนักลำสูงขึ้น เมื่อพิจารณาสหสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำและน้ำหนักลำมีค่า 0.74 แสดงให้เห็นว่าเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยเพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักลำเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับค่าความหวานอ้อย พบว่า มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับทุกค่า ยกเว้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ มีค่า 0.03 ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ร่วมกัน (ภาพที่ 7)




**ภาพที่ 7** ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะทางการเกษตรในอ้อย 549 โคลน/พันธุ์

## สรุปผลการทดลอง

พันธุ์อ้อย 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) อ้อยพันธุ์การค้าในไทย 2) อ้อยโคลนดีเด่น และ 3) อ้อยพันธุ์ต่างประเทศ มีการกระจายตัวของพันธุ์อ้อยในแต่ละลักษณะภายในกลุ่มค่อนข้างสูง และลักษณะการเกษตรส่วนใหญ่มีการกระจายตัวคล้ายกัน สำหรับอ้อยพันธุ์การค้าในไทย พบว่าด้านความสูง และน้ำหนักลำ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่น อ้อยโคลนดีเด่น มีลักษณะการกระจายตัวด้านขนาดลำ และจำนวนลำที่มากกว่าอ้อยพันธุ์การค้าในประเทศไทย ในอ้อยพันธุ์ต่างประเทศพบลักษณะการกระจายตัวของจำนวนลำต่อมากกว่ากลุ่มอื่น เมื่อพิจารณาอ้อยในแต่ละโคลน/พันธุ์ ในแต่ละกลุ่มใน 20 ลำดับที่โดดเด่นในแต่ลักษณะ พบว่า ในอ้อยโคลนดีเด่น และพันธุ์ต่างประเทศ มีพันธุ์ที่มีค่าความหวาน และจำนวนลำสูงกว่าพันธุ์การค้าในปัจจุบัน สามารถนำศักยภาพดังกล่าวของโคลน/พันธุ์ดังกล่าวมาต่อยอดได้ในอนาคต ดังนั้นข้อมูลลักษณะทางการเกษตรจากงานวิจัยนี้สามารถไปใช้พิจารณาในการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์อ้อย เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้

## เอกสารอ้างอิง


ทัศนีย์วรรณ จันทร์พุก พรรณทิวา ปินะถา พีรญา กลมสะอาด นันทวุฒิ จงรั้งกลาง ณัฐยาพร หนันต๊ะน้ำอ้อย บุตรพรม และพีชริน ส่งศรี. 2562. การประเมินเชื้อพันธุกรรมของอ้อย โดยใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาและลักษณะทางการเกษตร. *แก่นเกษตร.* 47(4): 761-772.

ประเสริฐ ฉัตรวชิรวงษ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2543. ความสัมพันธ์ทางเครือญาติของพันธุ์อ้อยการค้าในประเทศไทย. น.234-242. ใน: *รายงานการประชุมอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติครั้งที่ 14*. 15-17 สิงหาคม 2543. นครราชสีมา.

อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ วีระพล พลรักดี และทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2555. คุณลักษณะของเชื้อพันธุกรรมอ้อยพันธุ์ไทยและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์. *แก่นเกษตร.* 40(3): 53-59.

อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย และกาญจนา กิระศักดิ์. 2557. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และทางการเกษตรของเชื้อพันธุกรรมอ้อยในสภาพภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารวิชาการเกษตร.* 32(3):296-307.

สำนักงานคณะกรรมกรอ้อยและน้ำตาลทราย. 2557. *รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2566/67*. เข้าถึงได้จาก: URL; https://www.ocsb.go.th/14/มิถุนายน/2567

# การคัดเลือกอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นในการเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ

# The Selection of Promising Juice Cane Clones In Preliminary Trial of Juice Cane

ธีระรัตน์ ชิณแสน[1/] ภาคภูมิ ถิ่นคำ[1/] แสงเดือน ชนะชัย[1/]
ปิยะรัตน์ จังพล[1/] กรองกาญจน์ ป้องปัญจมิตร[1/]
Theerarat Chinnasaen[1/] Parkpoom Thinkum[1/] Sangdaun Chanachai[1/]
Piyarat Jungpol[1/] Krongkan Pongpanchamit[1/]

## ABSTRACT

The preliminary trial is one of sugar cane breeding procedures. Hence, the aim of this study was to select promising juice cane clones with some characteristics, this study was conducted with 14 genotypes of juice cane in 2024 at Khon Kaen Field Crops Research Center (KKFCRC). The results showed that KKj20-34 presented the highest lightness (L*) as 29.08, the total soluble solid (TSS) was higher in KKj20-30, KKj20-32, and KKj20-31 as 19.8, 19.5, and 19.3 ºBrix, respectively, DOA SR1 showed the highest pH as 5.66, for sensory evaluation aspect showed that overall preference average score was highest as 6.63, followed by the aspects of taste, odor, color, and appearance as 6.51, 6,25, 6.16, and 6.14, respectively, moreover the scores of KKj20-34 in every aspects were accepted with high score as more than or as well as the standard varieties. Hence, from the results of evaluating the quality of juice cane juice in each characteristic, it was possible to rank promising juice cane clones that are suitable to select for the standard trial stage as KKj20-34, KKj20-33, KKj20-36, KKj20-32, KKj20-2, KKj20-30, KKj20-29, KKj20-28, KKj20-35, KKj20-1, and KKj20-31 respectively.

**Keywords:** DOA SP50, Greenness, Total soluble solid, Appearance

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

[1/] Khon Kaen Field Crops Research Center, Sila, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000

**บทคัดย่อ**

การเปรียบเทียบเบื้องต้นเป็นหนึ่งในขั้นตอนการประเมินพันธุ์ของการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นโดยใช้คุณภาพบางประการของน้ำอ้อยคั้นน้ำประกอบการคัดเลือก โดยดำเนินการศึกษาอ้อยคั้นน้ำ จำนวน 14 พันธุ์/โคลน ในปี 2567 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จากการศึกษาพบว่า อ้อยโคลน KKj20-34 มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด เท่ากับ 29.08 ด้านปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โคลน KKj20-30 KKj20-32 และ KKj20-31 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 19.8 19.5 และ 19.3 °Brix ขณะที่ พันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงสุด เท่ากับ 5.66 ด้านการประเมินผลทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนการยอมรับเฉลี่ยต่อความชอบโดยรวม มีระดับคะแนนสูงสุด เท่ากับ 6.63 รองลงมาคือ รสชาติ กลิ่นรส สี และลักษณะปรากฏ ที่มีระดับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.51 6.25 6.16 และ 6.14 ตามลำดับ ซึ่งการยอมรับต่อทุกลักษณะที่ดำเนินการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่แล้ว โคลน KKj20-34 มีคะแนนสูงสุด ซึ่งมากกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ ทั้งนี้ จากผลการประเมินคุณภาพน้ำอ้อยในแต่ละลักษณะมาประกอบกันทำให้สามารถจัดลำดับโคลนอ้อยดีเด่นที่เหมาะสมสำหรับถูกคัดเลือกเพื่อเพาะปลูกทดสอบในขั้นการเปรียบเทียบมาตรฐาน ได้แก่ KKj20-34 KKj20-33 KKj20-36 KKj20-32 KKj20-2 KKj20-30 KKj20-29 KKj20-28 KKj20-35 KKj20-1 และ KKj20-31 ตามลำดับ

**คำหลัก:** กวก. สุพรรณบุรี 50 ค่าความเป็นสีเขียว ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ลักษณะปรากฏ

**บทนำ**

การเปรียบเทียบเบื้องต้นเป็นหนึ่งในขั้นตอนการประเมินพันธุ์ของการปรับปรุงพันธุ์อ้อย ทั้งนี้ การปรับปรุงพันธุ์อ้อยจะดำเนินการภายใต้วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่สำคัญ เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่หรือสภาพแวดล้อม การปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ และการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ลักษณะทางการเกษตรที่ดีขึ้น เป็นต้น โดยลักษณะที่นำมาใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์อ้อย เช่น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ลักษณะทางการเกษตร ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต เป็นต้น (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2565) และสำหรับอ้อยคั้นน้ำซึ่งเป็นพืชที่บริโภคน้ำอ้อยได้โดยตรงแล้ว ปริมาณและคุณภาพของน้ำอ้อยเป็นอีกลักษณะสำคัญที่ถูกนำมาใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์อ้อยคั้นน้ำเพื่อให้ตรงหรือตอบสนองต่อความต้องการน้ำอ้อยคั้นน้ำของผู้บริโภค เช่น Chinnasaen *et al*. (2023) รายงานว่า ผู้บริโภคน้ำอ้อยคั้นน้ำในจังหวัดขอนแก่นเลือกบริโภคน้ำอ้อยคั้นน้ำโดยพิจารณาจาก สี รสชาติ และกลิ่นของน้ำอ้อยคั้นน้ำ ตามลำดับ ขณะที่ ผู้บริโภคน้ำอ้อยคั้นน้ำในจังหวัดเชียงใหม่เลือกบริโภคน้ำอ้อยคั้นน้ำจากคุณค่าทางโภชนาการ ความเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย รสชาติ สี และกลิ่นของน้ำอ้อยคั้นน้ำ ตามลำดับ (Chinnasaen *et al*., 2021) ขณะเดียวกัน Hemaprabha et at. (2003) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำอ้อยที่สำคัญ เช่น

สมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติทางเคมี องค์ประกอบของสารประกอบฟีนอลิก และการทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย พันธุ์อ้อยคั้นน้ำที่นิยมปลูกและบริโภค เช่น กวก. พันธุ์สุพรรณบุรี 50 กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 1 (Chinnasaen et al., 2022) หรือพันธุ์ดั้งเดิม เช่น พันธุ์สิงคโปร์ และมาเลเซีย ที่เพาะปลูกในภาคใต้ของไทย (Boonphirom, 2009) โดยอ้อยคั้นน้ำพันธุ์การค้าของไทยได้มีผู้ดำเนินการศึกษาคุณภาพของน้ำอ้อย เช่น Chunwijitra et al. (2021) รายงานว่า อ้อยคั้นน้ำพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 ที่เก็บรักษานาน 1 วัน มีสีเหลืองอมเขียว มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 37.60 ถึง 37.76 -0.64 ถึง -5.56 และ 2.46 ถึง 3.03 ตามลำดับ โดยมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ระหว่าง 20-21 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.58 - 5.74 ขณะที่ Chinnasaen *et al.* (2022) รายงานว่า อ้อยคั้นน้ำพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 1 มีค่าความเป็นสีเขียว (-a*) ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย พันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 มีค่าความเป็นสีเขียวต่ำที่สุด เท่ากับ -2.750 แต่มีค่า pH สูงที่สุด เท่ากับ 5.51 พันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความเป็นสีน้ำเงินต่ำที่สุด เท่ากับ -1.371 และพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 มีค่า TSS และค่า EC สูงสุด เท่ากับ 21.43 องศาบริกซ์ และ 3.100 mS/cm ตามลำดับ ด้านการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 ใกล้เคียงกับพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 ที่มีระดับคะแนนในแต่ละลักษณะส่วนใหญ่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์/โคลนอื่น ๆ ที่ดำเนินการศึกษา เพื่อให้ได้พันธุ์อ้อยคั้นน้ำที่มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ดำเนินการใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำอ้อยบางลักษณะเพื่อประกอบการคัดเลือกอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้นของอ้อยคั้นน้ำชุดที่ 4 ปี 2563 รวมถึงศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์การประเมินบางลักษณะซึ่งอาจทำให้ทราบเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำอ้อยคั้นน้ำที่สำคัญต่อการนำมาใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

อ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่น (ชุดที่ 4 ปี 2563) จำนวน 11 โคลน ได้แก่ KKj20-1 KKj20-2 KKj20-28 KKj20-29 KKj20-30 KKj20-31 KKj20-32 KKj20-33 KKj20-34 KKj20-35 และ KKj20-36 และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ กวก. สุพรรณบุรี 1 กวก. สุพรรณบุรี 50 และ กวก. ศรีสำโรง 1 รวมพันธุ์/โคลนอ้อยคั้นน้ำที่ดำเนินการศึกษาทั้งสิ้น 14 พันธุ์/โคลน ทั้งนี้ สิ่งที่ใช้ในการทดลองอื่น ๆ เช่น ปุ๋ยเกรด 15-15-15 สารควบคุมและกำจัดศัตรูอ้อย เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการศึกษาคุณภาพน้ำอ้อย เป็นต้น

**แบบและวิธีการทดลอง**

วางแผนการทดลองแบบ บล็อกสุ่มสมบูรณ์ RCB จำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลอง คือ พันธุ์/โคลนอ้อยคั้นน้ำที่แตกต่างกัน จำนวน 14 พันธุ์/โคลน ได้แก่ โคลน KKj20-1 KKj20-2 KKj20-28 KKj20-29 KKj20-30 KKj20-31 KKj20-32 KKj20-33 KKj20-34 KKj20-35 และ KKj20-36 พันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ กวก. สุพรรณบุรี 1 กวก. สุพรรณบุรี 50 และ กวก. ศรีสำโรง 1

**วิธีปฏิบัติการทดลอง**

*การปลูกและดูแลรักษา* ปลูกอ้อยคั้นน้ำตามแผนการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 1 แถว ยาว 6 เมตร ปลูก 4 แถว ระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างหลุม เท่ากับ 1.5 x 0.5 เมตร เก็บเกี่ยวทุกแถว ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมย้ายลงแปลง อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากย้ายลงแปลง 3 เดือน อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ กำจัดวัชพืชตลอดการทดลอง

*การเก็บเกี่ยวและการหีบอ้อยคั้นน้ำ* เก็บเกี่ยวอ้อยคั้นน้ำที่อายุ 9 เดือน จากนั้น ปอกเปลือกอ้อยคั้นน้ำด้วยมีดปอกผลไม้ ล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำ นาน 10-15 นาที ตัดลำอ้อยให้มีความยาวประมาณ 50-60 เซนติเมตร แล้วนำไปคั้นน้ำอ้อยด้วยเครื่องหีบไฟฟ้า (Hatsuyuki, ประเทศไทย) และกรองน้ำอ้อยด้วยผ้าขาวบางหนา 4 ชั้น (Chinnasaen et al., 2022) บรรจุน้ำอ้อยในขวดแก้ว ขนาดบรรจุ 500 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท โดยแบ่งเป็น 2 ชุด คือ สำหรับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ จำนวน 14 พันธุ์/โคลน พันธุ์/โคลน ละ 3 ซ้ำ และสำหรับการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสน้ำอ้อยคั้นสด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำอ้อยจากทั้ง 3 ซ้ำของแต่ละพันธุ์/โคลน แล้วบรรจุลงภาชนะเดียวกัน จากนั้น เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (ในบางกรณีมีความจำเป็นต้องเก็บรักษาเพื่อการจำหน่ายหรือบริโภคในวันถัดไปหลังการหีบน้ำอ้อย) เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำอ้อยคั้นน้ำในลำดับต่อไป

**การบันทึกข้อมูล**

การศึกษาคุณภาพน้ำอ้อยคั้นน้ำดำเนินการ ดังนี้

1. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการโดยนำน้ำอ้อยคั้นน้ำทั้ง 14 พันธุ์/โคลน จำนวน 3 ซ้ำ มาทดสอบคุณภาพบางลักษณะ ได้แก่

(1) ค่าสี วัดสีโดยใช้เครื่อง Colorimeter (NH310,3nh, Shenzhen Threenh Technology, ประเทศจีน) ในระบบ Hunter Lab ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มของสีแดง-สีเขียว (a*) และค่าความเข้มของสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)

(2) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid, TSS) วัดด้วยเครื่อง Digital refractometer (OPTi® Digital Handheld Refractometer, Bellingham + Stanley, สหราชอาณาจักร) หน่วยเป็นองศาบริกซ์ (°Brix)

(3) ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) วัดด้วยเครื่อง OAKTON (600 Series Waterproof Portable Meter Kit, ประเทศสิงคโปร์)

(4) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) วัดด้วยเครื่อง OAKTON (600 Series Waterproof Portable Meter Kit, ประเทศสิงคโปร์)

2. การศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) น้ำอ้อยคั้นสด ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (The 9-point henonic test) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบทุกคนต้องเคยบริโภคน้ำอ้อยคั้นสดมาก่อนและต้องดื่มน้ำเปล่าขั้นระหว่างการทดสอบน้ำอ้อยคั้นสด สำหรับหัวข้อการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ศึกษาได้แก่ ลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Odor) รสชาติ (Taste) และความชอบโดยรวม (Overall preference) ดำเนินการด้วยการให้คะแนนแบบ Nine-point hedonic scale เริ่มจาก 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) 2 คะแนน (ไม่ชอบมาก) 3 คะแนน (ไม่ชอบปานกลาง) 4 คะแนน (ไม่ชอบเล็กน้อย) 5 คะแนน (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ) 6 คะแนน (ชอบเล็กน้อย) 7 คะแนน (ชอบปานกลาง) 8 คะแนน (ชอบมาก) และ 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) (Larmond, 1977)

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษา และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation) ของแต่ละลักษณะด้วยโปแกรมสำเร็จรูป

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**ผลการทดลอง**

**ค่าสี**

วัดสีน้ำอ้อยคั้นน้ำพบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยโคลน KKj20-34 มีความสว่างมากที่สุด เท่ากับ 29.08 ขณะที่โคลน KKj20-28 มีความสว่างน้อยที่สุด เท่ากับ 28.04 และอ้อยคั้นน้ำทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีความสว่างเฉลี่ย เท่ากับ 28.57 โดยพันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความสว่าง เท่ากับ 28.55 28.53 และ 28.65 ตามลำดับ สำหรับ ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอ้อยทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีค่าความเป็นสีเขียวเฉลี่ย เท่ากับ -0.21 โดยพันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความเป็นสีเขียว เท่ากับ -0.11 -0.42 และ -0.23 ตามลำดับ ขณะที่ ค่าความเป็นสีเหลืองเฉลี่ยเท่ากับ 1.02 โดยพันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 0.85 0.77 และ 0.87 ตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

**ค่า TSS (ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้)**

ประเมินค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของน้ำอ้อยคั้นน้ำพบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของอ้อยคั้นน้ำทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยโคลน KKj20-30 KKj20-32 และ KKj20-31 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้สูงที่สุด เท่ากับ 19.8 19.5 และ 19.3 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ขณะที่ พันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 15.5 องศาบริกซ์ ด้าน พันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 1 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 16.4 และ 17.3 อาศาบริกซ์ ตามลำดับ ทั้งนี้ อ้อยทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เฉลี่ย เท่ากับ 17.9 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2)

**ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)**

ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำอ้อยคั้นน้ำในระดับอุตสาหกรรม (Kimatua et al., 2015) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ภายในน้ำอ้อยที่เร่งกระบวนการหมัก (Suphamityotin, 2013) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า อ้อยคั้นน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอ้อยพันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 1 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 5.66 และ 5.64 ตามลำดับ ขณะที่ โคลน KKj20-28 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง น้อยที่สุด เท่ากับ 5.19 ด้านพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าเท่ากับ 5.30 และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีค่าเท่ากับ 5.37 ขณะที่ ค่าการนำไฟฟ้าบ่งชี้ถึงปริมาณของสารประกอบอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย เช่น ซัลเฟต ฟอสเฟต และแมกนีเซียม เป็นต้น (Watanabe et al., 2016) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอ้อยทั้ง 14 พันธุ์/โคลน มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 2.933 mS/cm โดยพันธุ์ กวก. ศรีสำโรง 1 กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 2.329 3.733 และ 2.096 mS/cm ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**การยอมรับทางประสาทสัมผัส**

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ โดยให้คะแนนแบบ Nine-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน โดยผู้ทดสอบเป็นเพศชาย 10 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 33.3 และเพศหญิง 20 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 66.7 อายุเฉลี่ยของผู้ทดสอบ เท่ากับ 42.8 ปี อยู่หว่าง 21-72 ปี จากการศึกษาพบว่า พันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้คะแนนการยอมรับในทุกลักษณะที่ดำเนินการศึกษาของผู้ทดสอบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยคะแนนการยอมรับเฉลี่ยต่อความชอบโดยรวม มีระดับคะแนนสูงสุด เท่ากับ 6.63 รองลงมาคือ รสชาติ กลิ่นรส สี และ ลักษณะปรากฏ ที่มีระดับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.51 6.25 6.16 และ 6.14 ตามลำดับ ซึ่งการยอมรับต่อทุกลักษณะที่ดำเนินการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่แล้ว โคลน KKj20-34 มีคะแนนสูงสุด ซึ่งมากกว่าหรือใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 หรือ กวก. สุพรรณบุรี 1 เช่น ลักษณะความชอบโดยรวม โคลน KKj20-34 มีคะแนนสูงสุด เท่ากับ 7.70

ขณะที่ พันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ พันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 50 กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. ศรีสำโรง 1 มีคะแนน เท่ากับ 7.63 7.50 และ 6.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

**สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์**

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและคะแนนการประเมินผลทางประสาทด้านลักษณะปรากฏและสีของน้ำอ้อยคั้นน้ำพบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่าความเป็นสีเขียว (-a*) ในระดับปานกลาง (-0.595*) แต่มีความสัมพันธ์ระดับสูงในทางเดียวกัน (0.815**) กับค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ขณะที่ ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับคะแนนลักษณะปรากฏและคะแนนสีในระดับค่อนข้างสูง เท่ากับ -0.689** และ -0.702** ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า คะแนนลักษณะปรากฏและคะแนนสีมีความสัมพันธ์ระดับสูงในทางเดียวกัน เท่ากับ 0.994* (ตารางที่ 4)

ด้านสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นน้ำพบว่า ทุกลักษณะที่ดำเนินการศึกษามีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยลักษณะปรากฏมีความพันธ์ในระดับสูงกับค่าสี ความชอบโดยรวม กลิ่นรส และรสชาติ เท่ากับ 0.994** 0.969** 0.930** และ 0.910** ตามลำดับ ด้านสีมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับค่าความชอบโดยรวม กลิ่นรส และรสชาติ เท่ากับ 0.951** 0.907** และ 0.889** ตามลำดับ ขณะที่กลิ่นรสมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับค่ารสชาติและความชอบโดยรวม เท่ากับ 0.959** และ 0.952** ตามลำดับ และรสชาติมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับค่าความชอบโดยรวม เท่ากับ 0.945** (ตารางที่ 5)

**วิจารณ์ผลการทดลอง**

น้ำอ้อยคั้นน้ำมีลักษณะทึบแสง มีสีน้ำตาลถึงสีเขียวเข้มซึ่งน้ำอ้อยจะมีสีที่แตกต่างกันจากองค์ประกอบของสารต่าง ๆ เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophylls) แอนโทไซยานิน (anthocyanins) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เมลาโนดิน (melanoidins) เมลานิน (melanins) และผลิตภัณฑ์จากการย่อยสลายฟรุคโตสที่เป็นด่างในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เป็นต้น (Honig, 2013; Prati et al., 2005) โดย Chinnasaen et al. (2022) รายงานว่า น้ำอ้อยคั้นน้ำพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 65.49 65.52 และ 65.53 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ ค่าความเป็นสีเขียว (-a*) และความเป็นสีน้ำเงิน (-b*) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ -2.795 -2.750 และ -2.795 ตามลำดับ และ -1.428 -1.415 และ -1.371 ตามลำดับ ขณะที่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำอ้อยส่วนใหญ่คือ ซูโครส (sucrose) ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 80 (Kumar et al., 2010; Watanabe et al., 2016) จึงทำให้น้ำอ้อยมีรสชาติหวาน ทั้งนี้ พันธุ์อ้อยคั้นน้ำของกรมวิชาการเกษตรได้แจ้งในฐานข้อมูลพรรณพืชและเชื้อพันธุกรรมพืชว่า อ้อยคั้นน้ำ พันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความหวาน เท่ากับ เท่ากับ 21.5 องศาบริกซ์ (Department of Agriculture

[DOA], 2022a) 19.1 องศาบริกซ์ (DOA, 2022b) และ 16.1 องศาบริกซ์ (DOA, 2022c) ตามลำดับ ขณะที่ Bdmdespachd et al. (2018) รายงานว่า พันธุ์อ้อยของประเทศบราซิลที่นำมาทดสอบคุณภาพน้ำอ้อยจำนวน 4 พันธุ์ มีความหวานระหว่าง 14.13 ถึง 18.60 องศาบริกซ์ การศึกษาในครั้งนี้พบว่า ทั้งอ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบต่างมีค่าความหวานที่แตกต่างกันนั้นอาจเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุกรรมและ/หรือแหล่งเพาะปลูก รวมถึงอายุการเก็บเกี่ยว (Arif et al., 2019) โดย Chinnasaen (2022) รายงานว่า อ้อยคั้นน้ำพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีความหวาน ประมาณ 22.0 และ 21.0 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าต่างมีความสำคัญต่อคุณภาพน้ำอ้อยคั้นน้ำ กล่าวคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณน้ำน้ำอ้อยในระดับอุตสาหกรรม (Kimatua et al., 2015) และหากอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยยาวนานขึ้นค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มลดลงจากอิทธิพลของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม Acetobacter และ Lactic acid bacteria ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนน้ำตาลกลูโครสเป็นกรดอะซิตริกและกรดแลคติกจากกระบวนการหมัก Bdmdespachd et al. (2018) รายงานว่า พันธุ์อ้อยของประเทศบราซิลที่นำมาทดสอบคุณภาพน้ำอ้อยจำนวน 4 พันธุ์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 5.09 ถึง 5.25 จึงแสดงให้เห็นว่าพันธุ์/โคลนอ้อยที่แตกต่างกันมีผลให้อ้อยมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างกัน ขณะที่ Chinnasaen et al. (2022) รายงานว่า อ้อยคั้นน้ำพันธุ์ กวก. สุพรรณบุรี 1 กวก. ศรีสำโรง 1 และ กวก. สุพรรณบุรี 50 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.47 5.51 และ 5.33 ตามลำดับ ด้านค่าการนำไฟฟ้าที่บ่งชี้ถึงอิออนอิสระที่อยู่ในน้ำอ้อยคั้นน้ำนั้นแต่ละพันธุ์/โคลนต่างมีค่าแตกต่างกันเช่นกัน Kumar et al. (2010) รายงานว่า อ้อยพันธุ์ CO-1148 มีค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 202 ถึง 210 $\mu$S/cm ทั้งนี้ Watanabe et al. (2016) รายงานว่า อิออนในน้ำอ้อยส่วนใหญ่คือ โพแทสเซียมอิออน ($K^+$) และคลอไรด์ ($Cl^-$) ซึ่งมีความสำคัญต่อระดับน้ำตาลซูโครสในน้ำอ้อย ด้านการประเมินผลทางประสาทสัมผัสต่อน้ำอ้อยคั้นน้ำพบว่า ความชอบโดยรวม สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ประกอบการตัดสินการคัดเลือกพันธุ์อ้อยคั้นน้ำ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chinnasaen et al. (2022) แต่สามารถตั้งข้อสังเกตได้ว่า อ้อยคั้นน้ำโคลนดีเด่นที่มีแนวโน้มที่จะถูกคัดเลือกต่างมีคะแนนในระดับสูงเกือบทุกลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

**สรุปผลการทดลอง**

จากเกณฑ์การประเมินที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ สามารถจัดลำดับโคลนอ้อยดีเด่นที่เหมาะสมสำหรับถูกคัดเลือกเพื่อเพาะปลูกทดสอบในขั้นการเปรียบเทียบมาตรฐาน ได้แก่ KKj20-34 KKj20-33 KKj20-36 KKj20-32 KKj20-2 KKj20-30 KKj20-29 KKj20-28 KKj20-35 KKj20-1 และ KKj20-31 ตามลำดับ นอกจากนี้ จากความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนความพึงพอใจต่อสีน้ำอ้อยคั้นน้ำมีค่าสูงเมื่อค่าความเป็นสีเขียวมีค่ามาก ด้านสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยต่างมีความสัมพันธ์ระหว่างกันและควร

ถูกนำมาใช้เป็นลักษณะในแบบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส อย่างไรก็ตาม ลักษณะของสีหรือลักษณะปรากฏของน้ำอ้อยคั้นน้ำสามารถนำมาใช้ทนแทนกันในการประเมินผลทางประสาทสัมผัสได้

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2565. คู่มือการปรับปรุงพันธุ์อ้อย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร. 71 หน้า.

Bdmdespachd, L. de Q., Solva, B.T.R. da, Guomarães, J.L., Dotchfoeld, C., and Petrus, R.R. 2018. Cultivar affects the color change kinetics of sugarcane juice. Food Science and Technology 38(Suppl. 1): 96-102.

Boonphirom, T. 2009. Study on the growth and yield of juice cane 2 varieties. Princess of Naradhiwas University Journal 1(2): 17-27. (in Thai)

Chinnasaen, T., Thinkum, P., Chanachai, S., Jungpol, P., Riabroy, K., Kirasak, K., Vanit, M., and Boonchim, T. 2021. Consumption Behavior of consumers in Chiang Mai Province on Juice Cane Juice. Field and Renewable Crops Research Institute (FCRI) Conference 2021. Field crops in the new era, NEW NORMAL style. 30 – 31 August 2021. Field and Renewable Crops Research Institute, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. (in Thai)

Chinnasaen, T., Thinkum, P., Chanachai, S., and Jungpol, P. 2022. A study on quality and sensory attributes of fresh sugarcane juice. Prawarun Agricultural Journal. 19(2): 150-158. (in Thai)

Chinnasaen, T., Thinkum, P., Chanachai, S., Jungpol, P., Vanit, M., and Riabroy, K. 2023. Consumption behaviors on sugarcane juice of consumers in Khon Kaen province. Khon Kaen Agriculture Journal Suppl. 1: 401-407. (in Thai)

Chunwijitra, K., Mikhama, K., and Borisudhi, Y. 2021. Fresh Sugar-cane juice: improving production processes for extend the shelf life of product of Hong Kit Jaroen Farm, Nonsila District Khon Kaen Province. Khon Kaen Agriculture Journal Suppl. 1: 975-981. (in Thai)

Department of Agriculture (DOA). 2022a. Juice Cane DOA Suphan Buri 1. The plant database and plant germplasm database. Available at:

http://202.139.197.174/RecFront/PlantDetail/457. Accessed: December 15, 2022 (in Thai)

Department of Agriculture (DOA). 2022b. Sri Samrong 1 juice cane variety. The plant database and plant germplasm database. Available at: http://doaplant.doa.go.th/RecFront/PlantDetail/429. Accessed: September 4, 2022. (in Thai)

Department of Agriculture (DOA). 2022c. Suphanburi 50 juice cane variety. The plant database and plant germplasm database. Available at: http://202.139.197.174/RecFront/PlantDetail/156. Accessed: September 4, 2022 (in Thai)

Hemaprabha, G., Natarajan, U.S. and Balasundaram N. 2003. Breeding behaviour for juice quality through selfing and progeny evaluation in hybrid clones and inbred derivatives of sugarcane (*Saccharum* sp.). Sugar Tech 5: 177–180.

Honig, P. 2013. Principles of Sugar Technology. Elsevier. Amsterdam.

Kimatua, B. M., Faraja, A. K., and Mahungu, S. M. 2015. Effect of incorporating alum in cane juice clarification efficiency and sucrose losses. International Journal of Food Studies 4: 61-77.

Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada: Research Branch, Canada Department of Agriculture.

Prati, P., Moretti, R.H., and Cardello, H.M.A.B. 2005. Elaboration of beverage composed by blends of clarified-stabilized sugar cane and juice's acid fruits. Food Science and Technology (Campinas) 25(1): 147-152.

Suphamityotin, P. 2013. Vegetable and Fruit Technology. Bangkok: Odeonstore. (in Thai)

Watanabe, K., Nakabaru, M., Taira, E., Ueno, M., and Kawamitsu, Y. 2016. Relationships between nutrients and sucrose concentrations in sugarcane juice and use of juice analysis for nutrient diagnosis in Japan. Plant Production Science. 19(2): 215–222.

Kumar, V., Sanyal, P., Upadhayay, R., Kumar, M., and Tripathi, M.R. 2010. Electrical Conductivity of Sugar Cane Juice. Global Journal of Science Frontier Research 10(4): 24-27.

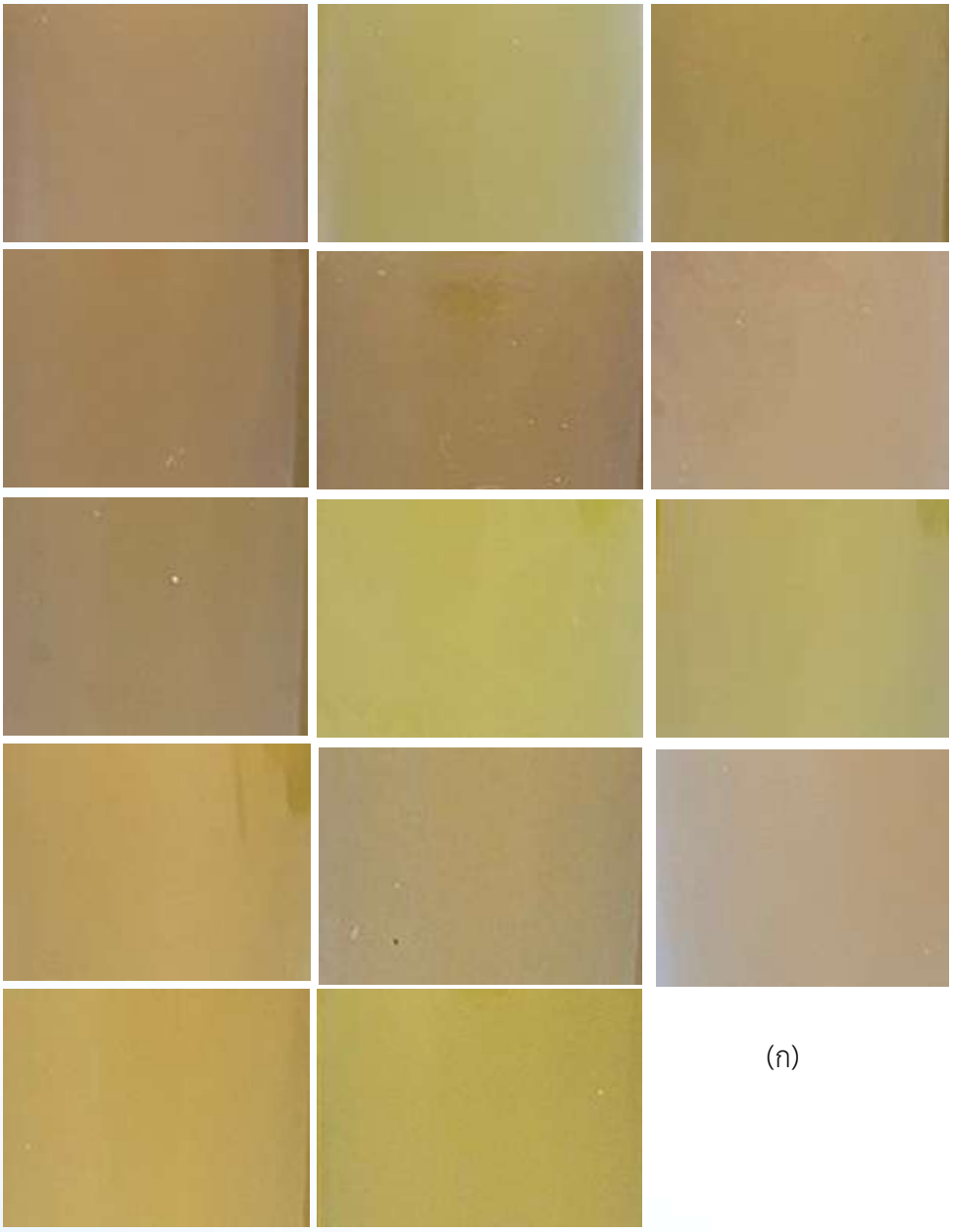
**ตารางที่ 1** ค่าสีน้ำอ้อยคั้นน้ำที่วัดด้วยเครื่อง colorimeter ตามระบบ Hunter Lab *L* a* b** หลังเก็บรักษาน้ำอ้อยนาน 1 วัน ที่อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2566

| ลำดับ | พันธุ์/โคลน | *L** | *a** | *b** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | KKj20-1 | 28.60 abc[1/] | -0.17 | 1.08 |
| 2 | KKj20-2 | 28.54 abc | -0.24 | 1.19 |
| 3 | KKj20-28 | 28.04 c | -0.13 | 0.75 |
| 4 | KKj20-29 | 28.37 abc | -0.06 | 0.78 |
| 5 | KKj20-30 | 28.28 abc | -0.12 | 1.01 |
| 6 | KKj20-31 | 28.59 abc | -0.06 | 1.10 |
| 7 | KKj20-32 | 28.13 bc | -0.14 | 0.78 |
| 8 | KKj20-33 | 28.90 ab | -0.37 | 1.30 |
| 9 | KKj20-34 | 29.08 a | -0.30 | 1.48 |
| 10 | KKj20-35 | 28.84 abc | -0.28 | 1.18 |
| 11 | KKj20-36 | 28.85 abc | -0.28 | 1.19 |
| 12 | DOA SR1 | 28.55 abc | -0.11 | 0.85 |
| 13 | DOA SP1 | 28.53 abc | -0.42 | 0.77 |
| 14 | DOA SP50 | 28.65 abc | -0.23 | 0.87 |
| | **ค่าเฉลี่ย** | **28.57** | **-0.21** | **1.02** |
| | **F-test** | ** | ns | ns |
| | **C.V. (%)** | **0.74** | **-52.95** | **21.48** |

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (ตัวพิมพ์เล็ก) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

*, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ด้วยวิธี DMRT ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ



(ก)

| | | |
|---|---|---|
| KKj20-1 | KKj20-2 | KKj20-28 |
| KKj20-29 | KKj20-30 | KKj20-31 |
| KKj20-32 | KKj20-33 | KKj20-34 |
| KKj20-35 | KKj20-36 | DOA SR1 |
| DOA SP1 | DOA SP50 | |

(ข)

หมายเหตุ สีน้ำอ้อยอาจมีความคาดเคลื่อนจากมุมกล้อง เงาสะท้อน หรือภาชนะบรรจุ

**ภาพที่ 1** สีน้ำอ้อยคั้นน้ำ (ก) และรหัสพันธุ์/โคลนอ้อย (ข)

**ตารางที่ 2** ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) (องศาบริกซ์) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) ของอ้อยคั้นน้ำ ที่อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน ณ แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2566

| ลำดับ | พันธุ์/โคลน | TSS (°Brix) | ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) | ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | KKj20-1 | 17.6 ab[1/] | 5.34 abc | 1.133 |
| 2 | KKj20-2 | 17.7 ab | 5.26 bc | 1.310 |
| 3 | KKj20-28 | 19.0 ab | 5.19 c | 2.196 |
| 4 | KKj20-29 | 18.2 ab | 5.36 abc | 1.761 |
| 5 | KKj20-30 | 19.8 a | 5.28 abc | 5.172 |
| 6 | KKj20-31 | 19.3 a | 5.30 abc | 3.401 |
| 7 | KKj20-32 | 19.5 a | 5.34 abc | 3.544 |
| 8 | KKj20-33 | 17.0 ab | 5.36 abc | 3.977 |
| 9 | KKj20-34 | 17.5 ab | 5.38 abc | 4.419 |
| 10 | KKj20-35 | 17.0 ab | 5.38 abc | 3.434 |
| 11 | KKj20-36 | 19.4 a | 5.35 abc | 2.556 |
| 12 | DOA SR1 | 16.4 ab | 5.66 a | 2.329 |
| 13 | DOA SP1 | 17.3 ab | 5.64 ab | 3.733 |
| 14 | DOA SP50 | 15.5 b | 5.30 abc | 2.096 |
| **ค่าเฉลี่ย** | | **17.9** | **5.37** | **2.933** |
| **F-test** | | ** | * | ns |
| **C.V. (%)** | | **5.09** | **1.84** | **52.70** |

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (ตัวพิมพ์เล็ก) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

*, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ด้วยวิธี DMRT ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

**ตารางที่ 3** การประเมินผลทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) หลังเก็บรักษาน้ำอ้อยนาน 1 วัน ของอ้อยคั้นน้ำ ที่อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน ณ แปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2566

ผู้ทดสอบ 30 ราย (n=30)

| ลำดับ | พันธุ์/โคลนอ้อย | ลักษณะปรากฏ | | S.D. | สี | | S.D. | กลิ่นรส | | S.D. | รสชาติ | | S.D. | ความชอบโดยรวม | | S.D. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KKj20-1 | 4.17 gh[1/] | ± | 1.70 | 4.10 fg | ± | 1.71 | 5.60 de | ± | 1.57 | 5.73 ef | ± | 1.55 | 5.70 de | ± | 1.56 |
| 2 | KKj20-2 | 6.17 cde | ± | 1.70 | 6.60 bc | ± | 1.45 | 5.73 cde | ± | 1.66 | 5.97 def | ± | 1.69 | 6.17 cd | ± | 1.44 |
| 3 | KKj20-28 | 5.43 ef | ± | 1.48 | 5.40 de | ± | 1.63 | 5.63 de | ± | 1.10 | 5.93 def | ± | 1.23 | 6.20 cd | ± | 1.13 |
| 4 | KKj20-29 | 5.57 def | ± | 1.30 | 5.50 cde | ± | 1.43 | 5.60 de | ± | 1.07 | 6.33 b-f | ± | 1.27 | 6.47 cd | ± | 1.01 |
| 5 | KKj20-30 | 5.87 c-f | ± | 1.43 | 5.93 cde | ± | 1.64 | 5.93 cd | ± | 0.98 | 6.37 b-f | ± | 1.38 | 6.63 bcd | ± | 1.25 |
| 6 | KKj20-31 | 3.57 h | ± | 1.52 | 3.57 g | ± | 1.85 | 4.87 e | ± | 1.57 | 5.37 f | ± | 1.71 | 5.00 e | ± | 1.44 |
| 7 | KKj20-32 | 6.67 bc | ± | 1.21 | 6.50 cd | ± | 1.70 | 6.70 abc | ± | 1.09 | 6.70 a-e | ± | 1.56 | 6.90 abc | ± | 1.16 |
| 8 | KKj20-33 | 8.03 a | ± | 0.93 | 7.97 a | ± | 1.45 | 7.00 ab | ± | 1.58 | 7.00 a-d | ± | 1.55 | 7.57 ab | ± | 1.22 |
| 9 | KKj20-34 | 7.77 a | ± | 1.19 | 8.00 a | ± | 1.23 | 7.23 a | ± | 1.36 | 7.43 ab | ± | 1.43 | 7.70 a | ± | 1.42 |
| 10 | KKj20-35 | 5.03 fg | ± | 1.63 | 5.03 ef | ± | 1.96 | 6.03 bcd | ± | 1.19 | 6.17 c-f | ± | 1.49 | 6.30 cd | ± | 1.42 |
| 11 | KKj20-36 | 6.57 bcd | ± | 1.33 | 6.50 cd | ± | 1.33 | 6.77 abc | ± | 1.07 | 7.27 abc | ± | 1.17 | 6.87 abc | ± | 1.31 |
| 12 | DOA SR1 | 5.67 c-f | ± | 1.63 | 5.70 cde | ± | 1.70 | 6.07 bcd | ± | 1.44 | 6.17 c-f | ± | 1.64 | 6.20 cd | ± | 1.27 |
| 13 | DOA SP1 | 7.63 ab | ± | 1.10 | 7.67 ab | ± | 0.96 | 7.20 a | ± | 1.13 | 7.53 a | ± | 0.90 | 7.50 ab | ± | 0.97 |
| 14 | DOA SP50 | 7.87 a | ± | 1.07 | 7.73 ab | ± | 1.53 | 7.17 a | ± | 1.37 | 7.23 abc | ± | 1.59 | 7.63 ab | ± | 1.22 |
| **ค่าเฉลี่ย** | | **6.14** | **±** | **1.37** | **6.16** | **±** | **1.54** | **6.25** | **±** | **1.30** | **6.51** | **±** | **1.44** | **6.63** | **±** | **1.27** |
| **F-test** | | ** | | | ** | | | ** | | | ** | | | ** | | |
| **C.V. (%)** | | **19.98** | | | **21.41** | | | **19.35** | | | **20.19** | | | **17.41** | | |

[1/]ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (ตัวพิมพ์เล็ก) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ด้วยวิธี DMRT ตามลำดับ , ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

**ตารางที่ 4** สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏและสีของน้ำอ้อยคั้นน้ำ ที่อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2566

| ลักษณะ | *L** | *-a** | *b** | ลักษณะปรากฏ | สี |
|---|---|---|---|---|---|
| *L** | 1 | | | | |
| *-a** | -0.595*[1/] | 1 | | | |
| *b** | 0.815** | -0.407ns | 1 | | |
| **ลักษณะปรากฏ** | 0.300ns | -0.689** | 0.123ns | 1 | |
| **สี** | 0.323ns | -0.702** | 0.174ns | 0.994** | 1 |

[1/]*สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (การทดสอบสองทาง) **สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (การทดสอบสองทาง)

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

**ตารางที่ 5** สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของน้ำอ้อยคั้นน้ำที่อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2566

| ลักษณะ | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่นรส | รสชาติ | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|---|
| **ลักษณะปรากฏ** | 1 | | | | |
| **สี** | 0.994**[1/] | 1 | | | |
| **กลิ่นรส** | 0.930** | 0.907** | 1 | | |
| **รสชาติ** | 0.910** | 0.889** | 0.959** | 1 | |
| **ความชอบโดยรวม** | 0.969** | 0.951** | 0.952** | 0.945** | 1 |

[1/]*สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (การทดสอบสองทาง) **สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (การทดสอบสองทาง)

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

# การประเมินผลผลิตสายพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ลูกผสม

# Yield Evaluate of Suitable in Forage-cane Clones

มณฑิกานธิ์ สังข์น้อย[1/] อัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ [2/] แสงเดือน ชนะชัย[2/]
อลิสา พรหมเจริญ[1/] สรายุทธ ช่วงพิมพ์[1/]
Monthikarn Sungnoi[1/] Amarawan Tippayawat[2/] Sangduan Chanachai[2/]
Alisa Promcharoen[1/] Sarayuth Chuangpim[1/]

## ABSTRACT

This project aims to determine efficiency of high yield hybrid canes for use as Forage cane for growing as animal feed crops in the southern region in the rainfed area Breeding steps include: preliminary trial and standard trials were done during 2022-2023 at Songkhla Field Crops Research Center. Inter specific crossing between sugarcane and *S. spontaneum* was conducted in 2002, get the F1 hybrids at Khon Kaen Field Crops Research Center

Preliminary trial at Songkhla Field Crops Research Research and Development Center. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 2 replications using forage cane 17 varieties/ clones. There are 15 and control varieties (Biotec 1) Eight clones F03-362 F03-299 KK13-584 KK09-1426 KK06-905 KK10-159 KK08-189 and KK05-576 which gave hight yield good agronomic characteristics. They gave planted forage cane and ratoon1 at 7.23-12.97 ton/rai$^{-1}$/harvest

These Standard Yield Trial were evaluated in a Preliminary Trial of Forage cane production The experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications using forage cane 10 varieties/ clones. There are 10 clones and control varieties (Biotec 1) Two clones F03-299 (88-2-401 and ThS41-178,ThS41-264) and F03-362 (88-2-401 and ThS98-178,ThS98-264) which gave hight yield good agronomic characteristics. They gave average fresh biomass yield planted forage cane ratoon1 ratoon2 and at 10.58 and 9.87 ton/rai$^{-1}$/harvest and total production (planted forage cane ratoon1 ratoon2) 31.74 and 29.59 ton/rai$^{-1}$/year

**Keywords:** forage cane, forage cane yield, Preliminary Trial, Standard Yield Trial

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110
Songkhla Field Crops Research Center, Hat Yai District Song Khla Province 90110
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ. เมืองขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40000
Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang District, Khon Kaen Province 4000

**บทคัดย่อ**

ดำเนินการประเมินผลผลิตสายพันธุ์อ้อยลูกผสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงเหมาะสมสำหรับปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ภาคใต้ ในเขตอาศัยน้ำฝน มีขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ได้แก่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น และการเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ ในปี 2565-2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา โคลนพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นอ้อยลูกผสมระหว่างอ้อยการค้ากับพง ในปี 2545 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จากนั้นทำการประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์

การเปรียบเทียบเบื้องต้น วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 ซ้ำ 17 พันธุ์/โคลน และพันธุ์ตรวจสอบ พันธุ์ไบโอเทค 1 ผลการทดลองสามารถคัดเลือกอ้อยอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง จำนวน 8 โคลนพันธุ์ ได้แก่ F03-362 F03-299 KK13-584 KK09-1426 KK06-905 KK10-159 KK08-189 และ KK05-576 ซึ่งให้ผลผลิตของอ้อยปลูก และตอ1 เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.23-12.97ตัน/ไร่/รอบการตัด

การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ 10 พันธุ์/โคลน และพันธุ์ตรวจสอบ ได้แก่ พันธุ์ไบโอเทค 1 พบว่าสามารถคัดเลือกอ้อยอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง จำนวน 2 โคลน ได้แก่ F03-299 (พันธุ์แม่ 88-2-401 และพันธุ์พ่อ ThS41-178,ThS41-264) และ F03-362 (พันธุ์แม่ 88-2-401 และพันธุ์พ่อ ThS98-178,ThS98-264) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก ตอ1 และตอ2 เท่ากับ 10.58 และ 9.87 ตัน/ไร่/รอบการตัด ตามลำดับ และผลผลิตรวม (อ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2) เท่ากับ 31.74 และ 29.59 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ

**คำหลัก:** อ้อยอาหารสัตว์ ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน

**บทนำ**

โครงการปรับปรุงพันธุ์อ้อยของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น มีการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อ-แม่ทั้งที่เป็นอ้อยปลูกด้วยกันและระหว่างอ้อยปลูกกับอ้อยป่าทำให้ได้ลูกอ้อยที่มีลักษณะกระจายตัวออกไปแตกต่างกันมากมาย สามารถจัดได้เป็น 3 กลุ่มคือ 1. กลุ่มที่ให้ผลผลิตและความหวานสูง (อ้อยโรงงาน) 2. กลุ่มที่ให้ผลผลิตชีวมวลสูงความหวานต่ำกว่ากลุ่มแรก (อ้อยพลังงาน) ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างอ้อยน้ำตาลกับพงศ์ (*Saccharum spontaneum*) 3. กลุ่มให้ผลผลิตชีวมวลสูง (ทรงยศ และธนพล, 2562)

การผสมระหว่างอ้อยการค้ากับพง ในปี 2545 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 ให้ผลผลิตอ้อยและชานอ้อยสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 แต่ให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำกว่าพันธุ์ขอนแก่น 3 มีลำขนาดเล็ก (น้อยกว่า 2 เซนติเมตร) ใน ปี 2551 มีลูกผสมผ่านการคัดเลือกและนำเข้าประเมินผลผลิตขั้นการเปรียบเทียบมาตรฐาน 8 โคลนพันธุ์ ได้แก่ F03-4-245 F03-4-299 F03-4-331 F03-4-336 F03-4-338 F03-4-347 F03-4-388 F03-4-381 ผลผลิตอ้อยของลูกผสมชั่วที่ 1 และอ้อยพันธุ์เปรียบเทียบ (ขอนแก่น 3 และ เค88-92) ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ในอ้อยตอ2 ให้ผลผลิตอ้อยมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ โคลนพันธุ์ F03-388 และ F03-299 ให้ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยปลูก ตอ1 และตอ2 สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลผลิตชานอ้อย ชีวมวล เปอร์เซ็นต์เยื่อใย และจำนวนลำเก็บเกี่ยวสูงกว่าอ้อยพันธุ์เปรียบเทียบ ในสภาพการปลูกที่มีการให้น้ำ และอาศัยน้ำฝน โคลนพันธุ์ F03-362 ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ซึ่งเป็นลูกผสมที่ได้ลักษณะเด่นของพง เจริญเติบโตเร็ว แข็งแรง ไว้ตอได้ดี เนื่องจากมีเหง้า (rhizome) อยู่ใต้ดิน ทนได้ทั้งสภาพแห้งแล้งและน้ำท่วมขัง เปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูง ส่วนลักษณะด้อยคือ มีค่าความหวานต่ำ และลำมีขนาดเล็ก (วีระพล และคณะ, 2557; Ponragdee, *et al.,* 2013)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการประเมินผลผลิตสายพันธุ์อ้อยลูกผสม เปรียบเทียบกับพันธุ์ไบโอเทค 1 (พันธุ์ตรวจสอบ) เป็นลูกผสมของพันธุ์แม่ ชัยนาท1 กับพันธุ์พ่ออ้อยป่า (*S. spontaneum*) ให้ผลผลิต 14 -16 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์จากความร่วมมือระหว่างสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กรมวิชาการเกษตร, 2563) เพื่อให้ได้อ้อยอาหารสัตว์ (forage cane) ที่เจริญเติบโตรวดเร็วให้ผลผลิตชีวมวลสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทุก 4 เดือน ใช้เป็นพืชอาหารหยาบทางเลือกหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตโคเนื้อและโคนม เพื่อมุ่งหวังให้เป็นอาหารสัตว์โดยเฉพาะโดยพิจารณาจากลักษณะปริมาณผลผลิต คุณค่าทางโภชนะ การแตกกอ และความสะดวกในการเก็บเกี่ยว แต่วิธีการปลูกและการจัดการยังเหมือนกับอ้อยปลูกทั่วไป (โฆษิตและคณะ, 2555) โดยศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลาได้นำโคลนอ้อยจากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นนำเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินพันธุ์ขั้นการเปรียบเทียบเบื้องต้น และการเปรียบเทียบมาตรฐาน ในปี 2565-2566 คัดเลือกโคลนพันธุ์ที่มีศักยภาพเหมาะจะใช้เป็นอาหารสัตว์และเหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ภาคใต้ เขตอาศัยน้ำฝน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. โคลนพันธุ์อ้อย จำนวน 17 โคลนพันธุ์ ได้แก่ KK05-556 KK05-576 KK06-895 KK06-897 KK06-905 KK08-189 KK08-195 KK08-202 KK10-159 KK09-1426 KK13-574 KK13-575 KK13-577 KK13-584 F03-362 F03-299 KKj16-0001 และพันธุ์ตรวจสอบ ได้แก่ พันธุ์ไบโอเทค 1
2. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล เช่น ไม้วัดความสูง เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องวัดความหวาน Hand Refractometer และตาชั่ง
3. สารเคมีกำจัดวัชพืช และศัตรูพืช
4. ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 และ 15-15-15

**วิธีการ**

**1. เปรียบเทียบเบื้องต้น** ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึง พฤษภาคม 2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา จำนวน 1 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 ซ้ำ โคลนที่นำมาทดสอบประกอบด้วยอ้อย 16 โคลนพันธุ์ ได้แก่ KK05-556 KK05-576 KK06-895 KK06-897 KK06-905 KK08-189 KK08-195 KK08-202 KK10-159 KK09-1426 KK13-574 KK13-575 KK13-577 KK13-584 F03-362 F03-299 และพันธุ์ตรวจสอบ ได้แก่ พันธุ์ไบโอเทค 1 ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาวแถวละ 8.0 เมตร ระยะปลูก 1.3×0.4 เมตร วางลำคู่ หลุมละ 2 ท่อนๆ ละ 3 ตา แปลงย่อยขนาด 4.0×8.0 เมตร ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินร่วมใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ พร้อมปลูก และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 20 กก./ไร่ โดยโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังงอก (ใส่ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน) ในสภาพดินมีความชื้นเหมาะสม และให้น้ำแบบสปริงเกอร์ ระยะแรกปลูก สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง เพื่อให้อ้อยสามารถตั้งตัวได้ หลังจากนั้นอาศัยน้ำฝน เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูก โดยเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในอ้อยปลูกและอ้อยตอ เมื่ออ้อยมีอายุครบทุกๆ 4 เดือน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทำการตัดแต่งตออ้อย พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ใส่เป็นแถวข้างร่องและใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ โดยโรยข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน

**2. การเปรียบเทียบมาตรฐาน** ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2566 ถึง ตุลาคม 2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา จำนวน 1 แปลง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โคลนที่นำมาทดสอบประกอบด้วยอ้อย 9 โคลนพันธุ์ ได้แก่ F03-362 KK13-584 KK06-905 KK10-159 KK08-189 KK09-1426 KKj16-0001 KK05-576 F03-299 และพันธุ์ตรวจสอบ ได้แก่ พันธุ์ไบโอเทค 1 ปลูกอ้อยโคลน/พันธุ์ละ 4 แถวๆ ยาวแถวละ 8.0 เมตร ระยะปลูก 1.3×0.4 เมตร วางลำคู่ หลุมละ 2 ท่อนๆ ละ 3 ตา แปลงย่อยขนาด 4.0×8.0 เมตร วิธีการดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเบื้องต้น

การบันทึกข้อมูล ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์สด (FYLD; ตัดอ้อยชิดดินในพื้นที่เก็บเกี่ยว) จำนวนลำต้น (STKNO; นับจำนวนต้นทั้งหมดในพื้นที่เก็บเกี่ยวแล้วชั่งน้ำหนัก) ความสูงต้น (STKHT; วัดจากผิวดินถึงตำแหน่งคอใบสุดท้าย จำนวน 10 ต้น) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (STKDIA; วัดกึ่งกลางลำต้นอ้อยที่สุ่ม จำนวน 10 ต้น) น้ำหนักลำ จำนวนปล้อง (INTNO; นับจำนวนปล้องทั้งหมดที่ตัดชิดผิวดินจนถึงคอใบสูงสุด) จำนวนใบ (LFNO; นับจำนวนใบอ้อยที่มีสีเขียวมากกว่าร้อยละ 50 จนถึงคอใบสูงสุด) และค่าความหวาน (BRIX; ค่าบริกซ์) ด้วยเครื่องวัดความหวาน วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Analysis of variance และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

การเปรียบเทียบเบื้องต้นพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ จำนวน 17 พันธุ์/โคลน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 2 ครั้ง อ้อยปลูกที่อายุ 4 เดือน (19 ก.พ. 2565) และเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยตอ 1 (19 มิ.ย. 2565) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

อ้อยปลูก F03-362 ให้ผลผลิตสูงที่สุด 11.46 ตัน/ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ไบโอเทค 1 และ F03-299 ให้ผลผลิต 3.11 และ 9.92 ตัน/ไร่ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของความสูง F03-362 (150.50 เซนติเมตร) จำนวนลำ (31,500 ลำ/ไร่) เส้นผ่านศูนย์กลาง (19.15 มิลลิเมตร) จำนวนปล้อง/ต้น (8.65 ) จำนวนใบ/ต้น (9.70) และความหวาน 10 องศาบริกซ์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ F03-299 ซึ่งมีการเจริญเติบโตด้านความสูง (130.60 เซนติเมตร) จำนวนลำ (28,500 ลำ/ไร่) เส้นผ่านศูนย์กลาง (17.45 มิลลิเมตร) จำนวนปล้อง/ต้น (6.70) และจำนวนใบ/ต้น (8.70) และความหวาน 9 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1)

อ้อยตอ1 F03-299 ให้ผลผลิตสูงที่สุด 16.02 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ KK13-584 และ F03-362 ให้ผลผลิต 15.24 และ 14.36 ตัน/ไร่ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ไบโอเทค 1 ให้ผลผลิต 10.18 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 2) ส่วนการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนะของอ้อยอาหารสัตว์ F03-362 ทั้งต้น ค่าเฉลี่ยโปรตีน, ไขมัน และเยื่อใย มีค่าเท่ากับ 5.95 1.39 และ 32.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน F03-299 มีค่าเท่ากับ 5.48 2.40 และ 32.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ พบว่า F03-299 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต (อ้อยปลูก และอ้อยตอ 1) สูงสุด 12.97 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ F03-362 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต 12.91 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไบโอเทค 1 เท่ากับ 6.64 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3)

การเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ จำนวน 10 พันธุ์/โคลน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวน 3 ครั้ง อ้อยปลูกที่อายุ 4 เดือน (17 มิ.ย. 2566) และเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยตอ 1 (17 ต.ค. 2566) อ้อยตอ 2 (17 ก.พ. 2567) ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

อ้อยปลูก ผลการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ พบว่า F03-362 และ F03-299 ซึ่งให้ผลผลิตของ 7.96 และ 10.74 ตัน/ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ไบโอเทค1 ให้ผลผลิต 7.45 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาความสูงของ F03-362 (154.43 เซนติเมตร) จำนวนลำ (21,633 ลำ/ไร่) เส้นผ่านศูนย์กลาง (17.86 มิลลิเมตร) จำนวนปล้อง/ต้น (5.30) จำนวนใบ/ต้น (10.33) และความหวาน 6.5 องศาบริกซ์ ส่วนของ F03-299 (161.76 เซนติเมตร) จำนวนลำ (30,033 ลำ/ไร่) เส้นผ่านศูนย์กลาง (16.56 มิลลิเมตร) จำนวนปล้อง/ต้น (4.86) จำนวนใบ/ต้น (11.33) และความหวาน 6.5 องศาบริกซ์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ พันธุ์ไบโอเทค1 ซึ่งมีการเจริญเติบโตด้านความสูง (145.76 เซนติเมตร) จำนวนลำ (21,700 ลำ/ไร่) เส้นผ่านศูนย์กลาง (16.00 มิลลิเมตร) จำนวนปล้อง/ต้น (3.86) และจำนวนใบ/ต้น (8.66) และความหวาน 6.50 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4)

ผลการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ (ตอ1) พบว่า F03-299 KK10-159 KK09-1426 F03-362 และ KK08-189 ซึ่งให้ผลผลิตอ้อยตอ1 อยู่ระหว่าง 13.96-9.11 ตัน/ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับพันธุ์ไบโอเทค1 ซึ่งให้ผลผลิต เท่ากับ 8.84 ตัน/ไร่ เมื่อพิจารณาในส่วนของจำนวนลำต่อไร่ พบว่า KK06-905 และ KK09-1426 มีจำนวน 32,866 และ 31,700 ลำ/ไร่ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ไบโอเทค 1 และโคลน F03-299 มีจำนวน 23,600 และ 29,900 ลำ/ไร่ (ตารางที่ 5) โคลน F03-299 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุด 10.58 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ โคลน F03-362 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต 9.87 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไบโอเทค1 เท่ากับ 7.32 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 6)

จากการทดลองนี้สามารถคัดเลือกอ้อยอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง จำนวน 2 โคลน คือ F03-299 ให้ผลผลิตรวมทั้งปีสูงที่สุด 31.74 ตัน/ไร่/ปี รองลงมา F03-362 ให้ผลผลิต 29.59 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ไบโอเทค1 ให้ผลผลิต 21.97 ตัน/ไร่/ปี สมควรนำเข้าเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรเพื่อยืนยันผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรต่อไป ผลการประเมินคุณค่าทางอาหารของอ้อยอาหารสัตว์ พบว่า F03-299 มีโปรตีนระหว่าง 5.48-6.87 เปอร์เซ็นต์ ส่วน F03-362 มีโปรตีนระหว่าง 4.14-5.95 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง ซึ่งกลุ่มนี้จะมีโปรตีนประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ โคลนที่มีค่าเยื่อใยต่ำกว่าโคลน F03-299 (32.19-34.08%) คือ F03-362 (32.23-33.34%) และ KK10-159 (29.74-33.39%) ปริมาณผนังเซลล์ส่วนที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) ซึ่งประกอบไปด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และสารอนินทรีย์ พบว่า โคลน F03-362 มีค่า NDF เท่ากับ 70.74 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคลน F03-299 มีค่า NDF เท่ากับ 73.10 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณผนังเซลล์ส่วนที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) ซึ่งประกอบไปด้วยเซลลูโลส ลิกนิน และสารอนินทรีย์ พบว่า โคลน F03-362 มีค่า ADF เท่ากับ 45.52 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าโคลน F03-299 มีค่า ADF เท่ากับ 46.09 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าลิกนิน (ADL) สูงกว่าโคลน F03-299 (ตารางที่ 6 และ 7) โดยค่าเยื่อใย NDF ที่สูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (เมธา และฉลอง, 2533)

## สรุปผลการทดลอง

การเปรียบเทียบเบื้องต้น ผลผลิตรวม (อ้อยปลูก และตอ 1) ของ F03-299 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 25.94 ตัน/ไร่/8 เดือน รองลงมาคือ F03-362 เท่ากับ 25.82 ตัน/ไร่/8 เดือน

การเปรียบเทียบมาตรฐาน ผลผลิตรวม (อ้อยปลูก ตอ 1 และตอ 2) ของ F03-299 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 31.74 ตัน/ไร่/ปี รองลงมาคือ F03-362 เท่ากับ 29.59 ตัน/ไร่/ปี

อ้อย 2 โคลนพันธุ์ให้ความโดดเด่นด้านผลผลิตสูง คือ F03-362 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 9.87-12.91 ต่อรอบการตัด และ F03-299 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 10.58-12.97 ต่อรอบการตัด อ้อยดีเด่นทั้ง 2 โคลนอยู่ในชั้นเปรียบเทียบมาตรฐานสมควรนำเข้าเปรียบเทียบในไร่เกษตรกรเพื่อยืนยันผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรต่อไป

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) คณะผู้ดำเนินการขอขอบคุณ คุณอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์ ให้การอนุเคราะห์โคลนอ้อยในการดำเนินการทดลอง

## เอกสารอ้างอิง


กรมวิชาการเกษตร. 2563. เอกสารวิชาการคู่มือการปรับปรุงพันธุ์อ้อย. 1-71.

โฆสิต บุญเอก กิตติมา รักโสภา ชบา ทองไผ่ใหญ่ ยุทธพงษ์ตันทอง กัญญาวีร์ ฤทธิ์ชารี และ ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2555. การประเมินศักยภาพผลผลิตของพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์. แก่นเกษตร. 40 (ฉบับพิเศษ 3): 68-73.

ทรงยศ โชติชุติมา และธนพล ไชยแสน. 2562. การประเมินสายพันธุ์อ้อยพลังงานลูกผสม (*Saccharum officinarum* x *S. spontaneum*) เพื่อการผลิตอ้อยพลังงานในพื้นที่ดินอุดมสมบูรณ์ต่ำสำหรับ ใช้เป็นพืชพลังงานในพื้นที่ภาคกลาง. สืบค้นออนไลน์ : 8 กรกฎาคม 2567. https://elibrary.tsri.or.th/fullP/RDG61T0073/RDG61T0073V06/RDG61T0073V06_full.pdf

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. 2533. เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 142 หน้า.

วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย และอัมราวรรณ ทิพยวัฒน์. 2557. เชื้อพันธุกรรมพง (*Saccharum spontaneum*) ในประเทศไทยและการใช้ประโยชน์ในงานปรับปรุงพันธุ์อ้อย. หน้า 53-66. ใน :รายงานเรื่องเต็มการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ประจำปี 2557. 13-15 ส.ค. 2557 กาญจนบุรี.

Ponragdee, W. S. Ohara, T. Sansayawichai, Y. Terajima, S. Tagane, A. Tippayawat, S. Ando, Y. Tarumoto and A. Sugimoto. 2013. New type of high yielding sugarcane with lower sugar and higher fibre content suitable for stable co-production of sugar and ethanol in northeast Thailand. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 28: 1-12.

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยอาหารสัตว์ (อ้อยปลูก) จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น อายุ 120 วัน (19 ต.ค. 2564-19 ก.พ. 2565) ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | ลักษณะทางการเกษตร[1/] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความสูง (ซม.) | จำนวนลำต่อไร่ (ลำ) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มม.) | จำนวนปล้อง (ปล้อง/ต้น.) | จำนวนใบ (ใบ/ต้น) | ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ (ตัน/ไร่) | ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) |
| KK05-556 | 69.52 p | 9,000 p | 22.53 b | 3.66 n | 8.40 l | 2.59 p | 11.00 g |
| KK05-576 | 87.10 m | 8500 q | 18.50 g | 5.40 h | 10.40 f | 3.93 k | 11.50 f |
| KK06-895 | 107.00 g | 13,950 i | 20.10 d | 6.25 d | 10.15 g | 4.63 f | 11.50 f |
| KK06-897 | 103.75 h | 12,550 l | 18.75 f | 6.50 c | 11.85 b | 3.00 n | 11.50 f |
| KK06-905 | 92.31 k | 25,700 e | 15.55 n | 4.90 j | 8.75 j | 5.87 e | 10.50 h |
| KK08-189 | 83.00 n | 26,100 d | 15.55 o | 4.65 k | 9.05 i | 4.54 g | 14.50 b |
| KK08-195 | 87.60 l | 12,250 m | 16.00 m | 5.05 i | 7.70 o | 2.64 o | 12.00 e |
| KK08-202 | 68.65 q | 10,600 n | 17.25 k | 3.85 m | 7.75 n | 1.95 g | 12.00 e |
| KK10-159 | 109.20 f | 19,450 h | 17.50 i | 6.70 b | 7.75 n | 4.13 j | 13.50 c |
| KK09-1426 | 125.00 c | 28,600 b | 16.10 l | 5.85 f | 11.35 c | 6.12 d | 10.00 i |
| KK13-574 | 94.33 i | 10,450 o | 17.60 h | 6.15 e | 12.16 a | 4.32 i | 16.00 a |
| KK13-575 | 73.50 o | 13,200 k | 24.05 a | 5.65 g | 8.30 m | 3.85 l | 13.00 d |
| KK13-577 | 111.10 e | 13,850 j | 20.55 c | 6.50 c | 11.30 d | 4.63 h | 11.5 f |
| KK13-584 | 120.95 d | 22,950 f | 14.60 p | 6.25 d | 10.55 e | 6.17 c | 13.00 d |
| F03-362 | 150.50 a | 31,500 a | 19.15 e | 8.65 a | 9.70 h | 11.46 a | 10.00 i |
| F03-299 | 130.60 b | 28,500 c | 17.45 j | 6.70 b | 8.70 k | 9.92 b | 9.00 k |
| Biotec 1 | 93.15 j | 20,650 g | 14.20 q | 4.45 l | 7.50 p | 3.11 m | 9.50 j |
| **เฉลี่ย** | **100.42** | **18,105.88** | **17.94** | **5.71** | **9.49** | **14.43** | **11.76** |
| **C.V. (%)** | **9.16** | **16.89** | **4.01** | **9.90** | **7.42** | **4.86** | **11.05** |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยอาหารสัตว์ (อ้อยตอ1) จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น อายุ 120 วัน (19 มี.ค. 2565-19 มิ.ย. 2565) ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | ลักษณะทางการเกษตร[1/] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความสูง (ซม.) | จำนวนลำต่อไร่(ลำ) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มม.) | จำนวนปล้อง (ปล้อง/ต้น.) | จำนวนใบ (ใบ/ต้น) | ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ (ตัน/ไร่) | ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) |
| KK05-556 | 144.30 n | 11,300 q | 22.00 b | 8.90 f | 11.85 f | 5.75 o | 12.50 b |
| KK05-576 | 168.00 g | 26,300 i | 19.50 c | 10.30 c | 12.65 b | 10.52 h | 11.50 c |
| KK06-895 | 152.50 m | 19,050 m | 19.50 c | 8.50 g | 10.75 i | 8.40 k | 11.00 d |
| KK06-897 | 169.50 f | 24,900 j | 16.75 h | 9.00 e | 12.10 d | 9.17 j | 7.00 l |
| KK06-905 | 161.00 j | 45,050 a | 13.50 n | 7.70 j | 8.90 n | 13.37 f | 8.50i |
| KK08-189 | 159.50 k | 33,850 d | 17.25 f | 7.80 h | 10.75 i | 12.70 g | 10.50 e |
| KK08-195 | 158.00 l | 20,700 l | 19.00 d | 7.75 i | 10.20 j | 7.12 m | 10.00 f |
| KK08-202 | 119.50 p | 20,800 k | 16.50 i | 6.85 l | 9.25 l | 5.16 q | 12.50 b |
| KK10-159 | 203.50 c | 29,050 h | 18.00 e | 9.50 d | 11.50 g | 14.07 d | 9.50 g |
| KK09-1426 | 211.00 a | 37,500 b | 14.50 l | 10.50 b | 12.50 c | 13.75 e | 8.00 j |
| KK13-574 | 139.00 o | 15,400 o | 17.00 g | 9.00 e | 13.50 a | 5.45 p | 14.00 a |
| KK13-575 | 118.50 q | 13,000 p | 23.00 a | 8.50 g | 10.00 k | 6.57 n | 12.50 b |
| KK13-577 | 166.00 h | 18,700 n | 16.00 j | 9.00 e | 10.00 k | 7.68 l | 11.50 c |
| KK13-584 | 202.00 d | 32,500 e | 14.00 m | 8.50 g | 11.00 h | 15.24 b | 9.00 h |
| F03-363 | 206.00 b | 30,000 f | 15.50 k | 11.50 a | 12.00 e | 14.36 c | 10.00 f |
| F03-299 | 200.50 e | 35,150 c | 16.00 j | 10.50 b | 12.00 e | 16.02 a | 7.50 k |
| Biotec1 | 163.00 i | 29,950 g | 11.50 o | 7.00 k | 9.00 m | 10.18 i | 7.00 l |
| **เฉลี่ย** | **167.13** | **26,070** | **17.02** | **8.87** | **11.05** | **10.32** | **10.14** |
| **C.V. (%)** | **9.93** | **14.43** | **13.69** | **15.18** | **8.47** | **21.37** | **4.99** |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 และองค์ประกอบทางเคมีของอ้อยอาหารสัตว์ที่อายุการตัด 120 วัน จากแปลงเปรียบเทียบเบื้องต้น ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/ พันธุ์ | อ้อยปลูก (ตัน/ไร่) | อ้อยตอ1 (ตัน/ไร่) | เฉลี่ย (ตัน/ไร่) | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) | เยื่อใย (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KK05-556 | 2.59 p | 5.75 o | 4.17 | 6.50±0.25 | 2.145±0.13 | 29.92±2.80 |
| KK05-576 | 3.93 k | 10.52 h | 7.23 | 5.52±0.24 | 2.145±0.25 | 30.98±0.04 |
| KK06-895 | 4.63 f | 8.40 k | 6.52 | 5.345±0.65 | 2.045±0.08 | 31.32±0.91 |
| KK06-897 | 3.00 n | 9.17 j | 6.08 | 6.19±0.18 | 2.085±0.05 | 31.45±0.94 |
| KK06-905 | 5.87 e | 13.37 f | 9.62 | 6.81±0.84 | 3.11±0.33 | 30.94±0.56 |
| KK08-189 | 4.54 g | 12.70 g | 8.62 | 7.20±0.95 | 2.455±0.33 | 31.69±0.50 |
| KK08-195 | 2.64 o | 7.12 m | 4.88 | 6.17±0.91 | 2.36±0.02 | 30.8±1.92 |
| KK08-202 | 1.95 g | 5.16 g | 3.55 | 6.26±0.02 | 2.16±0.54 | 31.35±0.12 |
| KK10-159 | 4.13 j | 14.07 d | 9.10 | 6.56±0.17 | 1.98±0.73 | 29.74±2.24 |
| KK09-1426 | 6.12 d | 13.75 e | 9.93 | 6.73±0.06 | 2.69±0.23 | 32.80±1.71 |
| KK13-574 | 4.32 i | 5.45 p | 4.88 | 6.40±0.14 | 2.43±0.29 | 30.81±0.73 |
| KK13-575 | 3.85 l | 6.57 n | 5.21 | 6.20±0.28 | 1.93±0.38 | 30.41±0.01 |
| KK13-577 | 4.63 h | 7.68 l | 6.15 | 5.78±0.22 | 2.08±0.04 | 31.34±0.39 |
| KK13-584 | 6.17 c | 15.24 b | 10.70 | 6.97±0.74 | 2.54±0.55 | 33.10±0.01 |
| F03-362 | 11.46 a | 14.36 c | 12.91 | 5.95±0.11 | 1.39±0.07 | 32.23±1.98 |
| F03-299 | 9.92 b | 16.02 a | 12.97 | 5.48±0.98 | 2.4±0.47 | 32.19±0.84 |
| Biotec1 | 3.11 m | 10.18 i | 6.64 | 5.29±1.30 | 2.17±0.47 | 35.78±3.65 |
| **เฉลี่ย** | **14.43** | **10.32** | - | - | - | - |
| **C.V. (%)** | **4.86** | **21.37** | - | - | - | - |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยอาหารสัตว์ (อ้อยปลูก) จากการเปรียบเทียบมาตรฐาน อายุ 120 วัน (17 ก.พ. 2566-17 มิ.ย. 2565) ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | ลักษณะทางการเกษตร[1/] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความสูง (ซม.) | จำนวนลำต่อไร่ (ลำ) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มม.) | จำนวนปล้อง (ปล้อง/ต้น.) | จำนวนใบ (ใบ/ต้น) | ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ (ตัน/ไร่) | ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) |
| KK09-1426 | 167.20 a | 29,267 b | 13.83 j | 5.13 b | 11.53 a | 6.98 f | 8.50 b |
| F03-299 | 161.76 b | 30,033 a | 16.56 d | 4.86 c | 11.33 b | 10.74 a | 6.50 d |
| F03-362 | 154.43 c | 21,633 h | 17.86 b | 5.30 a | 10.33 c | 7.96 c | 6.50 d |
| KK13-584 | 150.30 d | 23,600 d | 14.70 i | 4.10 e | 10.13 d | 7.99 b | 9.00 a |
| Biotec1 | 145.76 e | 21,700 g | 16.00 e | 3.86 f | 8.66 h | 7.45 e | 6.50 d |
| KK10-159 | 144.00 f | 23,033 f | 15.96 f | 4.63 d | 10.06 e | 7.83 d | 8.00 c |
| KK08-189 | 116.93 g | 23,066 e | 15.50 h | 3.46 i | 8.70 g | 6.32 h | 9.00 a |
| KK05-576 | 116.56 h | 21,466 i | 17.26 c | 3.83 g | 10.06 e | 6.80 g | 6.50 d |
| KK06-905 | 108.50 i | 23,933 c | 15.56 g | 3.16 j | 8.13 i | 6.22 i | 9.00 a |
| KKj16-0001 | 104.93 j | 17,633 j | 20.33 a | 3.70 h | 8.76 f | 5.90 j | 8.50 b |
| **เฉลี่ย** | **137.04** | **23,536** | **16.35** | **4.20** | **9.77** | **7.42** | **7.80** |
| **C.V. (%)** | **8.33** | **14.77** | **5.94** | **10.94** | **6.25** | **18.45** | **11.14** |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยของผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรของอ้อยอาหารสัตว์ (อ้อยตอ1) จากการเปรียบเทียบมาตรฐาน อายุ 120 วัน (17 มิ.ย. 2566-17 ต.ค. 2566) ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | ลักษณะทางการเกษตร[1/] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความสูง (ซม.) | จำนวนลำต่อไร่ (ลำ) | เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มม.) | จำนวนปล้อง (ปล้อง/ต้น.) | จำนวนใบ (ใบ/ต้น) | ผลผลิตอ้อยอาหารสัตว์ (ตัน/ไร่) | ค่าความหวาน (องศาบริกซ์) |
| KK09-1426 | 172 g | 31,700 b | 12.13 f | 6.00 e | 12.36 b | 11.91 c | 9.67 h |
| F03-299 | 207 a | 29,900 c | 14.00 a | 7.23 b | 11.97 c | 13.96 a | 8.67 i |
| F03-362 | 204 b | 25,467 f | 12.15 e | 8.06 a | 11.7 d | 11.46 d | 12.67 c |
| KK13-584 | 181 f | 18,733 i | 11.53 h | 6.06 d | 9.73 j | 7.21 i | 11.67 e |
| Biotec1 | 197 d | 23,600 g | 11.83 g | 5.50 f | 10.00 h | 8.84 f | 10.33 g |
| KK10-159 | 201 c | 26,267 e | 13.40 c | 6.60 c | 12.46 a | 12.98 b | 10.67 f |
| KK08-189 | 188 e | 29,400 d | 12.13 f | 5.50 f | 10.86 e | 9.11 e | 13.67 a |
| KK05-576 | 146 h | 23,333 h | 12.73 | 5.46 g | 10.47 f | 7.96 g | 10.67 f |
| KK06-905 | 123 i | 32,866 a | 11.46 i | 4.56 i | 9.86 i | 7.51 h | 12.33 d |
| KKj16-0001 | 121 j | 15,600 j | 13.9 b | 4.56 h | 10.23 g | 6.25 j | 12.83 b |
| **เฉลี่ย** | **174.11** | **25,687** | **12.52** | **5.95** | **10.96** | **9.72** | **11.31** |
| **C.V. (%)** | **10.10** | **17.96** | **5.70** | **11.50** | **7.97** | **17.15** | **8.05** |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 6** ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้อยปลูก อ้อยตอ1 2 และองค์ประกอบทางเคมีของอ้อยอาหารสัตว์ที่อายุการตัด 120 วัน จากแปลงเปรียบเทียบมาตรฐานปี 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | ผลผลิต (ตัน/ไร่) | | | เฉลี่ย | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) | เยื่อใย (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | อ้อยปลูก | อ้อยตอ 1 | อ้อยตอ 2 | | | | |
| KK09-1426 | 6.98 f | 11.91 c | 5.57 g | 8.15 | 5.48±1.76 | 2.39±0.42 | 34.28±2.09 |
| F03-299 | 10.74 a | 13.96 a | 7.04 c | 10.58 | 6.87±1.97 | 1.90±0.70 | 34.08±2.67 |
| F03-362 | 7.96 c | 11.46 d | 10.18 a | 9.87 | 4.14±0.39 | 0.56±0.21 | 33.34±0.85 |
| KK13-584 | 7.99 b | 7.21 i | 5.16 i | 6.79 | 6.64±0.23 | 0.73±0.32 | 36.17±0.03 |
| Biotec 1 | 7.45 e | 8.84 f | 5.68 e | 7.32 | 5.19±0.14 | 1.56±0.86 | 35.98±0.28 |
| KK10-159 | 7.83 d | 12.98 b | 7.26 b | 9.36 | 5.52±1.47 | 1.43±0.34 | 33.39±1.38 |
| KK08-189 | 6.32 h | 9.11 e | 5.91 d | 7.12 | 4.08±0.36 | 1.95±0.75 | 35.62±0.45 |
| KK05-576 | 6.80 g | 7.96 g | 5.41 h | 6.72 | 5.55±0.04 | 1.30±1.18 | 36.66±3.79 |
| KK06-905 | 6.22 i | 7.51 h | 5.68 f | 6.47 | 5.58±1.11 | 1.55±0.34 | 34.44±1.36 |
| KKj16-0001 | 5.90 j | 6.25 j | 4.35 j | 5.50 | 5.60±0.36 | 1.31±0.74 | 33.55±0.68 |
| **เฉลี่ย** | **7.42** | **9.72** | **6.22** | **7.79** | **5.54** | **1.22** | **35.17** |
| **C.V. (%)** | **18.45** | **17.15** | **14.60** | **-** | **-** | **-** | **-** |

**หมายเหตุ**: ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรพิมพ์เล็กเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 7** ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในส่วนที่เป็นผนังเซลล์ของอ้อยอาหารสัตว์ อายุ 120 วัน แปลงเปรียบเทียบมาตรฐานพันธุ์อ้อยอาหารสัตว์ ปี 2566 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา

| โคลน/พันธุ์ | % NDF | % ADF | % ADL | พลังงานรวม |
|---|---|---|---|---|
| F03-299 | 73.10 | 46.09 | 7.36 | 4,080.15 |
| F03-362 | 70.74 | 45.52 | 7.70 | 4,059.49 |

**หมายเหตุ**: NDF=ปริมาณผนังเซลล์ส่วนที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF=ปริมาณผนังเซลล์ส่วนที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, ADL=ลิกนิน และ TDN=พลังงานรวม

ลักษณะทรงกอตั้งตรง ปล้องทรงกระบอก

ลักษณะทรงกอตั้งตรง ปล้องทรงกระบอก

ลักษณะหูใบขอบด้านใน : รูปขอบโค้ง
ลักษณะหูใบขอบด้านนอก : รูปขอบโค้ง ลักษณะลิ้นใบ : คันธนู

ลักษณะหูใบขอบด้านใน : รูปขอบโค้ง
ลักษณะหูใบขอบด้านนอก : รูปขอบโค้ง ลักษณะลิ้นใบ
: พระจันทร์เสี้ยวตรงกลางพองออกปลายเรียวแหลมทั้ง 2 ข้าง

ลักษณะของตา ห้าเหลี่ยมนูนขึ้นมาเห็นชัดเจน
ตำแหน่งของตาระดับเดียวกับวงเจริญ มีวงไข

**ภาพที่ 1** ลักษณะทางการเกษตรของโคลนพันธุ์ F03-299

ลักษณะของตาทรงรีไข่คล้ายหยดน้ำ นูนขึ้นมาเห็นชัดเจน
ตำแหน่งของตาอยู่ระหว่างวงเจริญ ตาชิดข้อปล้อง มีวงไข

**ภาพที่ 2** ลักษณะทางการเกษตรของโคลนพันธุ์ F03-362

# ศึกษาการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดง
# Identification of Red Rot Wilt Disease caused by *Colletotrichum* and *Fusarium* species

**มัทนา วานิชย์[1/] อัจฉราพร ศรีจุดานุ[2/] สุพี วนศิรากุล[2/] อนุพล เชื้อตากวัก[1/]**

**Mattana Wanitch[1/] Atcharaporn Srijudanu[2/] Su-phi Wanasirakul[2/] Anupon Chueatakwak[1/]**

## ABSTRACT

Red rot wilt disease of sugarcane caused by *Colletotrichum* and *Fusarium* species are a threatening disease of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), causing yield losses in most sugarcane growing areas throughout Thailand. This causal agent has shown damage with annual yield losses in susceptible cultivar up to 80%. Although, the identities of fungal species causing red rot wilt disease of sugarcane in Thailand are limited. Therefore, this research was designed to survey, sampling and identify *Colletotrichum* and *Fusarium* species associated with the red rot wilt disease. Fungal pathogens were collected from the fourteen provinces in Thailand. Later on, all fungal isolates were morphological identification on potato dextrose agar (PDA), oatmeal agar (OMA), and corn meal agar (CMA) showed morphological variation in each species. Two hundred and sixty-seven isolates of *Colletotrichum* ($n$ = 187) and *Fusarium* ($n$ = 80) were detected which were divided into six and five groups based on morphological characteristics. This study provides data on the current situation of red rot wilt disease and its epidemic characteristics for further controlling the disease with appropriate strategies.

**Keywords:** sugarcane, red rot wilt disease, morphological analysis

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40000

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

[2/] กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900.

[2/] Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture, Chatuchak Bangkok 10900.

**บทคัดย่อ**

โรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* species และ *Fusarium* species จัดเป็นโรคพืชเศรษฐกิจสำคัญสร้างความเสียหายต่อผลผลิตของอ้อย (*Saccharum officinarum* L.) ที่ปลูกในประเทศไทย โดยเฉพาะสร้างความเสียหายต่อผลผลิตอ้อยพันธุ์อ่อนแอมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ข้อมูลการจำแนกชนิดเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยที่ปลูกในประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด การศึกษานี้ เพื่อสำรวจ เก็บตัวอย่าง และจำแนกชนิดของเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดง โดยเก็บตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคนี้จากแปลงปลูกอ้อย 14 จังหวัด จากนั้นนำมาจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา โดยศึกษาการเจริญเติบโตบนอาหารสังเคราะห์ ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt Extract Agar (MEA) Oat meal agar (OMA) และ Potato Dextrose Agar (PDA) แยกเชื้อราสาเหตุโรคได้ 267 ไอโซเลท จำแนกเป็นเชื้อรา *Colletotrichum* spp. (*n*=187) และเชื้อรา *Fusarium* spp. (*n*=80) เมื่อนำมาจัดกลุ่มเชื้อรา โดยแบ่งตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราได้ 6 และ 5 กลุ่ม การศึกษานี้เพื่อนำไปใช้ควบคุมโรคด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

**คำหลัก:** อ้อย โรคเหี่ยวเน่าแดง สัณฐานวิทยา

**บทนำ**

โรคเหี่ยวเน่าแดงอ้อยในประเทศไทยเป็นโรคที่มีความสำคัญมาก มีรายงานการระบาดและทำความเสียหายครั้งแรกในปี พ.ศ. 2526-2528 ในอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สิงคโปร์ ในเขตพื้นที่ภาคกลาง (วันทนีย์และอนุสรณ์, 2529) อ้อยโรงงานพันธุ์สุพรรณ 1 อีเหี่ยว และ CB38-22 ในเขตปลูกอ้อยภาคตะวันตก พบรายงานพื้นที่เสียหายกว่า 3,000 ไร่ ทำให้ผลผลิตเสียหาย คิดเป็นมูลค่าประมาณ 60 ล้านบาท ต่อมาพบการระบาดทั่วไปในเขตปลูกอ้อยทั้งภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่างและภาคตะวันออก (วันทนีย์และคณะ, 2535) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีการปลูกอ้อยมากที่สุด เคยพบการระบาดของโรคเน่าแดงอ้อย ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และอุดรธานี (เฉลิมพล และคณะ, 2547)

โรคเหี่ยวเน่าแดง (Red rot wilt disease) เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Colletotrichum falcatum* Went สามารถเข้าทำลายได้ทางรอยแผลที่เกิดจากหนอนหรือแผลแตกของลำหรือทางรอยเปิดธรรมชาติ และเชื้อ *Fusarium moniliforme* หรือ *Fusarium subglutinans* อยู่ในดิน สามารถเข้าทำลายได้ทางรากและโคนต้น โรคนี้ระบาดรุนแรงในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงเช่น ในเขตชลประทานหรือพื้นที่นา ทำให้ผลผลิตเสียหาย 30-100 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2560)

โรคนี้สามารถแพร่ระบาดได้ทางท่อนพันธุ์ หากนำอ้อยในแหล่งที่มีการระบาดไปปลูกต่อ ถึงแม้อ้อยจะเป็นลำที่แสดงอาการใบเหลือง หรือลำที่มีใบเขียวปกติ หากมีเชื้อสาเหตุโรคแฝงท่อนพันธุ์อ้อยนั้นจะกลายเป็นแหล่งสะสมของโรค เมื่อนำไปปลูกส่วนใหญ่จะเน่าก่อนงอกพ้นดิน หรือหากงอกก็จะแสดงอาการของโรคและแห้งตายในเวลา 4-6 เดือน ท่อนพันธุ์ที่มีเชื้อแฝงในลักษณะนี้เป็นปัญหาสำคัญมากยิ่งกว่าท่อนพันธุ์ที่เห็นอาการชัดเจน (Agnihotri *et al*., 1979) นอกจากนี้ยังแพร่ระบาดโดยการปลิวไปกับลม เชื้อจะมีชีวิตในซากอ้อยในดินได้ไม่น้อยกว่า 3 เดือน

แนวทางการจัดการโรคมีหลายวิธีการ เช่น การใช้พันธุ์ต้านทาน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและยังเป็นที่นิยม แม้ปัจจุบันการรับรองอ้อยพันธุ์ใหม่จะมีการทดสอบปฏิกิริยาต่อเชื้อสาเหตุดังกล่าว แต่เชื้อมีการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ใหม่เรื่อย ๆ อาจทำให้พันธุ์อ้อยที่เคยต้านทานกลับอ่อนแอต่อเชื้อสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดขึ้นได้ (Singh *et al*., 1984) และยังไม่มีการศึกษาความหลากหลายและความผันแปรของเชื้อในสถานการณ์ปัจจุบัน รวมถึงแนวทางการจัดการเมื่อเกิดการระบาด การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอาจส่งผลทำให้เชื้อสาเหตุโรคมีการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อการอยู่รอด การระบาดของโรคในแต่ละท้องที่อาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้ (สุนีและอุดม, 2549) จึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิคอณูพันธุศาสตร์ต่อชนิดของเชื้อสาเหตุในปัจจุบันเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการโรคต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

อาหารเลี้ยงเชื้อรา: Malt Extract Agar (MEA) Oat meal agar (OMA) Carnation leaf Agar (CLA) Water Agar (WA) และ Potato Dextrose Agar (PDA) หลอดเก็บเชื้อ น้ำกลั่น กล้องจุลทรรศน์ อุปกรณ์เลี้ยงเชื้อ กล้องถ่ายภาพ ตู้ปลอดเชื้อ ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

**แบบและวิธีการทดลอง**

ไม่มี

**วิธีปฏิบัติการทดลอง**

1. การแยกเชื้อราจากอ้อยที่แสดงอาการโรคเหี่ยวเน่าแดง

เก็บตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคเหี่ยวเน่าแดงมาแยกเชื้อสาเหตุโรคโดยวิธี Tissue transplanting method โดยตัดชิ้นส่วนบริเวณที่เป็นโรคต่อกับเนื้อเยื่อพืช เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 0.5×0.5 ซม. นำไปฆ่าเชื้อบริเวณผิวรอบนอกในสารละลาย 3% โซเดียมไฮโปคลอไรท์ นาน 3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ซับให้แห้งด้วย กระดาษกรองฆ่าเชื้อ จากนั้นนำชิ้นส่วนพืช ไปวางลงบนอาหาร water agar (WA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง 3-4 วัน จนเส้นใย เจริญออกมาเขี่ยบริเวณปลายเส้นใยมาวางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง นาน 7 วัน ทำการแยกให้ได้สปอร์เดี่ยว เตรียมสปอร์แขวนลอย (spore suspension) โดยเขี่ยกลุ่มสปอร์ลงใน vial ที่มีน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ใช้ loop แตะสปอร์แขวนลอยมาหยดบนแผ่นสไลด์แก้ว ตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (10X) ให้มีสปอร์จำนวน 10 สปอร์ต่อการมองเห็น แล้วใช้ loop แตะเชื้อมา streak ลงบนอาหาร WA (water agar) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 12 ชม. ใช้เข็มเขี่ย (needle) ลนไฟฆ่าเชื้อตักชิ้นวุ้นบริเวณที่มีสปอร์เดี่ยว (single spore) ที่พบการงอกของ germ tube มาเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มไว้เป็นเวลา 7 วัน นำเชื้อที่ได้ไปใช้ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่อไป

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราสาเหตุโรค

นำเชื้อรา *Colletotrichum* spp. แต่ละไอโซเลทที่แยกได้ มาเลี้ยงบนอาหาร OMA สังเกตลักษณะการสร้าง fruiting body ร่วมกับโครงสร้างต่างๆ ของราภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo และแบบ compound โดยการถ่ายภาพ แล้วนำไปจำแนกชนิดตามคู่มือการจำแนกรา สำหรับเชื้อรา *Fusarium* spp. นำเชื้อราที่เจริญจากสปอร์เดี่ยวมาเลี้ยงบนอาหาร PDA และ CLA (Carnation leaf Agar) บ่มไว้เป็นเวลา 7 วัน จำแนกชนิดตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบบ stereo และ compound ศึกษาจากสีของโคโลนี และลักษณะโครงสร้างต่างๆ เช่น ลักษณะการเกิดของ conidia, phialide, microconidia, macroconidia และ chlamydospore

**การบันทึกข้อมูล**

บันทึกลักษณะสีของโคโลนี ลักษณะโครงสร้างต่างๆ เช่น ลักษณะการเกิดของ conidia, phialide, microconidia, macroconidia และ chlamydospore ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบบ stereo และ compound และบันทึกภาพถ่าย

**เวลาและสถานที่**

ตุลาคม 2565- กันยายน 2566 ณ ห้องปฏิบัติการ โรงเรือนทดลอง และแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จ.ขอนแก่น ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรุงเทพมหานคร ไร่เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี ราชบุรี นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ ขอนแก่น มหาสารคาม อุดรธานี มุกดาหาร นครราชสีมา ระยอง ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว และ ชลบุรี

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรคมาแยกเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการโดยวิธี Tissue transplanting แยกสปอร์เดี่ยวเพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ สำหรับเชื้อรา *Colletotrichum* spp. รวบรวมได้จำนวน 187 ไอโซเลท เชื้อรา *Fusarium* spp. รวบรวมได้จำนวน 80 ไอโซเลท (ตารางที่ 1) จากนั้นนำตัวแทนของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ในแต่ละพื้นที่มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตามวิธีการของ Sutton (1968) ได้แก่ รูปร่าง และขนาดสปอร์ พบการสร้างแอพเพรสซอเรีย และ seta จำแนกเชื้อรา *Colletotrichum falcatum* ได้ 6 กลุ่ม (ตารางที่ 2) เชื้อรา *Colletotrichum falcatum* Went, Archiv, voor de Java Suekerrind. 1: 265 (1893) ลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าโคโลนีของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA เมื่ออายุ 7 วัน เส้นใยมีลักษณะฟูละเอียด โคโลนีมีสีขาว เทา และเทาเข้มถึงดำ สร้างกลุ่มสปอร์สีส้มจำนวนมากโคโลนีบนอาหาร MEA และ OMA เส้นใยจะมีลักษณะสีเทา เจริญเติบโตเร็ว การสร้างกลุ่มสปอร์สีส้มมาก สร้างสปอร์เซลล์เดียว รูปร่างโค้ง (falcate) ขนาดที่วัดได้ 27.4 x 3.6 ไมโครเมตร สร้างแอพเพรสซอเรีย ขนาดที่วัดได้ 15.8 x 9.2 ไมโครเมตร และสร้าง seta ขนาดที่วัดได้ 192.5 x 3.3 ไมโครเมตร (ภาพที่ 1) มีจำนวน 6 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ไอโซเลท 2-3 2-4 2-5 6-2 7-1 11-3 18-2 18-3 18-4

22-1 23-2 และ 23-5 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ไอโซเลท 4-4 21-1 และ 25-1 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ไอโซเลท 16-4 และ 16-5 กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ไอโซเลท 13-1 13-2 และ 18-5 กลุ่มที่ 5 ได้แก่ ไอโซเลท 6-2 และ 24-1 และกลุ่มที่ 6 ได้แก่ ไอโซเลท 18-6 และ 24-8 (ตารางที่ 2)

สำหรับเชื้อรา *F. moniliforme* พบว่าโคโลนีของเชื้อราเจริญได้ดีบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เส้นใยมีลักษณะฟูละเอียด โคโลนีมีสีขาว อมชมพูถึงม่วง เชื้อสร้างเส้นใยแบบมีผนังกั้น รูปร่าง macroconidia ยาวเรียวโค้งหรือเกือบตรง มี 3-5 septate หรืออาจมากกว่านั้น ขนาด 3.2-3.7 x 32.7- 43.5 ไมโครเมตร apical cell โค้งเล็กน้อย ปลายเรียว พบจำนวนน้อย microconidia เซลล์เดียว รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) หรือรูปไข่ (oval) ขนาด 2.3-2.6 x 5.9-7.3 ไมโครเมตร ถูกสร้างจำนวนมาก เกิดแบบกลุ่ม (false heads) หรือเรียงต่อกันเป็นโซ่ (chains) บน phialide บนปลายก้าน conidiophore พบน้อยที่เกิดจาก phialide ที่เจริญจากเส้นใยโดยตรง (ภาพที่ 2) จากการจำแนกชนิดของเชื้อราในเบื้องต้นตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA สามารถแยกเชื้อรา *Fusarium* spp. โดยจัดกลุ่มตามลักษณะที่ปรากฏออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 โคโลนีบนอาหาร PDA สีขาวอมชมพู เส้นใยฟูละเอียด สร้างรงควัตถุ (pigment) สีม่วงอ่อนในอาหาร microconidia เซลล์เดียว รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) macroconidia รูปร่างยาว โค้งเล็กน้อย มี 3-4 septate (ภาพที่ 3A) กลุ่ม 2 โคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาวอมชมพูถึงม่วงเข้ม สร้างรงควัตถุ (pigment) สีม่วงเข้มในอาหาร เส้นใยฟูหนาแน่น microconidia มี 1-2 เซลล์ รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) หรือรูปไข่ (oval) macroconidia รูปร่าง โค้งมี 3-4 septate (ภาพที่ 3B) กลุ่ม 3 โคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาวอมชมพู เส้นใยฟูละเอียดหนาแน่น microconidia รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) มี 1-2 เซลล์ macroconidia รูปร่างยาว โค้งเล็กน้อยมี 2-4 septate (ภาพที่ 3C) กลุ่ม 4 โคโลนีบนอาหาร PDA มีสีขาวถึงส้ม เส้นใยฟูหนาแน่น สร้างรงควัตถุ (pigment) สีส้มถึงน้ำตาลในอาหาร microconidia มี 1-2 เซลล์ รูปร่างคล้ายกระสวย (spindle) พบ macroconidia จำนวนมาก รูปร่างยาวเรียว มี 3-5 septate (ภาพที่ 3D) กลุ่ม 5 โคโลนีบนอาหาร PDA เริ่มแรกมีสีขาวและมีสีครีมถึงน้ำตาลเมื่ออายุมากขึ้น เส้นใยฟูละเอียด microconidia มี 1-2 เซลล์ รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) macroconidia ค่อนข้างสั้น โค้งเล็กน้อยเกือบตรง มี 3-5 septate พบเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 3E)

**สรุปผลการทดลอง**

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวเน่าแดงในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยเชื้อรา จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เชื้อรา *C. falcatum* และเชื้อรา *F. moniliforme* โดยได้สำรวจและเก็บตัวอย่างอ้อยที่แสดงอาการโรค มาแยกเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ สามารถแยกเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ได้จำนวน 187 ไอโซเลท เชื้อรา *Fusarium* spp. จำนวน 80 ไอโซเลท สำหรับเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สามารถจัดกลุ่มเบื้องต้นตามลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้จำนวน 6 กลุ่มตามวิธีการของ Sutton (1980) พบว่าเชื้อรา

*C. falcatum* เส้นใยมีลักษณะฟูละเอียด โคโลนีมีสีขาว เทา และเทาเข้มถึงดำ สร้างกลุ่มสปอร์สีส้มจำนวนมากโคโลนีบนอาหาร OMA สร้างสปอร์เซลล์เดียว รูปร่างโค้ง (falcate) ขนาด 27.4 x 3.6 ไมโครเมตร สร้างแอพเพรสซอเรีย ขนาดที่วัดได้ 15.8 x 9.2 ไมโครเมตร และสร้าง seta ขนาดที่วัดได้ 192.5 x 3.3 ไมโครเมตร สำหรับเชื้อรา *Fusarium* spp. สามารถจัดกลุ่มเบื้องต้นตามลักษณะการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้จำนวน 5 กลุ่ม เมื่อนำเชื้อรา *F. moniliforme* มาเลี้ยงบนอาหาร PDA และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า โคโลนีของเชื้อราเจริญได้ดีบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เส้นใยมีลักษณะฟูละเอียด โคโลนีมีสีขาว อมชมพูถึงม่วง เชื้อสร้างเส้นใยแบบมีผนังกั้น รูปร่าง macroconidia ยาวเรียวโค้งหรือเกือบตรง มี 3-5 septate หรืออาจมากกว่านั้น ขนาด 3.2-3.7 x 32.7- 43.5 ไมโครเมตร apical cell โค้งเล็กน้อย ปลายเรียว พบจำนวนน้อย microconidia เซลล์เดียว รูปร่างคล้ายกระบอง (clavate) หรือรูปไข่ (oval) ขนาด 2.3-2.6 x 5.9-7.3 ไมโครเมตร ถูกสร้างจำนวนมาก เกิดแบบกลุ่ม (false heads) หรือเรียงต่อกันเป็นโซ่ (chains) บน phialide บนปลายก้าน conidiophore พบน้อยที่เกิดจาก phialide ที่เจริญจากเส้นใยโดยตรง

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง, อุดม เลียบวัน, อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, ณัฐกฤติ พิทักษ์, วัลลิภา สุชาโต, สมศักดิ์ ทองศรี และตุลย์ อินทรัมพรรย์. 2547. เอกสารวิชาการ อ้อย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 147 หน้า.

วันทนีย์ อู่วาณิชย์ และอนุสรณ์ กุศลวงศ์. 2529. โรคลำต้นเน่าแดงของอ้อย.1 กสิกร 59(3) : 237-239.

วันทนีย์ อู่วาณิชย์ อัปสร เลี่ยนสินไชย และสุนี ศรีสิงห์. 2535. โรคเหี่ยวเน่าแดงระบาดในเขตปลูกอ้อยภาคตะวันออกและภาคกลาง. กสิกร 65(1) : 42-44.

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. 2560. โรคเหี่ยวเน่าแดง. จดหมายข่าวศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สุนี ศรีสิงห์ และอุดม เลียบวัน. 2549. หน้า 217 ใน : รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Agnihotri, V.P., T.R. Budhraja and R. Singh. 1979. Role of diseased setts and soil in annual recurrence of red rot in sugarcane. International Sugar Journal, 81, 263-265.

Manamgoda, D. S., Udayanga, D.,Cai, L., Chukeatirote, E. & Hyde, K. D. 2013. Endophytic *Colletotrichum* from tropical grasses with a new species *C. endophytica*. *Fungal Diversity, 61*, 107–115.

Prihastuti, H., Cai, L.,Chen, H. & McKenzie, E. H. C. 2009. Characterization of *Colletotrichum* species associated with coffee berries in northern Thailand. *Fungal Diversity, 39*, 89–109.

Singh, M.P., U.C. Upadhyay, K.P.Verma and H.N. Singh. 1984. Pathogenic variability in red rot 24 isolates of sugarcane in U.P. Indian Sugar 33:669-671

Sutton, B. C. (1980). *The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata*. Commonwealth Mycological Institute , Kew, Surrey, England.

Went, F. A. F. C. (1893). Het rood snot. *Archief voor de Java Suikerindustrie, 1*.

**ตารางที่ 1** พิกัดแปลงและจำนวนตัวอย่างอ้อยแสดงอาการเส้นกลางใบแดงในพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย

| sites | coordinates | | *Fusarium* spp. | *Colletotrichum* spp. |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | |
| 1 | 16.82367 | 102.8353 | 0 | 6 |
| 2 | 16.88068 | 102.8113 | 0 | 5 |
| 3 | 16.7053 | 103.0085 | 2 | 5 |
| 4 | 16.07829 | 103.0002 | 1 | 2 |
| 5 | 16.18724 | 102.9853 | 0 | 5 |
| 6 | 15.01273 | 102.3184 | 2 | 2 |
| 7 | 14.70965 | 102.3788 | 3 | 2 |
| 8 | 14.5662 | 102.4108 | 2 | 2 |
| 9 | 14.9512 | 102.6377 | 0 | 2 |
| 10 | 15.12478 | 102.5142 | 1 | 2 |
| 11 | 17.07847 | 103.0849 | 1 | 3 |
| 12 | 16.94774 | 103.3599 | 1 | 3 |
| 13 | 17.57521 | 102.6451 | 1 | 3 |
| 14 | 17.4569 | 102.5913 | 1 | 2 |
| 15 | 16.22622 | 104.7815 | 6 | 5 |

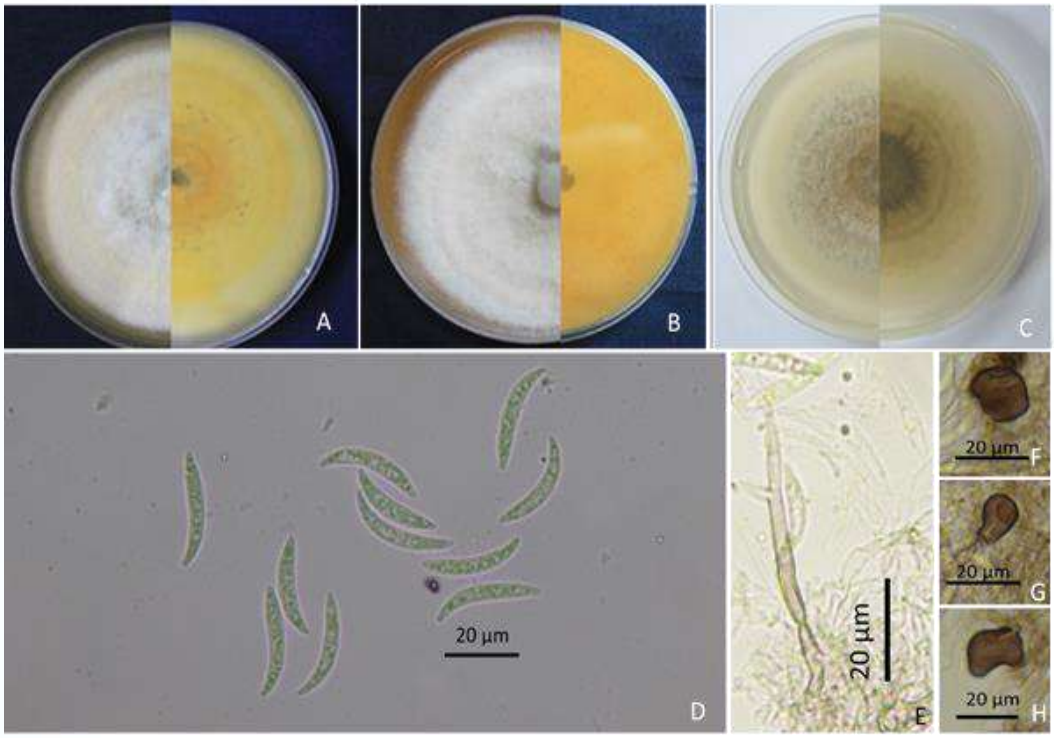
**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| sites | coordinates | | *Fusarium* spp. | *Colletotrichum* spp. |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | |
| 16 | 16.54288 | 104.6762 | 1 | 4 |
| 17 | 12.73678 | 101.1427 | 6 | 5 |
| 18 | 17.31298 | 100.1827 | 0 | 6 |
| 19 | 17.5489 | 100.433 | 1 | 9 |
| 20 | 15.66973 | 99.6565 | 0 | 9 |
| 21 | 15.52281 | 100.2329 | 0 | 3 |
| 19 | 17.5489 | 100.433 | 1 | 9 |
| 20 | 15.66973 | 99.6565 | 0 | 9 |
| 21 | 15.52281 | 100.2329 | 0 | 3 |
| 22 | 14.81905 | 99.93638 | 0 | 5 |
| 23 | 14.1703 | 99.93126 | 1 | 4 |
| 24 | 13.92508 | 99.90839 | 2 | 5 |
| 25 | 13.65489 | 99.68577 | 0 | 4 |
| 26 | 13.12054 | 101.3106 | 4 | 8 |
| 27 | 13.3698 | 101.4156 | 4 | 8 |
| 28 | 13.7714 | 101.7489 | 9 | 9 |
| 29 | 13.65079 | 101.8841 | 4 | 10 |
| 30 | 13.49713 | 101.9923 | 3 | 10 |
| 31 | 13.35761 | 102.091 | 9 | 9 |
| 32 | 13.49 | 102.2955 | 7 | 10 |
| 33 | 13.77189 | 102.0879 | 4 | 10 |
| 34 | 13.333 | 101.1874 | 4 | 10 |

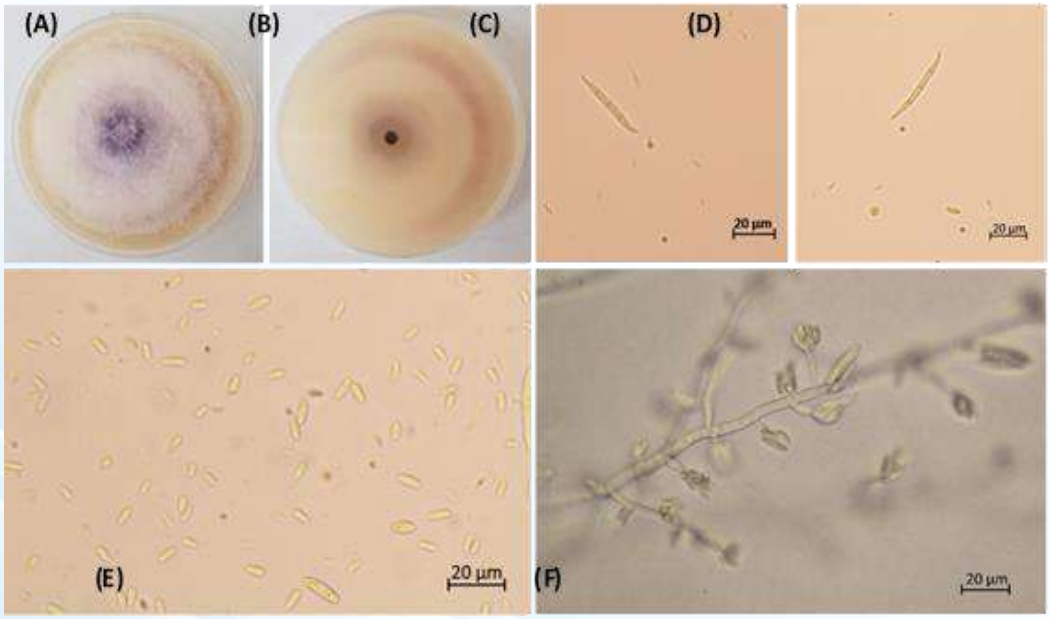
**ตารางที่ 2** ลักษณะของเชื้อรา *C. falcatum* จำนวน 6 กลุ่มไอโซเลท ที่แยกได้จากใบอ้อย

| สปีชีส์ | กลุ่ม | ไอโซเลท | จำนวนไอโซเลท | แหล่งที่พบ | สีโคโลนีบนพีดีเอ | กลุ่มโคนิเดีย | โคนิเดีย | แอพเพรสซอเรีย | Setae |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *C. falcatum* | 1 | 2-3, 2-4, 2-5, 6-2, 7-1, 11-3, 18-2, 18-3, 18-4, 22-1, 23-2, 23-5 | 12 | A, D, E, G, K, N, O | ฟู สีเทาเข้มถึงดำ | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีดำ | โค้ง | พบ | พบ |
| | 2 | 4-4, 21-1, 25-1 | 3 | B, M, Q | ฟู สีเทาเข้มถึงดำ | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีขาว | โค้ง | พบ | พบ |
| | 3 | 16-4, 16-5 | 3 | I | ฟู สีเทาอ่อน | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีขาว | โค้ง | พบ | พบ |
| | 4 | 13-1, 13-2, 18-5 | 3 | H, K | ฟู สีเทาเข้มถึงดำ | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีดำ | โค้ง | พบ | พบ |
| | 5 | 6-2, 24-1 | 2 | D, P | ฟู สีเทาเข้มถึงดำ | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีขาว | โค้ง | พบ | พบ |
| | 6 | 18-6, 24-8 | 2 | K, P | ฟู สีขาวถึงเทา | มีสีส้ม ด้านใต้มีสีขาว | โค้ง | พบ | พบ |

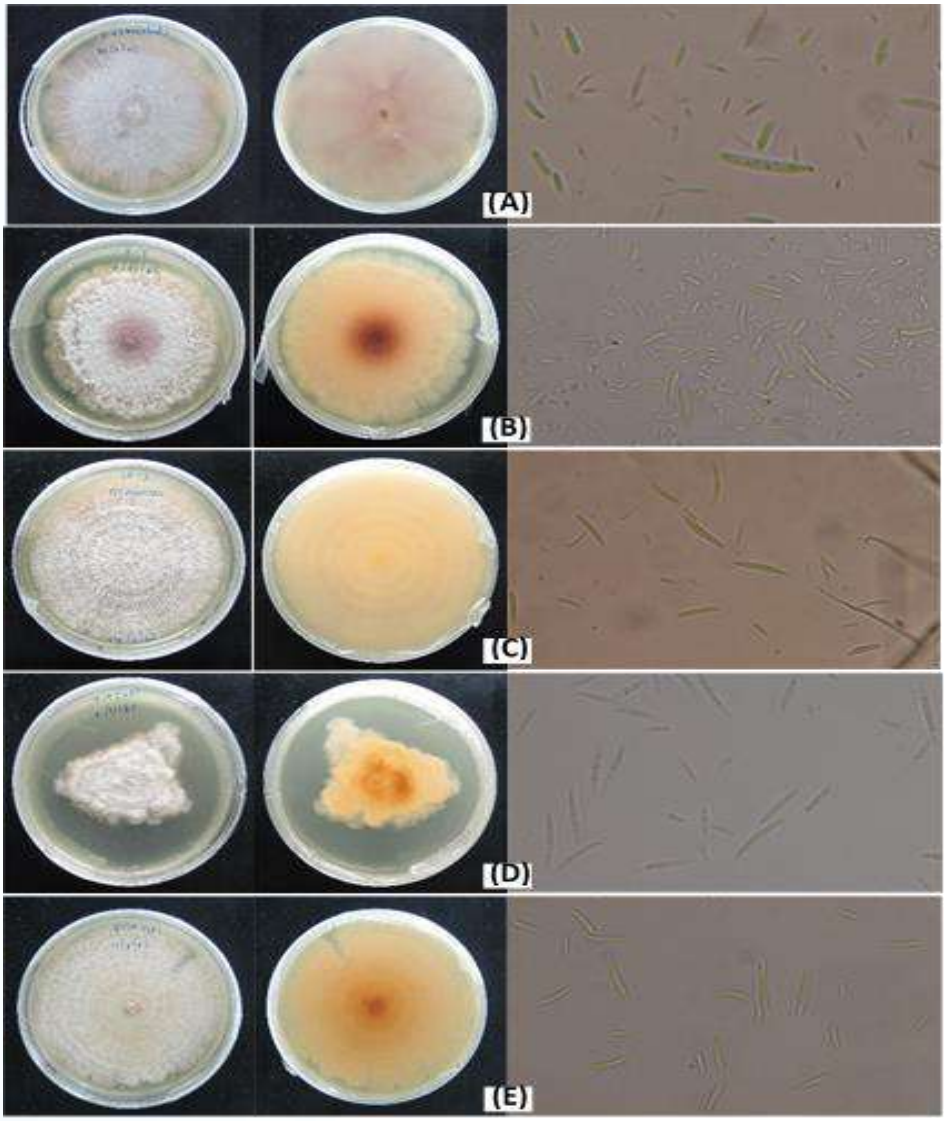
A: อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น
B: อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม
D: อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา
E: อำเภอหนองบุญมาก จังหวัดนครราชสีมา
G: อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี
H: อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี
I: อำเภอเมืองมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร
K: อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์
M: อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์
N: อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดนครสวรรค์
O: อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดนครสวรรค์
P: อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
Q: อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี




**ภาพที่ 1** ลักษณะเชื้อรา C. falcatum บนอาหาร (A) OMA (B) MEA และ (C) PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส (D) conidia (E) seta และ (F-H) appressoria




**ภาพที่ 2** ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Fusarium* sp. (A, B) โคโลนีบนอาหาร PDA อายุ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส (C,D) ลักษณะ macroconidia (E) ลักษณะ microconidia และ (F) ลักษณะของ microconidia ที่เจริญแบบกลุ่ม (false heads) บน phialide




**ภาพที่ 3** กลุ่มของเชื้อรา *Fusarium* spp. ตามลักษณะปรากฏบนอาหาร PDA (A) กลุ่ม 1 (B) กลุ่ม 2 (C) กลุ่ม 3 (D) กลุ่ม 4 และ (E) กลุ่ม 5

# การป้องกันกำจัดจักจั่นอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ

# Effective Prevention and Elimination of Cicadas in Sugarcane

สุวัฒน์ พูลพาน[1/] อุไรวรรณ พงษ์พยัคเลิศ[1/] นลินนา หะระหนี[1/] อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ[1/]

Suwat Phoonphan[1/] Uraiwan Pongpayaklerd[1/] Nalinna Harane[1/]

Anuwat Chantarasuwan[1/]

## ABSTRACT

Sugarcane cicada (*Platypleura cespiticola* Boulard) is a new pest of sugarcane. It causes sugarcane production to decrease. Sugarcane destruction was first reported in 2016. Therefore, there must be a study of effective prevention and elimination of sugarcane cicadas. Conducted at the Suphan Buri Field Crops Research Center (SFCRC) in 2020 - 2021. Step 1: Testing the effectiveness of biological and insecticides for eliminating sugarcane cicadas in the laboratory. The results show that, fungus *Metarhizium anisopliae* (M8) caused the death of cane cicada larvae 100% at 17 days after inoculation (DAI) and Imidacloprid insecticide caused 100 percentage death of sugarcane cicada larvae at 4 days after the test. Step 2: *M. anisopliae* (M8) and Imidacloprid test with together in the laboratory and greenhouse conditions. In laboratory the results show that, use of the Imidacloprid (30 ml per 20 liters of water) along with the fungus *M. anisopliae* (M8) is most effective. This caused the death of sugarcane cicada larvae 82.5 percentage within 1 day after the test and 100% at 8 days after the test. In the greenhouse was found that, using the Imidacloprid (30 ml per 20 liters of water) was able to eliminate 100 percentages of sugar cane cicada larvae at 3 days after the test. Therefore, effective prevention and elimination of sugarcane cicada larvae for urgent solution in high destruction area. Imidacloprid should be used at a rate of 30 ml per 20 liters of water. For low destruction areas, the *M. anisopliae* (M8) and Imidacloprid at a rate of 15 ml per 20 liters of water should be used together that can effective prevent and eliminate sugarcane cicadas.

**Keywords:** sugarcane, sugarcane cicada, biological products, chemical insecticides

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี 72160

[1/] Suphan Buri Field Crops Research Center, U-Thong, Suphan Buri. 72160

## บทคัดย่อ

จักจั่นอ้อย (*Platypleura cespiticola* Boulard) เป็นศัตรูอ้อยระบาดใหม่ พบการทำลายครั้งแรกเมื่อปี 2559 ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการป้องกันกำจัดจักจั่นอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ ดำเนินการศึกษา ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ในปี 2563 - 2564 ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาการใช้ชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพกำจัดตัวอ่อนจักจั่นอ้อยในห้องปฏิบัติการ พบว่า เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (M8) สามารถกำจัดตัวอ่อนจักจั่นอ้อยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 17 วันหลังการทดสอบ และสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid สามารถกำจัดตัวอ่อนจักจั่นอ้อยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 วันหลังการทดสอบ ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพจากขั้นตอนที่ 1 ในห้องปฏิบัติการและสภาพโรงเรือน พบว่า ในห้องปฏิบัติการ การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมี Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทำให้ตัวอ่อนของจักจั่นอ้อยตาย 82.5 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 1 วันหลังการทดสอบ และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 วันหลังการทดสอบ ส่วนในสภาพโรงเรือน การใช้สารเคมี Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถกำจัดตัวอ่อนของจักจั่นอ้อยได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 3 วันหลังการทดสอบ ดังนั้น การป้องกันกำจัด ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยเพื่อแก้ปัญหาแบบเร่งด่วนในพื้นที่ที่มีการระบาดรุนแรง ควรใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และในพื้นที่ที่มีการระบาดไม่รุนแรง ควรใช้ชีวภัณฑ์ *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จึงสามารถป้องกันกำจัดจักจั่นอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ



**คำหลัก:** อ้อย จักจั่นอ้อย ชีวภัณฑ์ สารเคมีกำจัดแมลง


## บทนำ

อ้อย (*Saccharum offcinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีการผลิต 2566/2567 มีพื้นที่ปลูกอ้อยรวม 11.13 ล้านไร่ อยู่ในภาคเหนือ 2.61 ล้านไร่ ภาคกลาง 2.92 ล้านไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4.96 ล้านไร่ และภาคตะวันออก 0.64 ล้านไร่ ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อย นอกจากพันธุ์อ้อย การจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ที่ดีแล้ว จำเป็นต้องมีการป้องกันกำจัดศัตรูอ้อยที่สำคัญร่วมด้วย จากรายงานที่ผ่านมา แมลงศัตรูอ้อยที่พบเป็นปัญหาสำคัญในหลายพื้นที่ ได้แก่ หนอนกอชนิดต่าง ๆ ด้วงหนวดยาว แมลงนูนหลวง และปลวก หากมีการระบาดอย่างรุนแรงจะส่งผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพอ้อยลดลง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ทำให้สมดุลของระบบนิเวศถูกทำลาย แมลงหลายชนิดที่เคยอาศัยอยู่ในป่าประสบภาวะขาดแคลนอาหาร ในปี 2559 มีรายงานการระบาดของจักจั่นในไร่อ้อยประมาณ 1,000 ไร่ ที่ ต.สามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ลักษณะการทำลาย คือ ดูดกินน้ำเลี้ยงจากรากอ้อย ทำให้ต้นอ้อยตายทั้งกอ สร้างความเสียหายแก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยเป็นอย่างมาก จากการสำรวจและเก็บข้อมูลของกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัย

พัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร พบว่า เป็นจักจั่นชนิด *Platypleura cespiticola* Boulard ถือว่าเป็นการค้นพบการระบาดในไร่อ้อยเป็นครั้งแรกของประเทศไทย (เกศสุดา และวารี, 2559) ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่พบในทุ่งหญ้าคา อ.บางสะพานน้อย จ.ประจวบคีรีขันธ์ (Boulard, 2013) และในปี 2561 มีรายงานการระบาดเพิ่มขึ้นในพื้นที่ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี ประมาณ 250 ไร่ เนื่องจากยังไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดจักจั่นชนิด *P. cespiticola* Boulard จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาหาวิธีการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเสียหายให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตอ้อย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ตัวอ่อนจักจั่นชนิด *Platypleura cespiticola* Boulard
2. อ้อยชำข้อ อายุ 4 เดือน
3. อาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato Dextrose Agar (PDA)
4. ชีวภัณฑ์ ได้แก่ เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (M8), *Beauveria bassiana*, *Cordyceps niponnica* และไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp.
5. อุปกรณ์นับจำนวนสปอร์ (Haemacytometer)
6. สารเคมีกำจัดแมลง ได้แก่ Imidacloprid, Acetamiprid, Cartap, Abamectin, Chlorpyrifos, Cypermethrin, Chlorpyrifos + Cypermethrin, Dinotefuran
7. กระถางต้นไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว
8. ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Flow)
9. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)
10. กล่องพลาสติกด้านบนบุด้วยตาข่ายกันแมลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว
11. กระบอกฉีดน้ำ (Foggy)
12. เครื่องดูดจ่ายสารอัตโนมัติ (Auto pipette)

### วิธีการ

**ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงในการกำจัดจักจั่นอ้อยในห้องปฏิบัติการ (ปี 2563)**

**1.1 การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์**

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (M8) ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 เชื้อรา *Beauveria bassiana* (B11) ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 เชื้อรา *Cordyceps niponnica* ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 ไส้เดือนฝอย *Steinernema sp.* Thai isolate อัตรา 10 ล้านตัวต่อน้ำ 7 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 น้ำเปล่า (Control)

**วิธีปฏิบัติ**

1. เตรียมตัวอ่อนจักจั่นอ้อย จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำต่อกรรมวิธี โดยจับจักจั่นอ้อยระยะตัวอ่อนในแปลงอ้อยตอ ต.วังลึก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน โดยขุดดินบริเวณกออ้อย ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เลือกตัวอ่อนจักจั่นอ้อยที่มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน ขนาด 0.7 x 1.0 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติก เพื่อให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยมีความแข็งแรงสม่ำเสมอกัน

2. เตรียมสารแขวนลอยของชีวภัณฑ์ตามกรรมวิธี

- เลี้ยงและเพิ่มปริมาณเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ให้บริสุทธิ์ ในอาหาร PDA เป็นเวลา 14 วัน สำหรับเชื้อรา *M. anisopliae* (M8) และ *B. bassiana* (B11) ส่วนเชื้อรา *C. niponnica* ใช้เวลา 21 วัน หรือจนกว่าเชื้อราจะสร้างสปอร์สมบูรณ์
- เตรียมสารแขวนลอยสปอร์ (spore suspensions) ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ โดยการขูดสปอร์เชื้อราจากผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA ผสมให้เข้ากันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง ตรวจนับปริมาณสปอร์ด้วย haemacytometer นำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสปอร์และปรับระดับความเข้มข้น ให้ได้ $1 \times 10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร
- ละลายไส้เดือนฝอย *Steinernema sp.* Thai isolate ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ อัตรา 10 ล้านตัวต่อน้ำ 7 ลิตร

3. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์

- เตรียมกล่องพลาสติกด้านบนบุด้วยตาข่ายกันแมลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใส่ดินสูงประมาณ 3 - 4 นิ้ว พร้อมใส่รากอ้อยเป็นอาหารของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย
- พ่นสารแขวนลอยของชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ บนดิน ตามกรรมวิธี แล้วปล่อยแมลงลงไปกล่องละ 10 ตัว

4. บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยทุก ๆ 3 - 4 วัน เป็นเวลา 21 วัน

- ตรวจสอบสปอร์เชื้อราที่ขึ้นบนตัวอ่อนจักจั่นอ้อย ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และนำมาเลี้ยงบนอาหาร PDA เพื่อยืนยันว่าตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายด้วยเชื้อราที่ทดสอบ (กรรมวิธีที่ 1 - 3) และนำตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อยืนยันว่าตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายด้วยไส้เดือนฝอยที่ทดสอบ (กรรมวิธีที่ 4)

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT)

**1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลง**

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 Imidacloprid (Confidor 100SL 35%SL) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 Acetamiprid (Molan 20%SP) อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 Cartap (Cartap hydrochloride 50% SP) อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 Abamectin (1.8% EC) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 Chlorpyrifos (40% W/V EC) อัตรา 90 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 Cypermethrin (35% W/V EC) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 Chlorpyrifos อัตรา 90 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร + Cypermethrin อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 8 Dinotefuran (Starkle 10% SL) อัตรา 15-20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 9 น้ำเปล่า (Control)

**วิธีปฏิบัติ**

1. เตรียมตัวอ่อนจักจั่นอ้อย จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำต่อกรรมวิธี โดยจับจักจั่นอ้อยระยะตัวอ่อนในแปลงอ้อยตอ ต.วังลึก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน โดยขุดดินบริเวณกออ้อย ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เลือกตัวอ่อนจักจั่นอ้อยที่มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน ขนาด 0.7 x 1.0 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติก เพื่อให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยมีความแข็งแรงสม่ำเสมอกัน

2. เตรียมสารเคมีกำจัดแมลง โดยผสมสารเคมีแต่ละชนิดตามอัตราส่วนที่กำหนดในแต่ละกรรมวิธี

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลง

- เตรียมกล่องพลาสติกด้านบนบุด้วยตาข่ายกันแมลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใส่ดินสูงประมาณ 3 - 4 นิ้ว พร้อมใส่รากอ้อยเป็นอาหารของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย
- พ่นสารเคมีกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ บนดิน ตามกรรมวิธี แล้วปล่อยแมลงลงไปกล่องละ 10 ตัว

4. บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยทุก ๆ 3 - 4 วัน เป็นเวลา 21 วัน

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT)

**ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดจักจั่นอ้อย (ปี 2564)**

**2.1 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ**

นำชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 มาทดสอบร่วมกันในห้องปฏิบัติการ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 *Metarhizium anisopliae* (M8) ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 *Metarhizium anisopliae* ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ร่วมกับ Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 *Metarhizium anisopliae* ความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ร่วมกับ Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 น้ำเปล่า (Control)

**วิธีปฏิบัติ**

1. เตรียมตัวอ่อนจักจั่นอ้อย จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำต่อกรรมวิธี โดยจับจักจั่นอ้อยระยะตัวอ่อนในแปลงอ้อยตอ ต.วังลึก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน โดยขุดดินบริเวณกออ้อย ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เลือกตัวอ่อนจักจั่นอ้อยที่มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน ขนาด 0.7 x 1.0 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติก เพื่อให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยมีความแข็งแรงสม่ำเสมอกัน

2. เตรียมสารแขวนลอยของชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1

3. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง

- เตรียมกล่องพลาสติกด้านบนบุด้วยตาข่ายกันแมลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใส่ดินสูงประมาณ 3 - 4 นิ้ว พร้อมใส่รากอ้อยเป็นอาหารของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย
- พ่นสารต่าง ๆ บนดิน ตามกรรมวิธี แล้วปล่อยแมลงลงไปกล่องละ 10 ตัว

4. บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยทุก ๆ 3 - 4 วัน เป็นเวลา 21 วัน

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT)

**2.2 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในสภาพโรงเรือน**

นำชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1 มาทดสอบร่วมกันในสภาพโรงเรือน โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 *Metarhizium anisopliae* (M8) ที่ระดับความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 2 Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 *Metarhizium anisopliae* (M8) ที่ระดับความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ร่วมกับ Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 *Metarhizium anisopliae* (M8) ที่ระดับความเข้มข้น 1 x $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ร่วมกับ Imidacloprid (Confidor 100SL 35% SL) อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 น้ำเปล่า (Control)

**วิธีปฏิบัติ**

1. เตรียมตัวอ่อนจักจั่นอ้อย จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำต่อกรรมวิธี โดยจับจักจั่นอ้อยระยะตัวอ่อนในแปลงอ้อยตอ ต.วังลึก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน โดยขุดดินบริเวณกออ้อย ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เลือกตัวอ่อนจักจั่นอ้อยที่มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน ขนาด 0.7 x 1.0 เซนติเมตร นำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติก เพื่อให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยมีความแข็งแรงสม่ำเสมอกัน

2. เตรียมสารแขวนลอยของชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 1

3. ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง

- ปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์ 1 ท่อน (1 ตาต่อท่อน) ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว
- เมื่ออ้อยอายุ 4 เดือน พ่นชีวภัณฑ์และสารเคมีกำจัดแมลงตามกรรมวิธี ในกรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมี ให้พ่นสารเคมีก่อนแล้วจึงตามด้วยชีวภัณฑ์ จากนั้นจึงปล่อยตัวอ่อนจักจั่นลงไปจำนวน 10 ตัวต่อกระถาง และครอบกระถางพร้อมต้นอ้อยด้วยกรงตาข่ายกันแมลง

4. บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยทุก ๆ 3 - 4 วัน เป็นเวลา 21 วัน

5. วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple rang test (DMRT)

**เวลาและสถานที่**

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2562 - กันยายน 2564 ณ ห้องปฏิบัติการและโรงเรือน ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และสารเคมีในการกำจัดจักจั่นอ้อย ในห้องปฏิบัติการ**

**1.1 การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์**

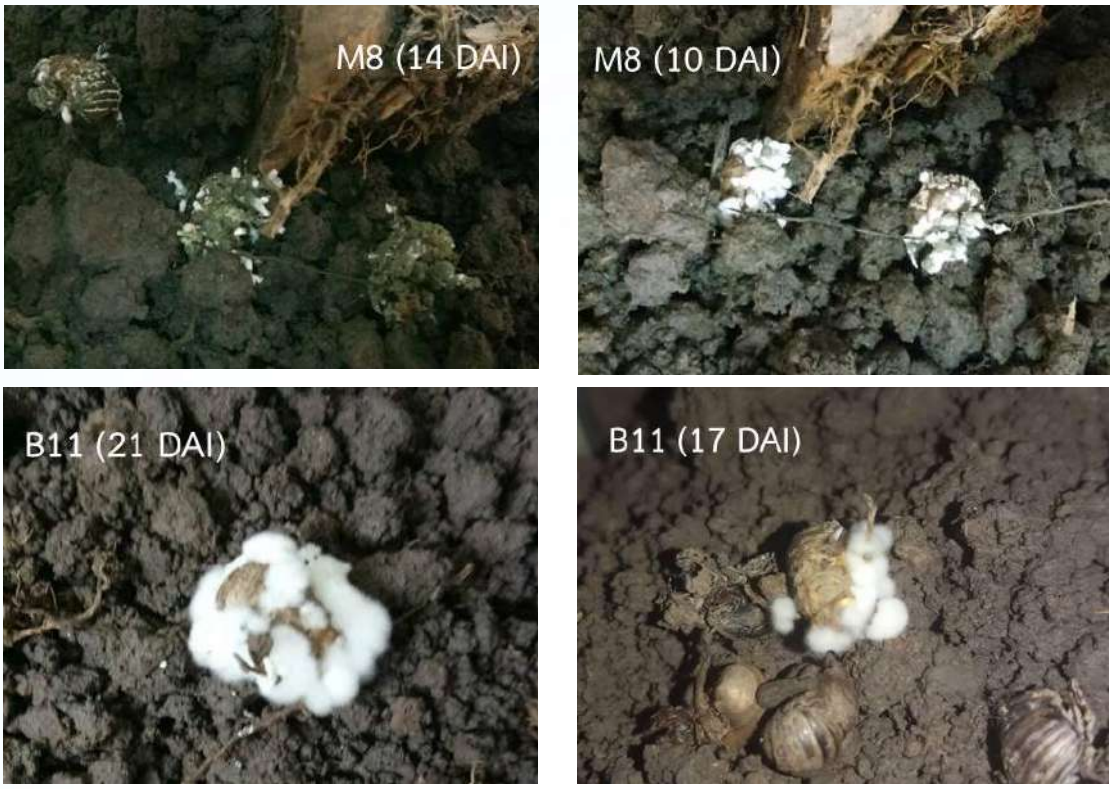
จากการตรวจนับการตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยครั้งแรกที่ 4 วันหลังการทดสอบ พบว่า การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายมากที่สุด ตลอดระยะเวลาการทดสอบ โดยที่ 4 วันหลังการทดสอบ ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 36.8 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 17 วันหลังการทดสอบ และที่ 21 หลังการทดสอบ พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* (B11) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 62.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp. Thai isolate ที่ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 60 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับการใช้เชื้อรา *C. niponnica* ที่ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 12.5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การใช้น้ำเปล่า (control) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 32.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

การเข้าทำลายของเชื้อรา *M. nisopliae* (M8) เริ่มมีเส้นใยของเชื้อราขึ้นบนตัวอ่อนจักจั่นอ้อยในวันที่ 10 หลังการทดสอบ จากนั้นเปลี่ยนเป็นสีเขียวที่ 14 วันหลังการทดสอบ (ภาพที่ 1) ส่วนเชื้อรา *B. bassiana* (B11) มีเส้นใยสีขาวของเชื้อรา ขึ้นบนตัวอ่อนจักจั่นอ้อยในวันที่ 17 หลังการทดสอบ (ภาพที่ 1) และจากการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* (B11) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 90 เปอร์เซ็นต์ ที่ 45 วันหลังการทดสอบ (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย โดยการใช้ชีวภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2563

| กรรมวิธี | การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันหลังการปลูกเชื้อ (DAI) | | | | | |
| | 4 | 7 | 10 | 14 | 17 | 21 |
| 1. *Metarhizium anisopliae* (M8) | 40.0 a | 57.9 a | 68.4 a | 86.8 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 2. *Beauveria bassiana* (B11) | 17.5 b | 25.0 bc | 35.0 bc | 55.0 ab | 60.0 b | 62.5 b |
| 3. *Cordyceps niponnica* | 5.0 b | 5.0 c | 7.5 c | 7.5 c | 7.5 d | 12.5 c |
| 4. *Steinernema sp.* | 17.5 b | 42.5 ab | 55.0 ab | 55.0 ab | 57.5 bc | 60.0 b |
| 5. Control | 20.0 ab | 25.0 bc | 27.5 bc | 27.5 bc | 27.5 cd | 32.5 bc |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 52.44 | 39.95 | 37.16 | 34.34 | 29.04 | 32.10 |

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT




**ภาพที่ 1** เชื้อราที่ขึ้นบนตัวแมลงจากการทดสอบด้วยเชื้อรา เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) และ *B. bassiana* (B11)

**1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดแมลง**

จากการตรวจนับการตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยครั้งแรกที่ 4 วันหลังการทดสอบ พบว่า การฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid (Confidor 35% SL) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่วันที่ 4 หลังการทดสอบ รองลงมา คือ สารเคมีกำจัดแมลง Chlorpyrifos + Cypermethrin และ Cypermethrin (35 % W/V EC) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 75.0 เปอร์เซ็นต์ และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (control) มีผลทำให้ตัวอ่อนของจักจั่นอ้อยตาย 22.5 เปอร์เซ็นต์ การฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Chlorpyrifos + Cypermethrin ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 วันหลังการทดสอบ ซึ่งไม่แตกต่างกับการฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Cypermethrin (35 % W/V EC) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 85.0 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 15 หลังการทดสอบ การฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Cypermethrin (35 % W/V EC) และ Acetamiprid (Molan 20% SP) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 15 วันหลังการทดสอบเช่นกัน และที่ 22 วันหลังการทดสอบ พบว่า กรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Chlorpyrifos (40% W/V EC) และ Dinotefuran (Starkle 10% WP) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 95.0 และ 90.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดแมลง Abamectin (1.8 % EC) และ Cartap (Cartap hydrochloride 50% SP) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 65 และ

62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (control) มีผลทำให้ตัวอ่อนของจักจั่นตาย 22.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 วันหลังการทดสอบ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ 22 วันหลังการทดสอบ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย โดยการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2563

| กรรมวิธี | การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันหลังการฉีดพ่น (DAI) | | | | | |
| | 4 | 8 | 12 | 15 | 19 | 22 |
| 1. Imidacloprid (Confidor 35%SL) | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 2. Acetamiprid (Molan 20%SP) | 22.5 d | 47.5 b | 60.0 b | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 3. Cartap (Cartap hydrochloride 50% SP) | 22.5 d | 32.5 b | 40.0 bc | 47.5 de | 52.5 c | 62.5 b |
| 4. Abamectin (1.8% EC) | 20.0 d | 42.5 b | 50.0 bc | 55.0 cd | 62.5 bc | 65.0 b |
| 5. Chlorpyrifos (40% W/V EC) | 22.5 d | 35.0 b | 47.5 bc | 67.5 bc | 70.0 b | 95.0 a |
| 6. Cypermethrin (35% W/V EC) | 47.5 c | 85.0 a | 95.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 7. Chlorpyrifos + Cypermethrin | 75.0 b | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 8. Dinotefuran (Starkle 10% WP) | 35.0 cd | 45.0 b | 47.5 bc | 80.5 ab | 87.5 a | 90.0 a |
| 9. Control | 22.5 d | 27.5 b | 30.0 c | 32.5 e | 32.5 d | 40.0 c |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 34.11 | 22.4 | 21.77 | 15.82 | 12.65 | 11.26 |

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

**ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดจักจั่นอ้อย**

**2.1 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ**

จากการตรวจนับการตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยครั้งแรกที่ 1 วันหลังการทดสอบ พบว่า การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 82.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ และทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 วันหลังการทดสอบ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 วันหลังการทดสอบเช่นกัน และการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ลดอัตราสารเคมี) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 11 หลังการทดสอบ ส่วนการใช้ เชื้อรา *M. anisopliar* (M8) อย่างเดียว ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 5 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 1 หลังการทดสอบ และทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 21 วันหลังการทดสอบ ในขณะที่การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (Control) มีผลทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 17.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 1 หลังการทดสอบ และทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ 21 วันหลังการทดสอบ (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย โดยการใช้ชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง ในห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2564

| กรรมวิธี | การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันหลังการทดสอบ (DAI) | | | | | | |
| | 1 | 4 | 8 | 11 | 15 | 18 | 21 |
| 1. *Metarhizium anisopliar* (M8) | 5.0 d | 35.0 b | 55.0 b | 90.0 a | 95.0 a | 97.5 a | 100.0 a |
| 2. Imidacloprid อัตรา 30 ml/20 L | 37.5 bc | 90.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 3. *Metarhizium anisopliae* (M8) + Imidacloprid อัตรา 30 ml/20 L | 82.5 a | 90.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 4. *Metarhizium anisopliae* (M8) + Imidacloprid อัตรา 15 ml/20 L | 52.5 b | 77.5 a | 97.5 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 5. Control | 17.5 cd | 25.0 b | 40.0 b | 45.0 b | 50.0 b | 50.0 b | 50.0 b |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| C.V. (%) | 40.81 | 28.97 | 18.53 | 14.23 | 13.29 | 13.14 | 12.83 |

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

**2.2 การทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในสภาพโรงเรือน**

จากการตรวจนับการตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยครั้งแรกที่ 3 วันหลังการทดสอบ พบว่า การใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 92.5 และ 97.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในวันที่ 7 หลังการทดสอบ พบว่า การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (ลดอัตราสารเคมี) มีทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) เพียงอย่างเดียว เมื่อเวลาผ่านไป 24 วันหลังการทดสอบ ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 95.0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (Control) ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 27.5 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 3 หลังการทดสอบ และที่ 24 วันหลังการทดสอบ ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตาย 87.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยโดยการใช้ชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงในสภาพโรงเรือน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2564

| กรรมวิธี | การตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | วันหลังการทดสอบ (DAI) | | | | | | |
| | 3 | 7 | 10 | 13 | 17 | 21 | 24 |
| 1. *Metarhizium anisopliar* (M8) | 8.1 c | 30.0 c | 43.3 b | 56.7 b | 79.7 b | 87.5 b | 95.0 ab |
| 2. Imidacloprid อัตรา 30 ml/20 L | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 3. *Metarhizium anisopliae* (M8) + Imidacloprid อัตรา 30 ml/20 L | 92.5 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 4. *Metarhizium anisopliae* (M8) + Imidacloprid อัตรา 15 ml/20 L | 97.2 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a | 100.0 a |
| 5. Control | 27.5 b | 55.0 b | 60.0 b | 70.0 b | 80.0 b | 85.0 b | 87.5 b |
| F-test | ** | ** | ** | ** | ** | * | * |
| C.V. (%) | 12.40 | 14.85 | 16.25 | 18.91 | 9.64 | 8.53 | 6.42 |

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยวิธี DMRT

จากผลการทดลองใช้ชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid จะทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายเร็วและตายมากที่สุด แต่ในสภาพโรงเรือนกลับพบว่า การใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อย่างเดียวมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสภาพโรงเรือน จะมีอุณหภูมิสูงกว่าในห้องปฏิบัติการ ทำใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) เจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้ประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงลดลง และจากผลการทดสอบทั้ง 2 ขั้นตอน พบว่า กรรมวิธีที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (control) จะมีตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายค่อนข้างมาก ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการได้รับความกระทบกระเทือนจากการตรวจนับการตายของตัวอ่อนจักจั่นอ้อยในแต่ละครั้ง ที่ต้องนำดินออกจากกล่องทั้งหมดเพื่อตรวจนับ และนำกลับใส่กล่องไว้แบบเดิมหรือสภาพที่ทำการทดสอบอาจจะเล็กเกินไป ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อนจักจั่นอ้อย

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์และสารเคมีในการกำจัดจักจั่นอ้อยในห้องปฏิบัติการ (ขั้นตอนที่ 1) เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) มีประสิทธิภาพในการทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 17 วันหลังการทดสอบ และการใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid มีประสิทธิภาพทำให้ตัวอ่อนของจักจั่นอ้อยตายมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 วันหลังการทดสอบ และเมื่อทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ (ขั้นตอนที่ 2) เปรียบเทียบกับการใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) หรือสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อย่างใด

อย่างหนึ่ง พบว่า การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายมากที่สุด 82.5 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 1 วันหลังการทดสอบ และการทดสอบชีวภัณฑ์ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพในสภาพโรงเรือน การใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อย่างเดียว ทำให้ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ 3 วันหลังการทดสอบ

**คำแนะนำ**

ทั้งนี้หากต้องการป้องกันกำจัดตัวอ่อนจักจั่นอ้อยเพื่อแก้ปัญหาแบบเร่งด่วนในพื้นที่ที่มีการระบาดมาก การใช้สารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จะสามารถกำจัดและลดประชากรตัวอ่อนจักจั่นอ้อยได้อย่างรวดเร็ว แต่หากพื้นที่ที่เริ่มมีการระบาด การใช้เชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลง Imidacloprid อย่างต่อเนื่อง สามารถทำให้ ตัวอ่อนจักจั่นอ้อยตายได้อย่างรวดเร็วและเป็นการเพิ่มเชื้อรา *M. anisopliae* (M8) ให้เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่น ทำให้การป้องกันกำจัดตัวอ่อนจักจั่นอ้อยเป็นไปอย่างยั่งยืนอีกด้วย และสามารถใช้ในอัตราส่วนที่ลดลงครึ่งหนึ่งจากที่คำแนะนำการใช้ทั่วไป ทั้งนี้ผลการทดลองดังกล่าวเป็นการทดลองในสภาพโรงเรือนเท่านั้น ส่วนในสภาพแปลงปลูกอ้อยที่มีการระบาดของจักจั่นอ้อยจริงนั้น จะต้องทำการทดสอบวิธีการใช้ที่เหมาะสมต่อไป

**การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์**

ใช้เป็นข้อมูลสำหรับนักวิชาการหรือหน่วยงานภาครัฐอื่นๆ และเอกชนที่สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้รวมไปถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือแนะนำเกษตรกรใช้ในการแก้ไขปัญหาต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**


เกศสุดา สนศิริ และ วารี หงส์พฤกษ์. 2559. จักจั่น Platypleura cespiticola Boulard (Hemiptera : Cicadidae : Cicadinae) แมลงศัตรูอ้อยที่ควรเฝ้าระวัง. วาสารกีฏและสัตววิทยา. ปีที่ 34 ฉบับที่ 1 มกราคม- มิถุนายน 2559.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยแลน้ำตาลทราย. 2567. รายงานสถาณการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2566/67. กลุ่มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองยุทธศาสตร์และวางแผน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

Bolard, M. 2013 The Cicadas of Thailand Volume 2: Taxonomy and Sonic Ethology. Siri Scientific Press. Manchester, UK.436 p.

# การคัดเลือกพ่อแม่และลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI*

# Selection of Parent and Hybrid Cassava for High Amylose Content by *GBSSI* Markers


**รุ่งรวี บุญทั่ง[1/] สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1/] ธนาวดี ค้ำชู[1/]**
**ภานุวัฒน์ มูลจันทะ[1/] ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว[1/] นราชัย โพธิ์สาร[1/]**
**Rungravee Boontung[1/] Suwaluk Sansanee[1/] Tanavadee Kumchoo[1/]**
**Phanuwat Moonjuntha[1/] Sirilak Lankaew[1/] Narachai Phosan[1/]**



## ABSTRACT

Amylose content is an important trait for modify starch industry. Cassava variety development for high amylose could be enhance the value of cassava starch. The objective of this research aims to select cassava parent and hybrid for high amylose content by using Granule Bound Starch Synthase I (*GBSSI*) markers. The research was performed at Rayong Field Crops Research Center between 2022 and 2023. Results showed 71 cassava parents were homozygous dominant (*WxWx*), 11 cassava parents were heterozygous dominant (*Wxwx*) and 3 cassava parents were homozygous recessive (*wxwx*). Therefore, cassava parents were totally selected 82 lines/varieties for *WxWx* and *Wxwx.* Selected parents were fertilized and produced 517 hybrid seeds and then, performed for 252 hybrid lines for *GBSSI* genotypes analysis. Results exhibited 103 hybrids were *WxWx*, 116 hybrids were *Wxwx* and 5 hybrids were *wxwx* genotypes. Fifty-nine hybrids were selected by considering phenotypes and genotypes and demonstrated 29 lines were *WxWx* and 30 lines was *Wxwx* genotypes. These 59 hybrids lines will be evaluated further by cassava breeding program for high amylose variety.



**Keywords:** Granule Bound Starch Synthase I**,** High-amylose, Hybrid-cassava



[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ถ.สุขุมวิท ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ. ระยอง 21150

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Sukhumvit Rd, Huai Pong, Mueang Rayong, Rayong 21150

**บทคัดย่อ**

ปริมาณอะมิโลสเป็นลักษณะหนึ่งของแป้งมันสำปะหลัง ที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมแป้งดัดแปร การพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังให้มีปริมาณอะมิโลสสูงจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของแป้งมันสำปะหลัง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพ่อแม่และลูกผสมสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล Granule Bound Starch Synthase I (*GBSSI*) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองระหว่างปี 2565 - 2566 ผลการศึกษา พบว่า พ่อแม่มันสำปะหลังแสดงจีโนไทป์แบบลักษณะเด่น homozygous dominant (*WxWx*) จำนวน 71 ตัวอย่าง ลักษณะข่มร่วม heterozygous dominant (*Wxwx*) 11 ตัวอย่าง และ ลักษณะด้อย homozygous recessive (*wxwx*) 3 ตัวอย่าง สามารถคัดเลือกพ่อแม่มันสำปะหลังที่มีจีโนไทป์ *WxWx* และ *Wxwx* 82 พันธุ์/สายพันธุ์ และสามารถสร้างเมล็ดลูกผสมอะมิโลสสูงได้จำนวนทั้งสิ้น 517 เมล็ด เป็นลูกผสมที่สามารถวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรม *GBSSI* จำนวน 252 สายพันธุ์ ผลวิเคราะห์แสดงลูกผสมที่มีจีโนไทป์ *WxWx* จำนวน 103 สายพันธุ์ จีโนไทป์ *Wxwx* จำนวน 116 สายพันธุ์ และจีโนไทป์ *wxwx* จำนวน 5 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกลูกผสมโดยการพิจารณาจากลักษณะทางฟีโนไทป์ ร่วมกับการพิจารณาลักษณะทางจีโนไทป์ ได้จำนวนทั้งสิ้น 59 สายพันธุ์ โดยมีลูกผสมที่มีจีโนไทป์ *WxWx* จำนวน 29 สายพันธุ์ และลูกผสมที่มีจีโนไทป์ *Wxwx* จำนวน 30 สายพันธุ์ ลูกผสมที่คัดเลือกจะนำไปประเมินสายพันธุ์อะมิโลสสูงตามขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

**คำหลัก:** ยีน *GBSSI* อะมิโลสสูง ลูกผสมมันสำปะหลัง

**บทนำ**

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชหัวที่มีความสำคัญ เพราะแป้งมันสำปะหลังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมแป้งมัน อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยสามารถผลิตมันสำปะหลังได้ 30.6 ล้านตัน (ค่าประมาณการ) สามารถส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ได้ถึง 8.5 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าการส่งออกถึง 125,908 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) เพื่อรองรับกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและความต้องการของอุตสาหกรรม นักปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังจึงมีความพยายามในการวิจัยและพัฒนามันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ ที่แป้งมีคุณสมบัติจำเพาะในด้านต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการทำแป้งดัดแปร (modified starch) มีรายงานว่า แป้งที่มีอะมิโลสสูง สามารถทนต่อการย่อยได้ดี หรือที่เรียกว่าแป้งต้านทานการย่อย (resistant starch) ซึ่งทนต่อการย่อยของเอนไซม์ไฮโดรไลซิส (enzymatic hydrolysis) (Birt *et al*., 2013) จึงไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก และสามารถผ่านเข้าไปถึงบริเวณลำไส้ใหญ่ และถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ที่เรียกว่า พรีไบโอติก (prebiotics) เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดที่มีประโยชน์บริเวณลำไส้ใหญ่ (Englyst and Hudson, 1992) ซึ่งแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงนั้นเหมาะกับการผลิต resistant starches ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมแป้งดัดแปร เช่น

อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Zhang *et al*., 2017) ดังนั้น แป้งมันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจึงถือว่าเป็นแป้งต้านทานการย่อยซึ่งเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหาร (Zhang *et al*., 2017)

แป้งมันสำปะหลังมีโครงสร้างแบบโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส ประกอบด้วยสัดส่วนของอะมิโลส (amylose) 17%-24% และอะมิโลพคติน (amylopectin) 76-83% (Bahnassey *et al*., 1994) ความแตกต่างในอัตราส่วนระหว่างอะมิโลสกับอะมิโลเพคตินของมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละพันธุ์ (Asoaka *et al*., 1992) ขณะที่ Sánchez *et al*. (2009) ได้ศึกษาปริมาณอะมิโลสในแป้งมันสำปะหลังจากเชื้อพันธุ์กรรม ที่ the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT Cali, Colombia) จำนวนทั้งสิ้น 4,044 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่า มีปริมาณอะมิโลสอยู่ในช่วง 15% - 27% และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 21%

การคัดเลือกพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ช่วยให้การคัดเลือกพันธุ์มีความแม่นยำมากขึ้น งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้รายงานว่า ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์อะมิโลส Granule Bound Starch Synthase (*GBSS*), (Bahaji *et al*., 2014; Zhou *et al*., 2019) ทำหน้าที่ควบคุมการสังเคราะห์อะมิโลส จึงสามารถใช้ *GBSS* มาช่วยในการคัดเลือกมันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูงได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพ่อแม่และลูกผสมสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI* มาช่วยตัดสินใจและเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือก

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การคัดเลือกพ่อแม่มันสำปะหลัง

- ปลูกมันสำปะหลังจำนวน 94 พันธุ์/สายพันธุ์ จากธนาคารเชื้อพันธุกรรมของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2565 เก็บตัวอย่างใบอ่อนเมื่อมันสำปะหลังมีอายุประมาณ 3 เดือน นำใบอ่อนมันสำปะหลังประมาณ 100 กรัม มาสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB ตามกรรมวิธีของ Doyle and Doyle (1987)

- ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอและเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction (PCR) ด้วย 1% agarose gel electrophoresis (PAGE) และใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย SNAP (single-nucleotide-amplified polymorphism) โดยมี specific primers F2-RN และ F4-RN พัฒนาโดย Aiemnaka *et al*. (2012) (ตารางที่ 1) สำหรับตรวจสอบยีน *GBSSI* (Granule-bound starch synthase I) ด้วยสีย้อมเรืองแสง (fluorescence dye) โดยมีพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) และห้วยบง 80 (HB80) เป็นชุดควบคุมผลลบสำหรับการตรวจสอบลักษณะทางจีโนไทป์ของการสร้างอะมิโลส (ภาพที่ 1)

**การผสมพันธุ์พ่อแม่มันสำปะหลังอะมิโลสสูงเพื่อสร้างลูกผสม**

พ่อแม่มันสำปะหลังที่คัดเลือก ได้รับการผสมดอกเพื่อสร้างลูกผสมมันปะหลังอะมิโลสสูง ระหว่างเดือนกันยายน 2565 - มกราคม 2566 เมล็ดลูกผสมที่ได้ถูกนำมาเพาะจนได้เป็นต้นกล้าและย้ายลงแปลงทดลองในเดือน พฤษภาคม 2566

**การคัดเลือกลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูง**

- เก็บตัวอย่างใบอ่อนของลูกผสมเมื่อมีอายุได้ประมาณ 3 เดือน เพื่อสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี CTAB (Doyle and Doyle ,1987)

- การสกัดดีเอ็นเอ การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ และใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย SNAP เพื่อตรวจสอบยีน *GBSSI* ใช้วิธีการแบบเดียวกับขั้นตอนการคัดเลือกพ่อแม่มันสำปะหลัง

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ความถี่ของจีโนไทป์ (genotype frequency) อ้างอิงตามทฤษฎีของ Hardy-Weinberg จากสมการ

ความถี่จีโนไทป์ = จำนวนจีโนไทป์ที่ต้องการที่มีอยู่ในประชากรนั้น/จำนวนประชากรทั้งหมด

**สถานที่ดำเนินการทดลอง**

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองปี 2565/2566

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**การคัดเลือกพ่อแม่อะมิโลสสูงด้วยเครื่องหมายโมเลกุล**

**การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอของพ่อแม่มันสำปะหลัง**

ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 nm ประเมินการปะปนโปรตีน อาร์เอ็นเอ และสารประกอบอินทรีย์ตกค้างจากการสกัด ด้วยค่าอัตราส่วนการดูดกลืนแสง (OD) 260/280 โดยดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์นั้นควรมีค่าอัตราส่วน OD 260/280 อยู่ระหว่าง 1.80-2.00 ค่าอัตราส่วนต่ำกว่า 1.80 แสดงว่ามีโปรตีน และสารประกอบอินทรีย์ปะปนอยู่ ค่าอัตราส่วนมากแสดงถึงการปะปนของอาร์เอ็นเอ ผลการตรวจสอบพบว่า ดีเอ็นเอที่สกัดได้มีค่าอัตราส่วน OD 260/280 อยู่ระหว่าง 1.84 – 2.09 แสดงว่าดีเอ็นเอที่ได้มีความบริสุทธิ์ดี มีการปนเปื้อนต่ำ โดยความเข้มข้นที่สกัดได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 209.0-16,088.9 ng/μl (ตารางที่ 2)

**การวิเคราะห์ลักษณะการสร้างอะมิโลสที่ตำแหน่งของยีน *GBSSI***

วิเคราะห์ลักษณะการสร้างอะมิโลสที่ตำแหน่งของยีน *GBSSI* ด้วยด้วยดีเอ็นเอเครื่องหมาย F2-RN และ F4-RN โดยใช้ดีเอ็นเอของพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) และ ห้วยบง 80 (HB80) เป็นชุดควบคุมผลลบ ผลการศึกษาพบว่า เครื่องหมาย F2-RN และ F4-RN สามารถแยกลักษณะการสร้างอะมิโลสชนิด waxy (*wxwx*) คือไม่มีการสร้างอะมิโลส ออกจาก nonwaxy ทั้งแบบ homozygous dominant (*WxWx*) และ heterozygous (*Wxwx*) ได้ โดยไพรเมอร์ F2-RN

เป็นลำดับเบสในส่วนของอัลลีล C ที่สามารถจับกับเส้นของอัลลีล G ที่เป็นลักษณะ nonwaxy ดังนั้นไพรเมอร์ F2-RN จึงทำให้ปรากฏแถบดีเอ็นเอได้เฉพาะต้นที่มีลักษณะ nonwaxy เท่านั้น ส่วนไพรเมอร์ F4-RN คือไพรเมอร์ของอัลลีล G ที่ทำให้ปรากฏแถบดีเอ็นเอเฉพาะลักษณะ waxy และสามารถใช้แยกต้นที่เป็นจีโนไทป์ *WxWx* และ *Wxwx* ได้ (ตารางที่ 2) โดยมันสำปะหลังจำนวน 94 พันธุ์/สายพันธุ์ สามารถแบ่งได้เป็นต้นที่มีลักษณะ nonwaxy แบบ *WxWx* คือ ปรากฏแถบดีเอ็นเอเฉพาะไพรเมอร์ F2-RN มีจำนวน 71 ตัวอย่าง ต้นที่มีลักษณะ nonwaxy แบบ *Wxwx* คือ ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ทั้งไพรเมอร์ F2-RN และ F4-RN จำนวน 11 ตัวอย่าง ต้นที่มีลักษณะ waxy (*wxwx*) คือ ปรากฏแถบดีเอ็นเอเฉพาะไพรเมอร์ F4-RN จำนวน 3 ตัวอย่าง และต้นที่ไม่มีข้อมูล (-) จำนวน 9 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาความถี่ของจีโนไทป์ *WxWx* *Wxwx* และ *wxwx* ของยีน *GBSSI* พบว่าจีโนไทป์ *WxWx* มีความถี่ 0.84 ซึ่งสูงกว่า *Wxwx* และ *wxwx* ที่มีความถี่จีโนไทป์ 0.14 และ 0.03 ตามลำดับ (ภาพที่ 2ก) ดังนั้นจึงสามารถคัดเลือกพ่อแม่มันสำปะหลังที่มีจีโนไทป์ *WxWx* และ *Wxwx* ได้ทั้งสิ้น 82 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งพ่อแม่มันสำปะหลังจำนวน 82 พันธุ์/สายพันธุ์นี้ ได้นำมาผสมดอกเมื่อมันสำปะหลังออกดอกในช่วงเดือนกันยายน 2565 - มกราคม 2566 เพื่อสร้างลูกผสมอะมิโลสสูง

**ปริมาณอะมิโลสในพ่อแม่มันสำปะหลัง**

เนื่องจากปริมาณหัวสดของพ่อแม่มันสำปะหลังที่นำมาทดสอบมีไม่เพียงพอต่อการสกัดแป้งเพื่อวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส จึงได้รวบรวมและอ้างอิงข้อมูลปริมาณอะมิโลสจากการทดลองของจิณณจาร์และคณะ (2549, 2553, 2559) แสดงให้เห็นว่า พ่อแม่มันสำปะหลังที่นำมาทดสอบมีปริมาณอะมิโลสระหว่าง 16% - 31.6% โดยสายพันธุ์ CMR35-21-199 ให้ปริมาณอะมิโลสสูงสุด 31.6% ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีจีโนไทป์แบบ *WxWx* และพ่อแม่ที่มีจีโนไทป์ของลักษณะการสร้างอะมิโลสชนิด waxy (*wxwx*) ได้แก่ MCOL 922 และ CG 165-7 มีปริมาณอะมิโลส 21.1% และ 20.6% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาปริมาณอะมิโลสตามกลุ่มจีโนไทป์ของเครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI* ในประชากรพ่อแม่มันสำปะหลัง พบว่า กลุ่มจีโนไทป์ *WxWx* มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอะมิโลสมากที่สุด (25.6%) รองลงมาได้แก่กลุ่มจีโนไทป์ *Wxwx* (23.1%) และ *wxwx* (20.9%) ตามลำดับ (ภาพที่ 2ข)

**การคัดเลือกลูกผสมอะมิโลสสูงโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล**

**การผสมพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อสร้างลูกผสมอะมิโลสสูง**

พ่อแม่มันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูงที่ผ่านการคัดเลือกจากการใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI* ได้รับการผสมดอกระหว่างเดือน กันยายน 2565-มกราคม 2566 โดยมีจำนวนคู่ผสมทั้งหมด 79 คู่ผสม สามารถได้เมล็ดจากการผสมจำนวนทั้งสิ้น 517 เมล็ด ได้นำเมล็ดทั้งหมดเพาะลงในถุงชำ บันทึกข้อมูลความงอกพบว่ามีอัตราการงอก 100% จำนวน 23 คู่ผสม เมื่อเมล็ดมันสำปะหลังงอกเป็นต้นกล้าลูกผสมอายุประมาณ 45 วัน ได้ทำการคัดเลือกต้นกล้าลูกผสมที่แข็งแรงและย้ายลงปลูกจำนวน 396 ต้นในแปลงทดลองเมื่อเดือนพฤษภาคม 2566 (ตารางที่ 3)

**การตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอของลูกผสม**

เก็บตัวอย่างใบอ่อนเพื่อสกัดดีเอ็นเอเมื่อลูกผสมมีอายุได้ประมาณ 3 เดือน โดยเก็บตัวอย่างใบอ่อนได้ทั้งสิ้น 252 ตัวอย่าง เนื่องจากลูกผสมบางต้นได้ตายไปหลังจากย้ายปลูกลงแปลงทดลองในระยะต้นกล้า วัดปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากค่าการดูดกลืนแสงของอนุภาคดีเอ็นเอที่ความยาวคลื่น 260 nm และประเมินการปะปนโปรตีน อาร์เอ็นเอ และสารประกอบอินทรีย์ตกค้างจากการสกัดด้วยค่าอัตราส่วนการดูดกลืนแสง (OD) 260/280 พบว่าดีเอ็นเอได้ มีค่าอัตราส่วน OD 260/280 อยู่ระหว่าง 1.18-2.29 (ภาพที่ 3ก) แสดงว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้ของบางตัวอย่างอาจมีการปะปนของสารประกอบอินทรีย์และอาร์เอ็นเอ สำหรับความเข้มข้นที่สกัดได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 8.1-2,690.0 ng/µl (ภาพที่ 3ข)

**การคัดเลือกลูกผสมอะมิโลสสูง**

พิจารณาลักษณะจีโนไทป์ของการสร้างอะมิโลสของลูกผสมในตำแหน่งของยีน *GBSSI* จากดีเอ็นเอเครื่องหมายที่พัฒนาโดย Aiemnaka *et al*. (2012) โดยไพรเมอร์ F2-RN และ F4-RN พบว่าลูกผสมมีจีโนไทป์ *WxWx* จำนวน 103 ต้น จีโนไทป์ *Wxwx* จำนวน 116 ต้น และจีโนไทป์ *wxwx* จำนวน 5 ต้น (ภาพที่ 4ก) วิเคราะห์ความถี่ของจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม พบว่า *WxWx Wxwx* และ *wxwx* มีความถี่ของจีโนไทป์ 0.46 0.52 และ 0.02 ตามลำดับ (ภาพที่ 4ข) ทำการคัดเลือกลูกผสมโดยการพิจารณาจากลักษณะทางฟีโนไทป์ คือ ลำต้นแข็งแรง ไม่พบโรคและแมลง มีปริมาณหัวสดมากและหัวไม่ฉ่ำน้ำ ร่วมกับการพิจารณาลักษณะทางจีโนไทป์ สามารถคัดเลือกลูกผสมอะมิโลสสูงได้จำนวนทั้งสิ้น 59 สายพันธุ์ โดยมีลูกผสมที่มีจีโนไทป์แบบ *WxWx* จำนวน 29 สายพันธุ์ และลูกผสมที่มีจีโนไทป์แบบ *Wxwx* จำนวน 30 สายพันธุ์ (ภาพที่ 5) ลูกผสมอะมิโลสสูงจำนวน 59 สายพันธุ์นี้จะนำมาประเมินสายพันธุ์ตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังต่อไป

## สรุปผลการทดลอง

การใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI* สามารถคัดเลือกพ่อแม่มันสำปะหลังที่มีปริมาณอะมิโลสสูงได้จำนวน 82 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยพ่อแม่ที่คัดเลือกมีจีโนไทป์ *WxWx* จำนวน 71 ตัวอย่าง และมีจีโนไทป์ *Wxwx* จำนวน 11 ตัวอย่าง ได้ลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูง 252 สายพันธุ์ และคัดเลือกลูกผสมโดยพิจารณาจากลักษณะทางฟีโนไทป์ร่วมกับการใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI* ได้จำนวน 59 สายพันธุ์ โดยลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือก มีจีโนไทป์ *WxWx* จำนวน 29 สายพันธุ์ และมีจีโนไทป์ *Wxwx* จำนวน 30 สายพันธุ์

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน สถาบันชีววิทยาศาสตร์โมเลกุล มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับผลวิเคราะห์ทางพันธุกรรมจากห้องปฏิบัติการ และขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัย

## เอกสารอ้างอิง


จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ประพิศ วองเทียม ยุทธจักร วงศ์วัฒนะ อุมาพร รักษาพราหมณ์ พิสมัย พลพวก จงรักษ์ จารุเนตร รุ่งรวี บุญทั่ง สุพรรณณี เป็งคำ จินดา จิตจักร. 2553. การจำแนกและประเมินลักษณะทางคุณภาพของหัวและคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งในเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง *ใน* : *รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุดปี 2553.* ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร

จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ประพิศ วองเทียม อุมาพร รักษาพราหมณ์ จิตติลักษณ์ พลพวก จารุวรรณ บางแวก จินดา จิตจักร. 2559. การจำแนกและประเมินลักษณะทางคุณภาพของหัวคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งและคุณภาพของท่อนพันธุ์ในเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง *ใน* : *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553-2558*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร

จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข อัจฉรา ลิ่มศิลา ดนัย ศุภาหาร จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา สมศักดิ์ ทองศรี ปริญญา สีบุญเรือง ปรีชา แสงโสดา ธำรง เชื้อกิตติศักดิ์ สุชาติ คำอ่อน นิพนธ์ ภาชนะวรรณ จักรพรรดิ วุ้นสีแซง ยุทธจักร วงศ์วัฒนะ รุ่งรวี บุญทั่ง จินดา จิตจักร. 2553. การศึกษาคุณสมบัติของแป้ง (ลูกผสมชุดปี 2546-2548) *ใน* : *รายงานเรื่องเต็มผลการทดลองสิ้นสุดปีงบประมาณ 2553*. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร

จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข โอภาษ บุญเส็ง ศุภชัย สารกาญจน์ ประพิศ วองเทียม จงรักษ์ จารุเนตร อุมาพร รักษาพราหมาณ์ พิสมันย พลพวก ภคินี อัครเวสสรพงศ์ ยุพดี สิทธิบุศย์ ไชยยศ เพชระบูรณิน. 2549. ศึกษาคุณภาพของหัวและคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งของพันธุ์มันสำปะหลัง. หน้า 71 – 111. *ใน* : *รายงานผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ประจำปี 2547-2548*, ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2567. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2566. แหล่งข้อมูล: https://oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2567/tradestat2566.pdf. สืบค้น: 15 กรกฎาคม 2567.

Aiemnaka, P., A. Wongkaew, J. Chanthaworn, S.K. Nagashima, S. Boonma, J. Authapun, S. Jenweerawat, P. Kongsila, P. Kittipadakul, S.Nakasathien, and T. Sreewongchai. 2012. Molecular characterization of a spontaneous waxy starch mutation in cassava. *Crop Sci.* 52(5): 2121-2130.

Asaoka, M., J.M.C. Blanshard, and J.E. Rickard. 1992. Effects of cultivar and growth season on the gelatinization properties of cassava (*Manihot esculenta*) starch. *J. Sci. Food Agric*. 59: 53-58.

Bahaji, A., J. Li, ÁM. Sánchez-López, E. Baroja-Fernández, F.J. Muñoz, M. Ovecka, G. Almagro, M. Montero, I. Ezquer, and E. Etxeberria. 2014. Starch biosynthesis, its regulation and biotechnological approaches to improve crop yields. *Biotechnol. Adv.* 32: 87-106.

Bahnassey, Y. A., and W.M. Breene. 1994. Rapid Visco-Analyzer (RVA) pasting properties of wheat, corn, waxy corn, tapioca and amaranth starches (A. hypochondriacus and A. cruentus) in the presence of konjac flour, gellan, guar, xanthan and locust bean gums. *Starch-Stärke*. 4: 134-141.

Birt, D.F., T. Boylston, S. Hendrich, J. Jane, J. Hollis, L. Li, J. McClelland, S. Moore, G.J. Phillips, and M. Rowling. 2013. Resistant starch: Promise for improving human health. *Adv. Nutr*. 4: 587-601.

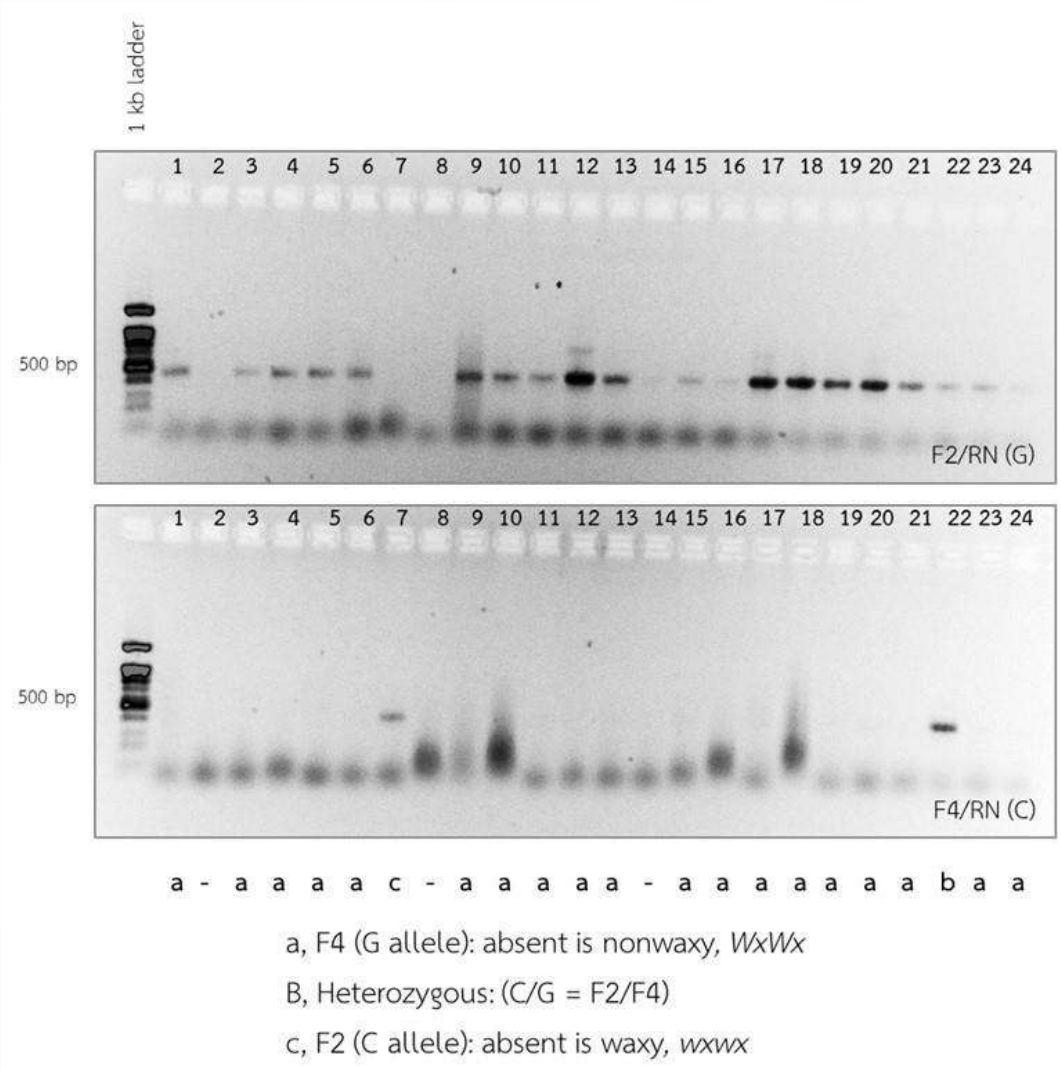
Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochem. Bull.* 19: 11-15.

Englyst, H.N., and G.J. Hudson. 1992. The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chem.* 57: 15-21.

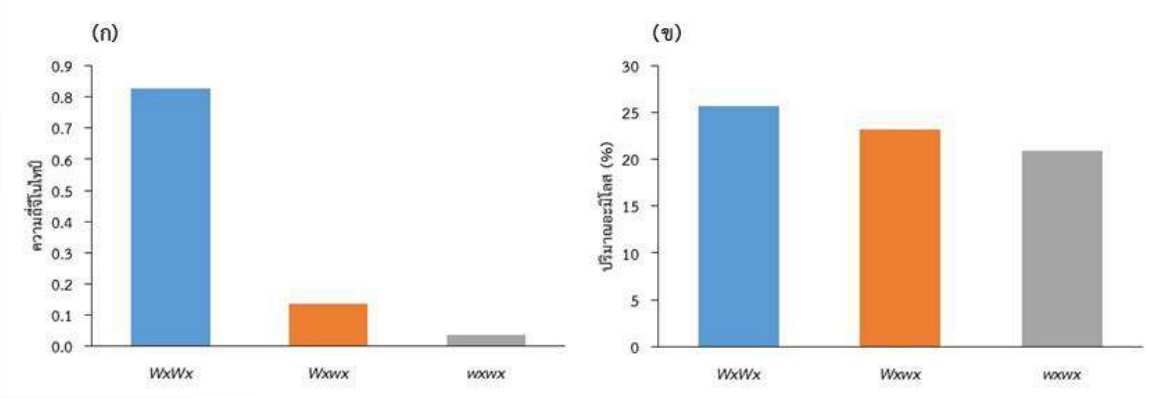
Sánchez, T., E. Salcedo, H. Ceballos, D. Dufour, G. Mafla, N. Morante, F. Calle, J.C. Pérez, D. Debouck, G. Jaramillo, and I.X. Moreno. 2009. Screening of starch quality traits in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Starch-Stärke*, 61(1): 12-19.

Zhang, P., Q. Ma, M. Naconsie, X. Wu, W. Zhou, and J. Yang. 2017. Advances in genetic modification of cassava. pp. 1-20. *In*: C. Hershey. ed. *Achieving Sustainable Cultivation of Cassava Volume 2, Genetics, Breeding, Pests and Diseases*. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.

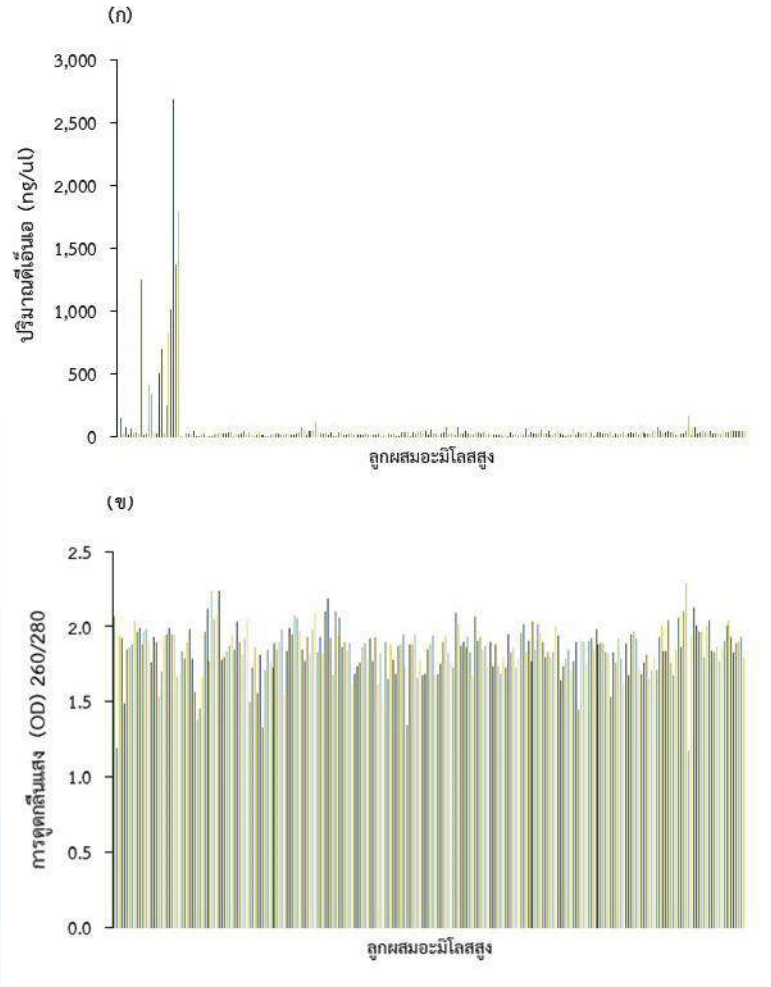
Zhou, W., S. Zhao, S. He, Q. Ma, X. Lu, X. Hao, H. Wang, J. Yang, and P. Zhang. 2019. Production of very-high-amylose cassava by post-transcriptional silencing of branching enzyme genes. *J. Integr. Plant Biol.* 00: 1-15.



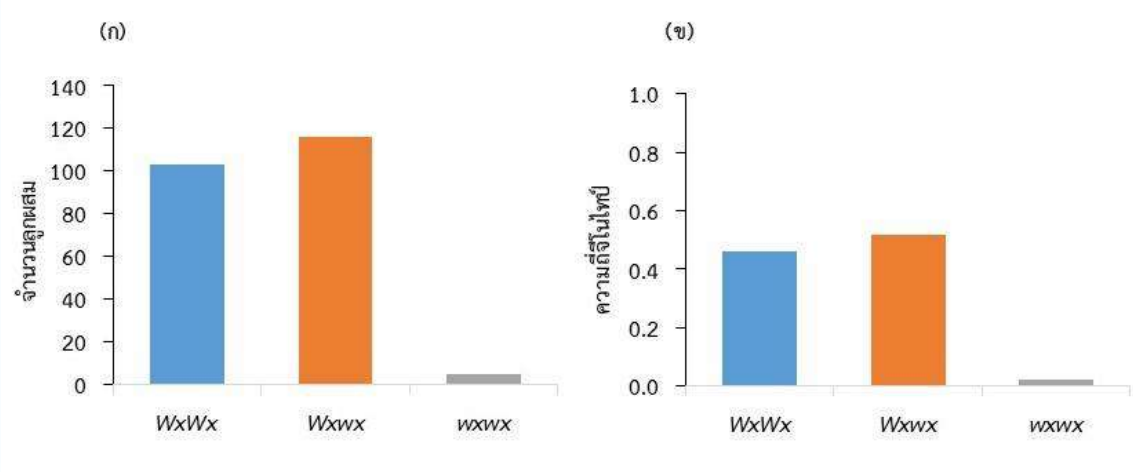

**ภาพที่ 1** ตัวอย่างแถบดีเอ็นเอของการตรวจจีโนไทป์ในตำแหน่งของยีน *GBSSI* ด้วยไพรเมอร์ F2-RN และ F4-RN



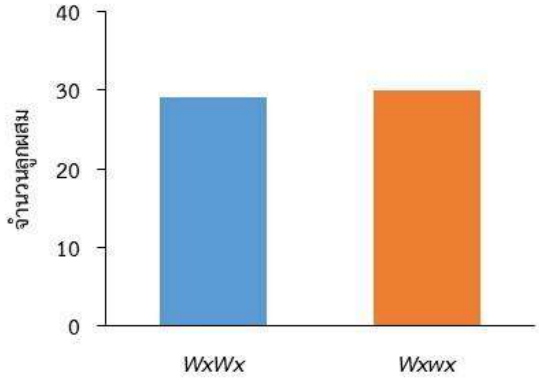

**ภาพที่ 2** (ก) ความถี่ของจีโนไทป์ของปริมาณอะมิโลส และ (ข) ค่าเฉลี่ยของปริมาณอะมิโลส (%) ตามกลุ่มจีโนไทป์ ของประชากรพ่อแม่มันสำปะหลัง




**ภาพที่ 3** (ก) ค่าอัตราส่วนการดูดกลืนแสง (OD) 260/280 และ (ข) ปริมาณความเข้มข้นของดีเอ็นเอที่สกัดได้ ของลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูง




**ภาพที่ 4** (ก) จำนวนลูกผสมตามกลุ่มของจีโนไทป์ และ (ข) ความถี่ของจีโนไทป์ ในประชากรลูกผสมมันสำปะหลังอะมิโลสสูง




**ภาพที่ 5** จำนวนลูกผสมที่ถูกคัดเลือกแบ่งตามกลุ่มจีโนไทป์ การคัดเลือกพิจารณาจากลักษณะทางฟีโนไทป์ร่วมกับการคัดเลือกโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล *GBSSI*

**ตารางที่ 1** ไพรเมอร์ F2-RN และ F4-RN ที่เฉพาะเจาะจงต่อตำแหน่งยีน *GBSSI* ที่ใช้ในการจำแนกลักษณะการสร้างอะมิโลสในมันสำปะหลัง

| Allele | Forward Primer | Nucleotides no. (bp) | Product size (bp) |
|---|---|---|---|
| C | F2: [GC]ATGTTGAAGTAAGTAAAG**ATGC** | 24 | 474 |
| | RN: TGCTCAAGGCGTGGGAACGT | 20 | |
| G | F4: [GC]ATGTTGAAGTAAGTAAAG**ATGG** | 24 | 474 |
| | RN: TGCTCAAGGCGTGGGAACGT | 20 | |

ที่มา : Aiemnaka *et al*, 2012

**ตารางที่ 2** ปริมาณดีเอ็นเอ ความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอ การจำแนกลักษณะทางจีโนไทป์โดยการใช้ไพรเมอร์ F2-RN และ F4-RN และปริมาณอะมิโลส (%) ของพ่อแม่มันสำปะหลัง

| ตัวอย่าง | พันธุ์/สายพันธุ์ | ปริมาณดีเอ็นเอ (ng/ul) | OD 260/280 | F2-RN | F4-RN | จีโนไทป์ | อะมิโลส (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 56/5 | 2,771.4 | 1.92 | √ | | a | 28.0 |
| 2 | SM302-5 | 1,882.8 | 1.92 | | | – | 28.5 |
| 3 | (R x CMC84)21-5Q | 2,869.8 | 1.93 | √ | | a | 29.9 |
| 4 | CMK23-70-3 | 1,794.5 | 1.92 | √ | | a | 29.4 |
| 5 | CMR35-91-63 | 3,981.4 | 1.94 | √ | | a | 28.8 |
| 6 | CMR31-06-103 | 3,212.5 | 1.97 | √ | | a | 28.4 |
| 7 | MCOL1178 | 1,515.6 | 1.93 | | √ | c | - |
| 8 | CM6125-117 S2-56-23-3 NM | 2,243.6 | 1.88 | | | – | - |
| 9 | CMR35-22-348 | 2,400.1 | 1.96 | √ | | a | 28.2 |
| 10 | CMR35-26-369 | 2,143.0 | 1.97 | √ | | a | 28.4 |
| 11 | MMAL27 S4-57-84-2-06 | 1,247.7 | 1.99 | √ | | a | N/A |
| 12 | MKU2-162 | 1,758.3 | 1.99 | √ | | a | 29.3 |
| 13 | CMR30-238-34 S2 56-9-9 | 3,300.0 | 2.04 | √ | | a | - |
| 14 | CMR31-09-71 | 974.6 | 1.94 | | | – | 28.4 |
| 15 | CMR31-37-105 | 2,380.9 | 1.89 | √ | | a | 28.8 |
| 16 | (V1 x R)20-15 | 765.0 | 1.98 | √ | | a | 28.7 |
| 17 | OMR34-25-26 | 1,713.7 | 2.07 | √ | | a | 28.5 |
| 18 | V.1 | 1,653.8 | 2.01 | √ | | a | 28.4 |
| 19 | (R x CMC84)21-1Q | 2,248.4 | 2.01 | √ | | a | 28.1 |
| 20 | CMR26-08-61 | 1,261.7 | 1.95 | √ | | a | 31.1 |
| 21 | CMR34-44-40 | 1,565.6 | 1.89 | √ | | a | 31.0 |
| 22 | CM33-06-3 | 698.5 | 1.91 | √ | √ | b | 28.9 |
| 23 | Variegate(green) | 1,231.5 | 1.95 | √ | | a | 30.2 |
| 24 | SR18-2289 | 1,775.0 | 1.95 | √ | | a | 29.0 |
| 25 | CM451-1 | 1,558.0 | 1.91 | √ | | a | 28.6 |
| 26 | CMR38-66-1 | 2,270.2 | 2.00 | √ | √ | b | 30.4 |
| 27 | CMR23-149-128 | 1,455.5 | 1.95 | √ | | a | 28.3 |
| 28 | 29-77-5 | 1,872.1 | 2.02 | √ | √ | b | 29.9 |
| 29 | CMR23-149-118 | 1,762.5 | 1.95 | √ | | a | 28.1 |
| 30 | CR30 | 1,740.2 | 1.97 | √ | | a | - |
| 31 | CMR35-21-96 | 4,238.2 | 2.06 | √ | | a | 28.5 |
| 32 | CMR35-21-36 | 3,814.3 | 2.04 | √ | | a | 30.4 |
| 33 | (R x Hanatee)21-28Q | 2,382.0 | 2.03 | √ | | a | 29.0 |
| 34 | CMR24-43-36 | 1,801.9 | 2.01 | | | – | 28.2 |
| 35 | R2 | 2,424.5 | 2.00 | √ | | a | 29.0 |
| 36 | CMK23-27-30 | 1,331.0 | 1.94 | √ | | a | 28.0 |
| 37 | CM5257-33 | 773.8 | 2.08 | | | – | 28.7 |
| 38 | CR17-82 | 633.6 | 1.97 | √ | | a | 28.5 |
| 39 | CMR34-79-48 | 6,162.8 | 1.94 | √ | | a | 29.6 |
| 40 | MIND33 | 1,857.0 | 1.95 | √ | | a | 28.8 |
| 41 | CMR34-35-36 | 4,145.0 | 1.96 | √ | | a | 29.8 |
| 42 | CMR35-21-199 | 3,263.3 | 1.96 | √ | | a | 31.6 |
| 43 | CMR23-07-10 | 4,793.3 | 1.92 | √ | | a | 28.1 |
| 44 | R9 | 5,843.4 | 1.98 | √ | | a | 24.0 |
| 45 | HB80 | 2,456.4 | 1.97 | √ | | a | 23.9 |
| 46 | R7 | 4,224.9 | 2.07 | √ | | a | 23.0 |
| 47 | Variegate | 1,522.1 | 1.97 | √ | | a | 29.1 |
| 48 | KU50 | 2,470.9 | 2.00 | √ | | a | 22.4 |

**ตารางที่ 2** (ต่อ)

| ตัวอย่าง | พันธุ์/สายพันธุ์ | ปริมาณดีเอ็นเอ (ng/ul) | OD 260/280 | F2-RN | F4-RN | จีโนไทป์ | อะมิโลส (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 49 | CMR23-117-4 | 2,237.1 | 2.04 | √ | | a | 28.4 |
| 50 | R3 | 3,499.8 | 2.09 | √ | | a | 22.8 |
| 51 | R1 | 2,561.3 | 2.00 | √ | | a | 23.0 |
| 52 | HB60 | 2,692.4 | 2.06 | √ | | a | 23.3 |
| 53 | KU72 | 2,346.4 | 2.02 | √ | | a | - |
| 54 | R72 | 2,093.4 | 2.06 | √ | | a | 22.2 |
| 55 | CMH22-77-1 | 973.5 | 2.02 | √ | | a | 28.5 |
| 56 | R11 | 2,564.8 | 2.05 | √ | | a | 22.4 |
| 57 | SM1541-32 | 879.3 | 2.02 | √ | | a | 29.1 |
| 58 | CMR25-221-384 | 3,141.8 | 1.92 | √ | | a | 28.4 |
| 59 | CMR35-26-303 | 5,864.8 | 1.93 | √ | | a | 28.2 |
| 60 | CMR33-38-48 | 4,788.5 | 1.94 | √ | | a | 28.9 |
| 61 | (R x Hanatee)21-21Q | 5,352.7 | 1.95 | √ | | a | 28.7 |
| 62 | MBRA 534 | 5,262.0 | 1.94 | √ | | a | 19.8 |
| 63 | MCOL 922 | 664.4 | 1.84 | | √ | c | 21.1 |
| 64 | MECU 135 | 5,125.9 | 2.02 | √ | | a | 20.5 |
| 65 | MBRA 852 | 3,481.1 | 2.03 | | | – | 20.0 |
| 66 | MCUB 29 | 1,708.7 | 1.94 | √ | | a | 19.1 |
| 67 | MPAN 137 | 1,666.9 | 1.91 | √ | | a | 20.5 |
| 68 | MBRA 165 | 5,154.7 | 2.01 | √ | √ | b | 20.8 |
| 69 | CG 165-7 | 2,662.0 | 2.00 | | √ | c | 20.6 |
| 70 | MPAR 104 | 6,558.9 | 1.99 | √ | | a | 19.9 |
| 71 | MECU 104 | 6,578.0 | 2.03 | √ | | a | 18.5 |
| 72 | MBRA 514 | 4,132.1 | 1.97 | √ | | a | 19.3 |
| 73 | MVEN 45 A | 1,659.4 | 1.93 | √ | √ | b | 19.1 |
| 74 | CG 402-11 | 267.3 | 1.92 | | | – | 20.4 |
| 75 | MCOL 1186 A | 309.8 | 1.90 | | | – | 20.9 |
| 76 | MCOL 306 | 209.0 | 1.95 | | | – | 20.7 |
| 77 | MCOL 2306 | 3,786.4 | 1.92 | √ | | a | 16.2 |
| 78 | MPER 178 | 13,738.4 | 1.99 | √ | | a | 19.1 |
| 79 | MMEX 65 | 6,723.4 | 1.90 | √ | √ | b | 20.3 |
| 80 | CG 1118-121 | 10,453.6 | 1.87 | √ | | a | 16.0 |
| 81 | MPER 612 | 8,789.4 | 1.91 | √ | √ | b | 21.3 |
| 82 | CR 25 | 8,692.4 | 1.91 | √ | | a | 20.8 |
| 83 | MCOL 1490 L | 6,617.2 | 2.00 | √ | | a | 19.5 |
| 84 | MPER 286 L | 8,535.0 | 2.01 | √ | | a | 21.1 |
| 85 | MVEN 173 | 8,719.0 | 2.03 | √ | | a | 20.1 |
| 86 | MBRA 337 | 13,024.0 | 1.97 | √ | √ | b | 20.0 |
| 87 | MECU 159 L | 14,251.9 | 2.04 | √ | √ | b | 20.6 |
| 88 | MBRA 311 L | 10,825.4 | 2.03 | √ | √ | b | 20.7 |
| 89 | CMR33-38-48 | 16,088.9 | 1.98 | √ | | a | 21.3 |
| 90 | CMR38-106-32 | 10,671.6 | 1.99 | √ | | a | 22.1 |
| 91 | CMR38-125-77 | 5,269.1 | 1.94 | √ | | a | 21.0 |
| 92 | V.25 | 4,355.8 | 1.97 | √ | √ | b | 22.4 |
| 93 | V.24 | 5,498.8 | 2.00 | √ | | a | 22.7 |
| 94 | V.30 | 5,325.3 | 1.98 | √ | | a | 22.1 |

√ = ปรากฏแถบดีเอ็นเอ - = ไม่ระบุข้อมูล

a = homyzygous dominant (*WxWx*) b = heterozygous dominant (*Wxwx*) c = homozygous recessive (*wxwx*)

**ตารางที่ 3** ลำดับคู่ผสม จำนวนเมล็ดที่ได้จากการผสมพันธุ์ และอัตราการงอก (%) ของเมล็ดลูกผสมอะมิโลสสูง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ปี 2565/2566

| ลำดับที่ | CODE | แม่ | พ่อ | จน. เมล็ด | %งอก | ย้ายปลูก |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CMRA66-01 | CMK23-70-3 | CMR34-44-40 | 10 | 80 | 8 |
| 2 | CMRA66-02 | CMK23-70-3 | CMR23-149-128 | 3 | 67 | 2 |
| 3 | CMRA66-03 | CMK23-70-3 | CMH22-77-1 | 1 | 100 | 1 |
| 4 | CMRA66-04 | CMK23-70-3 | (V1 x R)20-15 | 6 | 67 | 4 |
| 5 | CMRA66-05 | MKU2-162 | CMR23-07-10 | 2 | 100 | 2 |
| 6 | CMRA66-06 | CMR31-09-71 | CMR35-22-348 | 6 | 67 | 4 |
| 7 | CMRA66-07 | CMR31-09-71 | MKU2-162 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | CMRA66-08 | CMR31-09-71 | CMR26-08-61 | 5 | 60 | 3 |
| 9 | CMRA66-09 | CMR31-09-71 | CMR34-44-40 | 15 | 93 | 14 |
| 10 | CMRA66-10 | CMR31-09-71 | Variegate | 3 | 67 | 2 |
| 11 | CMRA66-11 | CMR31-09-71 | CMH22-77-1 | 2 | 50 | 1 |
| 12 | CMRA66-12 | CMR31-09-71 | (R x Hanatee)21-21Q | 3 | 33 | 1 |
| 13 | CMRA66-13 | CMR31-09-71 | CMK23-70-3 | 2 | 50 | 1 |
| 14 | CMRA66-14 | CMR31-09-71 | (V1 x R)20-15 | 2 | 50 | 1 |
| 15 | CMRA66-15 | (V1 x R)20-15 | (R x CMC84)21-1Q | 11 | 82 | 9 |
| 16 | CMRA66-16 | (V1 x R)20-15 | CMR34-44-40 | 8 | 100 | 8 |
| 17 | CMRA66-17 | (R x CMC84)21-1Q | CMR35-22-348 | 1 | 100 | 1 |
| 18 | CMRA66-18 | (R x CMC84)21-1Q | (R x Hanatee)21-28Q | 8 | 88 | 7 |
| 19 | CMRA66-19 | CMR34-44-40 | (V1 x R)20-15 | 14 | 86 | 12 |
| 20 | CMRA66-20 | CMR34-44-40 | (R x CMC84)21-1Q | 1 | 0 | 0 |
| 21 | CMRA66-21 | CMR34-44-40 | CMR23-149-128 | 9 | 44 | 4 |
| 22 | CMRA66-22 | CMR34-44-40 | CMR23-07-10 | 2 | 100 | 2 |
| 23 | CMRA66-23 | CMR34-44-40 | Variegate | 3 | 100 | 3 |
| 24 | CMRA66-24 | CMR34-44-40 | (R x Hanatee)21-21Q | 21 | 100 | 21 |
| 25 | CMRA66-25 | CM451-1 | CMR35-22-348 | 3 | 100 | 3 |
| 26 | CMRA66-26 | CM451-1 | MKU2-162 | 2 | 100 | 2 |
| 27 | CMRA66-27 | CM451-1 | (V1 x R)20-15 | 4 | 100 | 4 |
| 28 | CMRA66-28 | CM451-1 | CMR26-08-61 | 3 | 100 | 3 |
| 29 | CMRA66-29 | CM451-1 | CMR34-44-40 | 5 | 80 | 4 |
| 30 | CMRA66-30 | CM451-1 | CMR23-149-128 | 31 | 87 | 27 |
| 31 | CMRA66-31 | CM451-1 | (R x Hanatee)21-28Q | 6 | 100 | 6 |
| 32 | CMRA66-32 | CM451-1 | CMR23-07-10 | 13 | 77 | 10 |
| 33 | CMRA66-33 | CM451-1 | Variegate | 8 | 100 | 8 |
| 34 | CMRA66-34 | CM451-1 | (R x Hanatee)21-21Q | 23 | 83 | 19 |
| 35 | CMRA66-35 | CMR23-149-128 | CMK23-70-3 | 6 | 83 | 5 |
| 36 | CMRA66-36 | CMR23-149-128 | (V1 x R)20-15 | 2 | 100 | 2 |
| 37 | CMRA66-37 | CMR23-149-128 | CMR34-44-40 | 11 | 73 | 8 |
| 38 | CMRA66-38 | CMR23-149-128 | CMR23-07-10 | 3 | 100 | 3 |
| 39 | CMRA66-39 | CMR23-149-128 | Variegate | 15 | 60 | 9 |
| 40 | CMRA66-40 | CMR23-149-128 | CMH22-77-1 | 1 | 100 | 1 |
| 41 | CMRA66-41 | CMR23-149-128 | (R x Hanatee)21-21Q | 21 | 71 | 15 |
| 42 | CMRA66-42 | (R x Hanatee)21-28Q | CMR34-44-40 | 1 | 100 | 1 |
| 43 | CMRA66-43 | R2 | CMR23-07-10 | 3 | 100 | 3 |
| 44 | CMRA66-44 | CM5257-33 | MKU2-162 | 3 | 67 | 2 |
| 45 | CMRA66-45 | CM5257-33 | (V1 x R)20-15 | 5 | 80 | 4 |
| 46 | CMRA66-46 | CM5257-33 | CMR34-44-40 | 3 | 0 | 0 |
| 47 | CMRA66-47 | CM5257-33 | CMR23-149-128 | 6 | 83 | 5 |
| 48 | CMRA66-48 | CM5257-33 | CMR23-07-10 | 7 | 71 | 5 |
| 49 | CMRA66-49 | CM5257-33 | CMH22-77-1 | 7 | 14 | 1 |
| 50 | CMRA66-50 | CM5257-33 | (R x Hanatee)21-21Q | 64 | 92 | 59 |

**ตารางที่ 3** (ต่อ)

| ลำดับที่ | CODE | แม่ | พ่อ | จน. เมล็ด | %งอก | ย้ายปลูก |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51 | CMRA66-51 | CMR23-07-10 | CMK23-70-3 | 4 | 75 | 3 |
| 52 | CMRA66-52 | CMR23-07-10 | CMR34-44-40 | 6 | 67 | 4 |
| 53 | CMRA66-53 | CMR23-07-10 | CMR23-149-128 | 5 | 80 | 4 |
| 54 | CMRA66-54 | CMR23-07-10 | Variegate | 7 | 57 | 4 |
| 55 | CMRA66-55 | CMR23-07-10 | CMH22-77-1 | 2 | 100 | 2 |
| 56 | CMRA66-56 | CMR23-07-10 | (R x Hanatee)21-21Q | 7 | 100 | 7 |
| 57 | CMRA66-57 | Variegate | (V1 x R)20-15 | 5 | 100 | 5 |
| 58 | CMRA66-58 | Variegate | SR18-2289 | 2 | 100 | 2 |
| 59 | CMRA66-59 | Variegate | CMR23-149-128 | 17 | 65 | 11 |
| 60 | CMRA66-60 | Variegate | CMH22-77-1 | 15 | 87 | 13 |
| 61 | CMRA66-61 | Variegate | (R x Hanatee)21-21Q | 6 | 83 | 5 |
| 62 | CMRA66-62 | Variegate | CMK23-70-3 | 2 | 100 | 2 |
| 63 | CMRA66-63 | Variegate | A1 (พันธุ์แท้) | 2 | 50 | 1 |
| 64 | CMRA66-64 | CMH22-77-1 | SR18-2289 | 1 | 0 | 0 |
| 65 | CMRA66-65 | CMH22-77-1 | CMR23-149-128 | 2 | 50 | 1 |
| 66 | CMRA66-66 | CMH22-77-1 | CMR23-07-10 | 3 | 0 | 0 |
| 67 | CMRA66-67 | CMH22-77-1 | (R x Hanatee)21-21Q | 1 | 0 | 0 |
| 68 | CMRA66-68 | CMH22-77-1 | (R x CMC84)21-1Q | 2 | 0 | 0 |
| 69 | CMRA66-69 | CMH22-77-1 | (V1 x R)20-15 | 3 | 0 | 0 |
| 70 | CMRA66-70 | (R x Hanatee)21-21Q | (V1 x R)20-15 | 1 | 0 | 0 |
| 71 | CMRA66-71 | (R x Hanatee)21-21Q | CMR34-44-40 | 2 | 50 | 1 |
| 72 | CMRA66-72 | (R x Hanatee)21-21Q | CMR23-149-128 | 4 | 75 | 3 |
| 73 | CMRA66-73 | (R x Hanatee)21-21Q | (R x Hanatee)21-28Q | 3 | 33 | 1 |
| 74 | CMRA66-74 | (R x Hanatee)21-21Q | CMR23-07-10 | 2 | 0 | 0 |
| 75 | CMRA66-75 | (R x Hanatee)21-21Q | Variegate | 3 | 67 | 2 |
| 76 | CMRA66-76 | (R x Hanatee)21-21Q | CMH22-77-1 | 4 | 50 | 2 |
| 77 | CMRA66-77 | V.1 | (V1 x R)20-15 | 6 | 33 | 2 |
| 78 | CMRA66-78 | MMAL 27 S4 | CMK23-70-3 | 2 | 0 | 0 |
| 79 | CMRA66-79 | MMAL 27 S4 | (V1 x R)20-15 | 3 | 33 | 1 |

# การศึกษาลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา ของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศ

# Morphological and Physiological Characterization of Newly Imported Cassava Varieties

**สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1/] ประพิศ วองเทียม[2/] กุลชาต นาคจันทึก[1/] จิระนันท์ โพธิ์พัฒน์[1/]**

**Suwaluk Sansanee[1/] Prapit Wongtiem[2/] Kulachart Nakchantuk[1/] Jiranun Phopat[1/]**

## ABSTRACT

Study on morphological and physiological characterization of newly imported cassava varieties aims to classify the morphological-physiological characteristics for basic information of imported new varieties, which researchers and breeders can utilize for parent selection in breeding program. New imported 7 cassava varieties namely IITA-TMS-IBA 980581, IITA-TMS-IBA 972205, IITA-TMS-IBA 980505, IITA -TMS-IBA 920057, TMEB 419, C33 and TME3 were evaluated for 48 morphological-physiological characteristics according to The International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) at 4 growth stages: 1) 2 traits were evaluated at 3 months after planting. 2) 14 traits were evaluated at 6 months after planting 3). 9 traits were evaluated at 9 months after planting, and 4) 23 traits were evaluated at 12 months after planting. Therefore, major characteristics of cassava obtained from the evaluation of morphological-physiological characteristics can be used to distinguish the differences between varieties. Hence, all 48 cassava characteristics are consistent with the draft of the Test guideline of The International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) for new cassava variety.

**Keywords:** Morphological and Physiological, Cassava Varieties

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21150

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Huaypong, Muang, Rayong, 21150

[2/] สำนักวิจัยและพัฒนาการพัฒนาเกษตรเขตที่ 8 ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

[2/] Office of Agricultural Research and Development Region 8, Hatyai, Hatyai, Songkhla, 90110

**บทคัดย่อ**

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้ามาใหม่จากต่างประเทศ สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานให้นักวิจัยและนักปรับปรุงพันธุ์นำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ โดยดำเนินการประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา ตามหลัก IPGRI จำนวน 48 ลักษณะ ของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้ามาใหม่จากต่างประเทศ จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ IITA-TMS-IBA 980581 IITA-TMS-IBA 972205 IITA-TMS-IBA 980505 IITA-TMS-IBA 920057 TMEB 419 C33 และ TME3 แบ่งการประเมินเป็น 4 ช่วงอายุ คือ 1) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก จำนวน 2 ลักษณะ 2) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 6 เดือนหลังปลูก จำนวน 14 ลักษณะ 3) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก จำนวน 9 ลักษณะ และ 4) ประเมินลักษณะในระยะเก็บเกี่ยว (12 เดือน) จำนวน 23 ลักษณะ ซึ่งลักษณะสำคัญของมันสำปะหลังที่ได้จากการประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา สามารถบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ข้อมูลลักษะทางสัณฐานและสรีรวิทยาที่ได้ศึกษาทั้งหมด 48 ลักษณะนี้ เป็นลักษณะที่สอดคล้องกับการร่างหลักเกณฑ์การการตรวจสอบลักษณะพันธุ์พืช (Test guideline) มันสำปะหลังของการคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ (International Conservation for the Protection of New Varieties of Plant: UPOV)

**คำหลัก:** ลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา พันธุ์มันสำปะหลัง

**บทนำ**

ข้อมูลลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยานำมาใช้ในการบ่งชี้พันธุ์มันสำปะหลังเบื้องต้น ใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการจำแนกลักษณะพันธุ์มันสำปะหลังให้แก่ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อใช้เป็นกฎเกณฑ์ในการคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ และการดำเนินงานของสหภาพระหว่างประเทศว่าด้วยการคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ (UPOV) องค์กรความหลากหลายทางชีวภาพนานาชาติ (Biodiversity International) ได้กำหนดลักษณะและตัวบ่งชี้การประเมินพันธุ์พืชตามหลักสากล เพื่อเป็นพื้นฐานในการประเมินพันธุ์พืชและการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมพืชอย่างมีประสิทธิภาพ จำนวน 22 ชนิดพืช ที่อยู่ในสนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร (Annex I of the International Treaty on plant Genetic Resources for Food and Agriculture : ITPGRFA) ซึ่งมันสำปะหลังเป็น 1 ใน 22 ชนิดพืช โดยกำหนดลักษณะที่ใช้ในการประเมินพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 23 ลักษณะ ได้แก่ สีเนื้อของหัว สีผิวเปลือกชั้นนอก สีของลำต้น สีของใบเพสลาด รูปร่างแผ่นใบกลาง สีของยอดอ่อน ขนที่ยอดอ่อน สีก้านใบ สีด้านนอกของเปลือกชั้น cortex เปอร์เซ็นต์มันแห้ง น้ำหนักหัวสดต่อต้น ปริมาณไซยาไนด์ ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว ปฏิกิริยาต่อความแห้งแล้ง ปฏิกิริยาต่อความชื้นดินที่สูง ความอ่อนแอต่อเชื้อไวรัส African cassava mosaic virus (ACMV) ความอ่อนแอต่อโรคใบไหม้

ความอ่อนแอต่อเชื้อไวรัส Cassava common mosaic virus (CsCMV) ความอ่อนแอต่อไรแดง ความอ่อนแอต่อแมลงหวี่ขาว ความอ่อนแอต่อโรค Cassava frog skin disease (FSD) และความอ่อนแอต่อโรค Cassava Brown Streak Disease (CBSD) (Alercia, 2011)

International Institute of Tropical Agriculture (IITA) ประเทศไนจีเรีย ได้กำหนดลักษณะ ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางการเกษตร ซึ่งดัดแปลงจาก EMBRAPA-CNPMF ของประเทศบราซิล โดย IITA ได้กำหนดลักษณะที่ใช้ในการประเมินเพื่อจำแนกพันธุ์ จำนวน 50 ลักษณะ โดยแบ่งตามช่วงอายุของมันสำปะหลังเป็น 4 ช่วงอายุ คือ อายุ 3 เดือนหลังจากปลูก ทำการประเมิน 2 ลักษณะ อายุ 6 เดือนหลังจากปลูก ทำการประเมิน 14 ลักษณะ อายุ 9 เดือนหลังจากปลูก ทำการประเมิน 9 ลักษณะ และอายุ 12 เดือนหลังจากปลูกหรือช่วงเก็บเกี่ยว ทำการประเมิน 25 ลักษณะ (Fukuda *et al.*, 2010) ซึ่งมีหลายประเทศได้นำลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังภายในประเทศ เช่น ในประเทศไทย ประพิศ (2561) ได้ทำการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังที่อยู่ในแปลงอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 500 พันธุ์ ในประเทศเวียดนาม Ha C.D. *et al.*, (2016) ได้ทำการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังที่อยู่ในแปลงของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชหัว (Root Crop Research and Development Center: RCRDC) จำนวน 7 พันธุ์ และในประเทศไอวอรีโคสต์ N'zue B. *et al.*, (2014) ได้ทำการจำแนกพันธุ์มันสำปะหลังที่เก็บรวบรวมมาจากภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันตกเฉียงใต้ ของประเทศจำนวน 159 พันธุ์

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย สร้างรายได้ให้ประเทศจากการส่งออกผลิตภัณฑ์ปีละ 1 แสนล้านบาท โดยหัวมันสำปะหลังสดจะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง ในปี 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 10.86 ล้านไร่ มีผลผลิตหัวสด 34.07 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.43 ตัน มีมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง 121,815 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองได้รวบรวมเชื้อพันธุกรรมหลักมันสำปะหลัง ที่ได้รับมาจากศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ (International Center for Tropical Agriculture: CIAT) 559 พันธุ์ และพันธุ์ของไทย 262 พันธุ์/สายพันธุ์ รวมทั้งหมด 821 พันธุ์/สายพันธุ์ ซึ่งได้มีการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยา และได้นำเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้ลักษณะที่ดีตามต้องการ ดังนั้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้ามาใหม่จากต่างประเทศ สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานให้นักวิจัยและนักปรับปรุงพันธุ์นำไปใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

1. เชื้อพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศ ที่มีความต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ IITA-TMS-IBA 980581 IITA-TMS-IBA 972205 IITA-TMS-IBA 980505 IITA-TMS-IBA 920057 TMEB 419 C33 และ TME3
2. เครื่องชั่ง
3. ไม้วัดความสูง
4. เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งแบบ Reimann scale
5. ปุ๋ยเคมี เกรด 15-7-18

**วิธีการ**

แผนการทดลอง : -

วิธีปฏิบัติการทดลอง : ประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของมันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศในแปลงอนุรักษ์เชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง โดยจะจำแนกและประเมินพันธุ์ตามหลัก International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) รวม 48 ลักษณะ โดยแบ่งการประเมินเป็น 4 ช่วงอายุ คือ

1) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ลักษณะสียอดอ่อน และขนที่ยอดอ่อน

2) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 6 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ปริมาณใบบนต้น รูปร่างของแผ่นใบกลาง สีก้านใบ สีใบ จำนวนแฉกใบ ความยาวแผ่นใบกลาง ความกว้างแผ่นใบกลาง อัตราส่วนของใบกลาง เส้นขอบใบกลาง ความยาวก้านใบ สีเส้นกลางใบ มุมของก้านใบที่ทำกับลำต้น การออกดอก และการมีหรือไม่มีละอองเกสรเพศผู้ (pollen) ของดอก

3) ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความนูนของรอยแผลใบ สีชั้นในของลำต้น สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น สีลำต้น ระยะห่างของตา การเจริญเติบโตของลำต้น สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่ ความยาวหูใบ ลักษณะหูใบ

4) ประเมินลักษณะในระยะเก็บเกี่ยว (12 เดือน) ได้แก่ การติดผลและเมล็ด ความสูงของต้น ความสูงของการแตกกิ่งชั้นที่ 1 จำนวนระดับการแตกกิ่ง ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น (กิ่งชั้นที่ 1) มุมของการแตกกิ่ง ลักษณะทรงต้น จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวที่สมบูรณ์ต่อต้น การมีขั้วของหัว รอยคอดที่หัว รูปทรงของหัวสีเปลือกชั้นนอกของหัว สีเนื้อของหัว สีเปลือกชั้นในของหัว ความยากง่ายในการลอกเปลือกชั้นใน ลักษณะผิวนอกของหัว ความหนาของชั้นเปลือกหัว น้ำหนักมวลแห้งเปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูล

ลักษณะสียอดอ่อน ขนที่ยอดอ่อน ปริมาณใบบนต้น รูปร่างของแผ่นใบกลาง สีก้านใบ สีใบ จำนวนแฉกใบ ความยาวแผ่นใบกลาง ความกว้างแผ่นใบกลาง อัตราส่วนของใบกลาง เส้นขอบใบกลาง ความยาวก้านใบ สีเส้นกลางใบ มุมของก้านใบที่ทำกับลำต้น การออกดอก ละอองเกสร ความนูนของ

รอยแผลใบ สีชั้นในของลำต้น สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น สีลำต้น ระยะห่างของตา การเจริญเติบโตของลำต้น สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่ ความยาวหูใบ ลักษณะหูใบ ผล เมล็ด ความสูงของต้น ความสูงของการแตกกิ่งชั้นที่ 1 จำนวนระดับการแตกกิ่ง ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น (กิ่งชั้นที่ 1) มุมของการแตกกิ่ง ลักษณะทรงต้น จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวที่สมบูรณ์ต่อต้น การมีขั้วของหัว รอยคอดที่หัว รูปทรงของหัว สีเปลือกชั้นนอกของหัว สีเนื้อของหัว สีเปลือกชั้นในของหัว ความยากง่ายในการลอกเปลือกชั้นใน ลักษณะผิวนอกของหัว ความหนาของชั้นเปลือกหัว น้ำหนักมวลแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวเวลาและสถานที่เริ่มต้น ตุลาคม 2564 สิ้นสุด กันยายน 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ทำการประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยาของมันสำปะหลังที่นำเข้าใหม่จากต่างประเทศในแปลงอนุรักษ์เชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง จำนวน 7 พันธุ์ โดยจะจำแนกและประเมินพันธุ์ตามหลัก IPGRI แบ่งการประเมินเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. การประเมินลักษณะที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก จำนวน 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะสียอดอ่อน และขนที่ยอดอ่อน (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** การประเมินลักษณะสียอดอ่อน และขนที่ยอด ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก
(ภาคผนวก : ภาพที่ 1)

| พันธุ์ | สียอดอ่อน | ขนที่ยอด |
|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | เขียวอ่อน | มี |
| IITA-TMS-IBA 920057 | ม่วง | มี |
| IITA-TMS-IBA 980505 | เขียวอมม่วง | มี |
| IITA-TMS-IBA 980581 | เขียวเข้ม | มี |
| TMEB 419 | เขียวเข้ม | ไม่มี |
| TME 3 | เขียวอ่อน | มี |
| C 33 | เขียวเข้ม | มี |

2. การประเมินลักษณะที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก จำนวน 14 ลักษณะ ได้แก่ ปริมาณใบบนต้น รูปร่างของแผ่นใบกลาง จำนวนแฉกใบ ความยาวแผ่นใบกลาง ความกว้างแผ่นใบกลาง อัตราส่วนของใบกลาง เส้นขอบใบกลาง ความยาวก้านใบ การออกดอก การมีหรือไม่มีละอองเกสรเพศผู้ (pollen) ของดอก สีก้านใบ สีใบ สีเส้นกลางใบ และการทำมุมของก้านใบกับลำต้น (ตารางที่ 2-4)

**ตารางที่ 2** การประเมินลักษณะปริมานใบบนต้น รูปร่างของแผ่นใบกลาง จำนวนแฉกใบ ความยาวแผ่นใบกลาง ความกว้างแผ่นใบกลาง ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก

| พันธุ์ | ปริมานใบบนต้น | รูปร่างของแผ่นใบกลาง | จำนวนแฉกใบ | ความยาวแผ่นใบกลาง | ความกว้างแผ่นใบกลาง |
|---|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปไข่ใบหอก | 7 | 13.0 | 4.0 |
| IITA-TMS-IBA 920057 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปหอก | 7 | 19.3 | 5.7 |
| IITA-TMS-IBA 980505 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปไข่ใบหอก | 7 | 13.0 | 4.4 |
| IITA-TMS-IBA 980581 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปหอก | 7 | 17.7 | 5.0 |
| TMEB 419 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปหอก | 7 | 19.1 | 5.5 |
| TME 3 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปหอก | 7 | 20.5 | 5.1 |
| C 33 | มีจำนวนใบน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งแปลง | รูปหอก | 7 | 16.5 | 4.2 |

**ตารางที่ 3** การประเมินลักษณะอัตราส่วนของใบกลาง เส้นขอบใบ ความยาวก้านใบ การออกดอก และละอองเกสรเพศผู้ ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก

| พันธุ์ | อัตราส่วนของใบกลาง | เส้นขอบใบ | ความยาวก้านใบ | การออกดอก | ละอองเกสรเพศผู้ |
|---|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | 0.3 | เรียบ | 14.4 | มี | มี |
| IITA-TMS-IBA 920057 | 0.3 | เรียบ | 25.8 | มี | มี |
| IITA-TMS-IBA 980505 | 0.3 | เรียบ | 18.8 | มี | มี |
| IITA-TMS-IBA 980581 | 0.3 | เรียบ | 21.0 | ไม่มี | ไม่มี |
| TMEB 419 | 0.3 | เรียบ | 23.8 | ไม่มี | ไม่มี |
| TME 3 | 0.2 | เรียบ | 29.5 | มี | มี |
| C 33 | 0.3 | เรียบ | 22.3 | มี | มี |

**ตารางที่ 4** การประเมินลักษณะสีใบ สีก้านใบ สีเส้นกลางใบ และการทำมุมของก้านใบกับลำต้น ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 2)

| พันธุ์ | สีใบ | สีก้านใบ | สีเส้นกลางใบ | การทำมุมของก้านใบกับลำต้น |
|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | เขียว | เขียวอ่อน | เขียว | ทำมุมแบบแนวระนาบ |
| IITA-TMS-IBA 920057 | เขียว | ม่วง | สีแดงอมเขียว น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นกลางใบ | ทำมุมแบบแนวระนาบ |
| IITA-TMS-IBA 980505 | เขียวเข้ม | เขียวปนแดง | เขียว | ทำมุมแบบแนวระนาบ |
| IITA-TMS-IBA 980581 | เขียว | แดง | สีแดงอมเขียว น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นกลางใบ | ทำมุมแบบไม่มีทิศทาง |
| TMEB 419 | เขียวเข้ม | เขียวปนแดง | สีแดงอมเขียว น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นกลางใบ | ทำมุมแบบแนวระนาบ |
| TME 3 | เขียว | แดง | สีแดงอมเขียว มากกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นกลางใบ | ทำมุมแบบแนวระนาบ |
| C 33 | เขียวอ่อน | ม่วง | สีแดงอมเขียว น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นกลางใบ | ทำมุมแบบแนวระนาบ |

3. ทำการประเมินลักษณะที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก จำนวน 9 ลักษณะ ได้แก่ ความนูนของรอยแผลใบ สีชั้นในของลำต้น สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น สีลำต้น ระยะห่างของตา การเจริญเติบโตของลำต้น สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่ ความยาวหูใบ ลักษณะหูใบ (ตารางที่ 5-6)

**ตารางที่ 5** การประเมินลักษณะความนูนของรอยแผลใบ สีชั้นในของลำต้น สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น และสีลำต้น ที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 3)

| พันธุ์ | ความนูนของรอยแผลใบ | สีชั้นในของลำต้น | สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น | สีลำต้น |
|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | นูนมาก | เขียวอ่อน | น้ำตาลเข้ม | สีน้ำตาลอ่อน |
| IITA-TMS-IBA 920057 | นูนมาก | เขียวเข้ม | สีส้ม | สีเขียวปนเหลือง |
| IITA-TMS-IBA 980505 | นูนมาก | เขียวอ่อน | สีส้ม | สีทอง |
| IITA-TMS-IBA 980581 | นูนมาก | เขียวเข้ม | สีส้ม | สีเทา |
| TMEB 419 | นูนมาก | เขียวเข้ม | น้ำตาลเข้ม | สีน้ำตาลอ่อน |
| TME 3 | นูนมาก | เขียวเข้ม | น้ำตาลเข้ม | สีน้ำตาลอ่อน |
| C 33 | นูนมาก | เขียวอ่อน | น้ำตาลเข้ม | สีเทา |

**ตารางที่ 6** การประเมินลักษณะระยะห่างของตา การเจริญเติบโตของลำต้น สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่ ความยาวหูใบ และลักษณะหูใบ ที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 4)

| พันธุ์ | ระยะห่างของตา | การเจริญเติบโตของลำต้น | สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่ | ความยาวหูใบ | ลักษณะหูใบ |
|---|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียว | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| IITA-TMS-IBA 920057 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียวปนม่วง | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| IITA-TMS-IBA 980505 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียว | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| IITA-TMS-IBA 980581 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียว | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| TMEB 419 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียว | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| TME 3 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียวปนม่วง | ยาว | แยกเป็นแฉก |
| C 33 | สั้น | ตั้งตรง | สีเขียวปนม่วง | ยาว | แยกเป็นแฉก |

4. ทำการประเมินลักษณะที่อายุ 12 เดือน (ระยะเก็บเกี่ยว) จำนวน 23 ลักษณะ ได้แก่ การติดผลและเมล็ด ความสูงของต้น ความสูงของการแตกกิ่งชั้นที่ 1 จำนวนระดับการแตกกิ่ง มุมของการแตกกิ่ง ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น(กิ่งชั้นที่ 1) ลักษณะทรงต้น จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวที่สมบูรณ์ต่อต้น รอยคอดที่หัว ความยากง่ายในการลอกเปลือกชั้นใน ลักษณะผิวนอกของหัว ความหนาของชั้นเปลือกหัว น้ำหนักมวลแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว การมีขั้วของหัว รูปทรงของหัว สีเปลือกชั้นนอกของหัว สีเนื้อของหัว และสีเปลือกชั้นในของหัว (ตารางที่ 7-11)

**ตารางที่ 7** การประเมินลักษณะการติดผลและเมล็ด ความสูงของต้น ความสูงของการแตกกิ่งชั้นที่ 1 จำนวนระดับการแตกกิ่ง และมุมของการแตกกิ่ง ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก

| พันธุ์ | การติดผล | การติดเมล็ด | ความสูงของต้น (ซม.) | ความสูงของการแตกกิ่งชั้นที่ 1 (ซม.) | จำนวนระดับการแตกกิ่ง | มุมของการแตกกิ่ง ( ° ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | มี | มี | 168 | 57 | 5 | 107 |
| IITA-TMS-IBA 920057 | มี | มี | 249 | 163 | 3 | 103 |
| IITA-TMS-IBA 980505 | มี | มี | 180 | 107 | 5 | 110 |
| IITA-TMS-IBA 980581 | ไม่มี | ไม่มี | 260 | 0 | 0 | 0 |
| TMEB 419 | ไม่มี | ไม่มี | 269 | 0 | 0 | 0 |
| TME 3 | ไม่มี | ไม่มี | 232 | 0 | 0 | 0 |
| C 33 | มี | มี | 152 | 60 | 4 | 83 |

**ตารางที่ 8** การประเมินลักษณะลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น(กิ่งชั้นที่ 1) ลักษณะทรงต้น จำนวนหัวต่อต้น และจำนวนหัวที่สมบูรณ์ต่อต้น ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 5)

| พันธุ์ | ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น(กิ่งชั้นที่ 1) | ลักษณะทรงต้น | จำนวนหัวต่อต้น | จำนวนหัวที่สมบูรณ์ต่อต้น |
|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | แตกกิ่ง 2 แฉก | กระจายออก | 14 | 11 |
| IITA-TMS-IBA 920057 | แตกกิ่ง 2 แฉก | คล้ายร่ม | 10 | 7 |
| IITA-TMS-IBA 980505 | แตกกิ่ง 3 แฉก | คล้ายร่ม | 7 | 3 |
| IITA-TMS-IBA 980581 | ตั้งตรง | ทรงกระบอก | 11 | 8 |
| TMEB 419 | ตั้งตรง | ทรงกระบอก | 9 | 7 |
| TME 3 | ตั้งตรง | ทรงกระบอก | 8 | 6 |
| C 33 | แตกกิ่ง 2 แฉก | อัดกันแน่น | 5 | 2 |

**ตารางที่ 9** การประเมินลักษณะรอยคอดที่หัว ความยากง่ายในการลอกเปลือกชั้นใน ลักษณะผิวนอกของหัว ความหนาของชั้นเปลือกหัว และน้ำหนักมวลแห้ง ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก

| พันธุ์ | รอยคอดที่หัว | ความยากง่ายในการลอกเปลือกชั้นใน | ลักษณะผิวนอกของหัว | ความหนาของชั้นเปลือกหัว | น้ำหนักมวลแห้ง (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | ไม่มี | ยาก | ขรุขระ | บาง | 31 |
| IITA-TMS-IBA 920057 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระ | บาง | 37 |
| IITA-TMS-IBA 980505 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระ | บาง | 32 |
| IITA-TMS-IBA 980581 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระปานกลาง | หนา | 32 |
| TMEB 419 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระ | หนา | 37 |
| TME 3 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระ | หนา | 34 |
| C 33 | ไม่มี | ง่าย | ขรุขระ | บาง | 33 |

**ตารางที่ 10** การประเมินลักษณะเปอร์เซ็นต์แป้ง ดัชนีการเก็บเกี่ยว การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว และการมีขั้วของหัว ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 6)

| พันธุ์ | เปอร์เซ็นต์แป้ง | ดัชนีการเก็บเกี่ยว | การเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยว | การมีขั้วของหัว |
|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | 21.6 | 0.80 | 39 | ไม่มีขั้ว |
| IITA-TMS-IBA 920057 | 5.0 | 0.77 | 48 | ผสม |
| IITA-TMS-IBA 980505 | 17.4 | 0.69 | 61 | ไม่มีขั้ว |
| IITA-TMS-IBA 980581 | 19.8 | 0.78 | 79 | ผสม |
| TMEB 419 | 18.3 | 0.73 | 20 | ผสม |
| TME 3 | 23.7 | 0.78 | 32 | ไม่มีขั้ว |
| C 33 | 10.0 | 0.62 | 79 | ไม่มีขั้ว |

**ตารางที่ 11** การประเมินลักษณะรูปทรงของหัว สีเปลือกชั้นนอกของหัว สีเนื้อของหัว และสีเปลือกชั้นในของหัว ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก (ภาคผนวก : ภาพที่ 7)

| พันธุ์ | รูปทรงของหัว | สีเปลือกชั้นนอกของหัว | สีเนื้อของหัว | สีเปลือกชั้นในของหัว |
|---|---|---|---|---|
| IITA-TMS-IBA 972205 | กรวยแกมกระบอก | น้ำตาลอ่อน | ขาวครีม | ขาวครีม |
| IITA-TMS-IBA 920057 | กระบอก | น้ำตาลเข้ม | ขาวครีม | เหลือง |
| IITA-TMS-IBA 980505 | กรวยแกมกระบอก | น้ำตาล | ขาว | ขาวครีม |
| IITA-TMS-IBA 980581 | กรวยแกมกระบอก | น้ำตาล | ขาวครีม | ขาวครีม |
| TMEB 419 | กรวย | น้ำตาล | ขาวครีม | เหลืองอมชมพู |
| TME 3 | กรวยแกมกระบอก | น้ำตาล | ขาวครีม | เหลืองอมชมพู |
| C 33 | กระบอก | น้ำตาลเข้ม | ขาวครีม | เหลือง |

**สรุปผลการทดลอง**

การประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา ของพันธุ์มันสำปะหลังที่นำเข้ามาใหม่จากต่างประเทศ จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ IITA-TMS-IBA 980581 IITA-TMS-IBA 972205 IITA-TMS-IBA 980505 IITA-TMS-IBA 920057 TMEB 419 C33 และ TME3 สามารถจำแนกลักษณะพันธุ์ตามหลัก IPGRI จำนวน 48 ลักษณะ โดยแบ่งการประเมินเป็น 4 ช่วงอายุ คือ ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 6 เดือนหลังปลูก ประเมินลักษณะเมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก และประเมินลักษณะในระยะเก็บเกี่ยว (12 เดือน) ลักษณะสำคัญของมันสำปะหลังที่ได้จากการประเมินลักษณะทางสัณฐานและสรีรวิทยา สามารถบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น สียอดอ่อน ความสูง ลักษณะทรงต้น จำนวนหัวต่อต้น เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด และสีเนื้อของหัว ซึ่งข้อมูลลักษะทางสัณฐานและสรีรวิทยาที่ได้ศึกษาทั้งหมด

48 ลักษณะนี้ เป็นลักษณะที่สอดคล้องกับการร่างหลักเกณฑ์การการตรวจสอบลักษณะพันธุ์พืช (Test guideline) มันสำปะหลังของการคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ (International Conservation for the Protection of New Varieties of Plant; UPOV) งานวิจัยในเรื่องนี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบพันธุ์ใหม่ของเกษตรกรได้

**เอกสารอ้างอิง**


ประพิศ วองเทียม. 2561. ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์มันสำปะหลัง (CIAT) จำนวน 500 พันธุ์. *ใน*: เอกสารวิชาการขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ ตำแหน่งเลขที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญด้านพืชไร่ กลุ่มวิชาการ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร. หน้า 138-638.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร ปี 2565. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/cacava%2065.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2566.

Alercia A. 2011. Key Characterization and Evaluation Descriptors: Methodologies for the Assessment of 22 Crops. Bioversity International, Rome, Italy. 101-126.

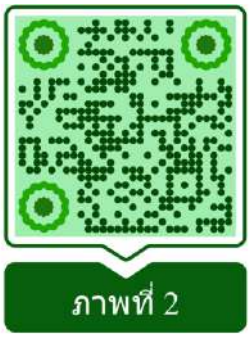
Fukuda, W.M.G., C.L. Guevara, R. Kawuki, and M.E. Ferguson. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 19 pp.

Ha C.D., L.T.N. Quynh, N.T. Hien, P.T.L. Thu, L.H. Ham and L.T. Dung. 2016. Morphological characterization and classification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Vietnam. Tap chi Sinh hoc, 38(3): 344-351. DOI: 10.15625/0866-7160/v38n3.8570.

N'zue B., O.M. Pamelas, K.A. Michel, D.K.E. Brice, Z.G. Pierre, E.B. Sidoine and D.A. Alexandre. 2014. Morphological Characterization of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Accessions Collected in the Centre-west, South-west and West of Côte d'Ivoire: Greener Journal of Agricultural Sciences, 4 (6): 220-231.

**ภาคผนวก**

**ภาพที่ 1** สียอดอ่อน และ การมีขนที่ยอด




**ภาพที่ 2** สีใบ สีก้านใบ สีเส้นกลางใบ และ การทำมุมของก้านใบกับลำต้น

**ภาพที่ 3** ความนูนของรอยแผลใบ
สีชั้นในของลำต้น
สีเปลือกด้านในที่ลอกออกจากลำต้น และสีลำต้น

**ภาพที่ 4** ระยะห่างของตา
การเจริญเติบโตของลำต้น
สีของกิ่งสุดท้ายของต้นที่เจริญเต็มที่
ความยาวหูใบ และลักษณะหูใบ

**ภาพที่ 5** ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น(กิ่งชั้นที่ 1) และลักษณะทรงต้น

**ภาพที่ 6** การมีขั้วของหัว

**ภาพที่ 7** รูปทรงของหัว สีเปลือกชั้นนอกของหัว
สีเนื้อของหัว และสีเปลือกชั้นในของหัว

# เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์

# Technology for Producing Cassava in an Organic System

มลุลี สิทธิษา[1/] ศิริลักษณ์ สมนึก[1/] ประภาพร แพงดา[1/]
บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[1/] สมหมาย วังทอง[1/] อรอนงค์ วรรณวงษ์[1/] ศิริรัตน์ กริชจนรัช[1/]
Malulee Sittisa[1/] Siriluk Somnuek[1/] Prapaporn Paengda[1/]
Bunluea Srimungkun[1/] Sommai Wongythong[1/] Orn-anong Wannawong[1/]
Sirirat Kritjanarat[1/]

ABSTRACT

A study on cassava production technology in an organic system was conducted from 2022-2023 at the Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Ubon Ratchathani Province, comprising 3 experiments: 1) the effect of using composted cow manure with green manure suitable for organic cassava production, 2) Evaluation of optimal rate of composted cow manure for organic cassava production, and 3) Study of suitable rates of chicken manure pellets for organic cassava production. The combined use of composted cow manure and green manure suitable for cassava cultivation was planned in a split-plot design with three replications. It was found that applying 1,000 kg per rai of composted cow manure along with 5 kg per rai of hemp showed a tendency to increase fresh tuber yield to 4,141 kg per rai and provided the highest economic return (BCR). Study of rates composted cow manure and pelleted chicken manure for RCBD experiment for 3 replications, 7 treatments. Adding composted cow manure or chicken manure pellets at a rate 6 times the nitrogen analysis value of the composted cow manure or chicken manure pellets gave an optimum yield of 6,025 kg/rai and 4,232 kg/rai, respectively, and a BCR that was worth the investment.

**Keywords:** Cassava, Composted cow manure, Chicken manure pellets, green manure

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 264 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[1/] Ubonratchathani Field Crops Research Center. 264 M.12, Tha Chang, Sawang Wirawong, Ubonratchathani 34190

## บทคัดย่อ

การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ ดำเนินการระหว่างปี 2565-2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี ประกอบด้วย 3 การทดลอง ได้แก่ 1) ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ 2) ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ และ 3) ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง วางแผนการทดลองแบบ Split plot 3 ซ้ำ พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปอเทือง 5 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 4,141 กก./ไร่ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (BCR) สูงสุด การศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักและปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักหรือปุ๋ยไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมักหรือปุ๋ยไก่อัดเม็ดให้ผลผลิตที่เหมาะสมที่ 6,025 กก./ไร่ และ 4,232 กก./ไร่ และ BCR ที่คุ้มค่าการลงทุน



**คำหลัก:** มันสำปะหลัง ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยพืชสด


## บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ปี 2565 มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 9.92 ล้านไร่ มีผลผลิต 34.1 ล้านตัน มูลค่า 67,444 ล้านบาท ผลผลิตเฉลี่ย 3.43 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ปัจจุบันพฤติกรรมของผู้บริโภค เริ่มเปลี่ยนไปผู้บริโภคสนใจ และมีความต้องการผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันสำปะหลังอินทรีย์ เพื่อนำแป้งไปผลิตเป็นอาหารสำหรับเด็กทารกในแถบยุโรปและอเมริกา และยังมีตลาดใหม่ที่สนใจคือ จีน เกาหลี และญี่ปุ่น อีกทั้งในประเทศไทยก็ยังมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ไม่มาก ขณะที่ความต้องการแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์ของตลาดยุโรป และอเมริกาอยู่ที่ 20,000 ตัน/ปี ต้องใช้หัวมันสำปะหลังสด 80,000 ตัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 20,000 ไร่ และความต้องการแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์ยังมีปริมาณเพิ่มจาก 20,000 ตัน เป็น 25,000 ตัน การวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในระบบการปลูกพืชอินทรีย์ เพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ มีความเป็นไปได้สูง เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชไร่ที่มีพื้นที่ปลูกอย่างกว้างขวาง เกษตรกรมีความคุ้นเคย การปรับเปลี่ยนมาปลูกในระบบอินทรีย์ ซึ่งตลาดมีความต้องการสูงทำให้มีเสถียรภาพทางด้านราคา เนื่องจากตลาดมีความต้องการอาหารอินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งราคารับซื้อมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ 3 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ระบบเคมีรับซื้อ 2 บาทต่อกิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 25 % จากรายงานของโสภิตา และคณะ (2561) เกษตรกรที่สามารถดำเนินการผลิตตามเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรและคู่มือการผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์จะสามารถผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์ให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย 4.5 ตันต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ 3.5 ตันต่อไร่ การปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตอาหารอินทรีย์เพื่อสุขภาพ ตามยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

การเกษตรสร้างมูลค่า ด้านเกษตรปลอดภัย และเป็นการต่อยอดจากประเด็นยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2564 ยุทธศาสตร์ที่ 1 ส่งเสริมการวิจัย การสร้างและเผยแพร่องค์ความรู้ และนวัตกรรม เกษตรอินทรีย์ นอกจากนี้การปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ยังเป็นการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางด้านเคมี ชีวภาพ และกายภาพ เป็นการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมให้ปลอดภัยและยั่งยืน และเกษตรกรมีความปลอดภัยจากสารเคมี

การปลูกมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมี เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินในรูปของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ซึ่งการใช้อินทรียวัตถุอย่างสม่ำเสมอในแปลง ส่งผลประโยชน์แก่ดินที่เพาะปลูก แต่ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัด คือ มีธาตุอาหารพืชอยู่น้อย ต้องใช้ในปริมาณมาก ไม่สามารถปรับแต่งปุ๋ยให้เหมาะ และควบคุมให้ปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลากับที่พืชต้องการได้ (สุวพันธ์, 2550) ซึ่งการทำเกษตรอินทรีย์ มุ่งเน้นให้เกษตรกรใช้ปัจจัยการผลิตในฟาร์มเป็นหลัก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกในระบบอินทรีย์ และอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก และปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ที่สามารถให้ผลผลิตมันสำปะหลังที่สูง มีคุณภาพและคุ้มค่าในการจัดการฟาร์ม ผลที่คาดว่าจะได้รับคือ เป็นต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตการปลูกมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ เกษตรกรเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่สามารถหาวัตถุดิบได้ในพื้นที่มาใช้ในการผลิตมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ ทั้งยังเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ฉะนั้นการผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตอาหารอินทรีย์เพื่อสุขภาพ รวมถึงเป็นการเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชอินทรีย์ตามนโยบายของรัฐบาล ผู้ประกอบการมีวัตถุดิบจากผลผลิตอินทรีย์เพื่อสินค้าตลาดอินทรีย์ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์ ผู้บริโภคได้บริโภคสินค้าที่ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ และเมื่อสามารถผลิตพืชไร่อินทรีย์ได้ทั้งห่วงโซ่การผลิต จะช่วยแก้ปัญหามลพิษ ฝุ่นละออง ช่วยให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

- ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง พันธุ์ กวก. ระยอง 72
- เมล็ดพันธุ์ ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า ปอเทือง
- ปุ๋ยมูลวัวหมัก และปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด
- วัสดุอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว
- วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยอินทรีย์
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตู้อบตัวอย่าง
- เครื่องมือตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังแบบ Reimann Scale

**วิธีการ**

การดำเนินงาน ประกอบด้วย 3 การทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

วางแผนการทดลอง Split plot 3 ซ้ำ

Main plot ปุ๋ยมูลวัวหมัก 3 อัตรา คือ

1. 500 กก./ไร่
2. 750 กก./ไร่
3. 1,000 กก./ไร่

Subplot ปุ๋ยพืชสด 3 ชนิด คือ

1. ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่
2. ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่
3. ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

การทดลองที่ 3 ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

วางแผนการทดลอง RCB 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ

ไม่ใส่ ปุ๋ยมูลวัวหมัก/มูลไก่อัดเม็ด เปรียบเทียบกับปุ๋ยมูลวัวหมัก/มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 9 12 15 18 และ 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก/มูลไก่อัดเม็ด (600 900 1,200 1,500 1,800 และ 2,100 กก./ไร่)

**วิธีปฏิบัติการทดลอง**

แปลงย่อย 6x8 เมตร เก็บเกี่ยวในพื้นที่ 3.6x6 เมตร ก่อนการปลูกมันสำปะหลัง สุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ไถกลบก่อนการปลูกมันสำปะหลัง การทดลองที่ 1 ทำการใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตราตามกรรมวิธีไถกลบ และทำการปลูกพืชปุ๋ยสดพร้อมการปลูกมันสำปะหลังทำการไถกลบเมื่ออายุ 45 วัน การทดลองที่ 2 และ 3 ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักและปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตราตามกรรมวิธี ไถกลบและทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ กวก. ระยอง 72 โดยใช้ระยะปลูก 1.20 x0.8 เมตร เมื่ออายุ 45 วัน กำจัดวัชพืช สำหรับในการทดลอง ที่ 1 ทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดพร้อมกำจัดวัชพืช เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 เดือน สุ่มวัดความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย และเก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต

**การบันทึกข้อมูล**

- วันปลูก และวันปฏิบัติการต่างๆ
- วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยว
- วิเคราะห์ธาตุอาหารปุ๋ยมูลวัวหมัก และปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด
- การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

- ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ตรวจวัดเปอร์เซ็นต์แป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Reimann Scale คำนวณหาผลผลิตมันแห้ง (หลังจากอบ 80 °C นาน 48 ชั่วโมง) คำนวณหาผลผลิตแป้ง (ผลผลิตหัวสด x เปอร์เซ็นต์แป้ง)

- ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

วิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนระหว่างรายได้กับต้นทุน BCR (Benefit cost ratio)

สูตรการหา B/C ratio = $\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}}$

(B/C > 1 คุ้มค่าการลงทุน, B/C = 1 เท่าทุน , B/C < 1 ไม่คุ้มทุนขาดทุน)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. ผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

ปี 2565 – 2566 ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลวัวหมัก พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ส่วนค่าอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร ยกเว้น ในปี 2565 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีค่าน้อยกว่ามาตรฐาน (ตารางที่ 1) คุณสมบัติทางเคมีของดิน หลังจากใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักและสับกลบพืชปุ๋ยสด นาน 14 วัน พบว่าคุณสมบัติทางดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

ด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ทั้ง 2 ปี ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักกับอัตราปุ๋ยพืชสด ในปี 2565 การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 3,931 กก./ไร่ (ตารางที่ 3) การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันแห้งสูง 1,362 กก./ไร่ (ตารางที่ 4) การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตแป้งสูง 884 กก./ไร่ (ตารางที่ 5) และปี 2566 การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 4,141 กก./ไร่ (ตารางที่ 3) การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันแห้งและผลผลิตแป้งสูง 1,493 และ 884 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และ 5) เปอร์เซ็นต์แป้ง ทั้ง 2 ปี การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ ร่วมกับปอเทือง อัตรา 5 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์แป้ง 24.5 และ 21.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) จำนวนต้น 1,778 ต้น/ไร่ การใช้ปุ๋ยมูลวัวหมัก 500 กก./ไร่ร่วมกับถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ ให้ค่า BCR สูงที่สุด (ตารางที่ 8)

### 2. ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์

ปี 2565 คุณสมบัติทางเคมีของดินหลังจากปรับปรุงดินก่อนปลูก ค่าความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลง ปี 2566 ค่าความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10)

ด้านผลผลิต การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 5,433 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว มีแนวโน้มให้ผลผลิตมันแห้งและแป้งสูง 2,071 1,535 กก./ไร่ ตามลำดับ และปี 2566 การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสด มันแห้ง และแป้ง สูง 7,704 2,541 1,561 กก./ไร่ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์แป้ง การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว ทั้ง 2 ปี มีเปอร์เซ็นต์แป้ง สูงที่สุด 30.27 20.40 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมักให้ผลผลิตที่เหมาะสมและ BCR ที่คุ้มค่าการลงทุน (ตารางที่ 12)

**3. ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์**

ปี 2565 – 2566 คุณสมบัติทางเคมีดินหลังจากปรับปรุงดินก่อนปลูก ค่าความเป็นกรด-ด่าง อินทรียวัตถุ และโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หลังเก็บเกี่ยวทุกค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปี 2566 หลังปรับปรุงดินก่อนปลูกทุกค่ามีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 14)

ด้านผลผลิตปี 2565 พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 7,252 กก./ไร่ และ ให้ผลผลิตมันแห้ง ผลผลิตแป้ง และเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด 2,602 1,761 กก./ไร่ และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปี 2566 การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด มีแนวโน้มให้ทั้ง ผลผลิตหัวสด มันแห้ง และแป้ง สูงสุด 5,052 1,507 802 กก./ไร่ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 15.73 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมักให้ผลผลิตที่เหมาะสมและ BCR ที่คุ้มค่าการลงทุน (ตารางที่ 16)

## สรุปผลการทดลอง

เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังในระบบอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปอเทือง 5 กก./ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 4,141 กก./ไร่ และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 7,704 กก./ไร่ และการใช้ปุ๋ยมูลไก่แกลบอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง 5,022 กก./ไร่

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

โสภิตา สมคิด พเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ มัตติกา ทองรส กาญจนา คุ้มทรัพย์ เดชพนต์ เลิศสุวรรณโรจน์ และกัณฑ์พร กรรณสูต. 2561. การพัฒนาระบบการผลิตแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์ตลาดห่วงโซ่การผลิตของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเพิ่มศักยภาพการเป็นศูนย์กลางเกษตรอินทรีย์ในภูมิภาคอาเซียน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 126 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566 สถิติการเกษตรของไทย ปี 2565. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 224 หน้า.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2550. บทบาทและความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์. หน้า 8-33. *ใน* คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับนักวิชาการ). เอกสารวิชาการลำดับที่ 20/2548. กรมวิชาการเกษตร.

**ตารางที่ 1** ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลวัวหมัก จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| รายการ | ความชื้น (%) | | ความเป็นกรด-ด่าง | | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m). | | ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) | | C/N Ratio | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| ผลทดสอบ | 7.95 | 24.4 | 8.6 | 8.9 | 1.1 | 1.6 | 0.5 | 1.1 | 0.7 | 2.5 | 0.9 | 4.4 | 16.93 | 35.09 | 8/1 | 12/1 |
| มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร | ≤30 | | 5.5-8.5 | | ≥1 | | ≥0.5 | | ≥0.5 | | ≤10 | | ≥30 | | ≤20/1 | |

**ตารางที่ 2** คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุงดิน และหลังเก็บเกี่ยว จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | pH | | | | | OM (%) | | | | | Avai.P (mg/kg) | | | | | Exch.K (mg/kg) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | |
| | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว |
| ก่อนปรับปรุงดิน | 4.66 | | | | | 0.25 | | | | | 34.85 | | | | | 41.0 | | | | |
| 1.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ | | 5.22 | 4.99 | 5.75 | 5.80 | | 0.80 | 0.53 | 1.14 | 0.83 | | 42.70 | 60.55 | 44.70 | 68.70 | | 52.10 | 101.30 | 148.10 | 132.00 |
| 2.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ | | 5.43 | 6.02 | 5.45 | 6.13 | | 0.70 | 0.62 | 0.90 | 0.72 | | 73.90 | 51.60 | 32.35 | 53.20 | | 56.40 | 77.90 | 121.00 | 158.20 |
| 3.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | | 5.49 | 5.14 | 5.35 | 6.05 | | 0.71 | 0.64 | 1.00 | 0.64 | | 65.45 | 47.15 | 43.25 | 48.35 | | 53.30 | 75.90 | 137.10 | 158.10 |
| 4.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ | | 5.39 | 4.98 | 6.10 | 5.90 | | 0.66 | 0.52 | 0.77 | 0.57 | | 64.05 | 57.90 | 42.60 | 30.45 | | 55.10 | 92.80 | 142.00 | 141.90 |
| 5.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ | | 5.48 | 5.83 | 5.45 | 6.06 | | 0.64 | 0.67 | 0.88 | 0.81 | | 69.05 | 55.85 | 34.65 | 57.70 | | 45.10 | 88.00 | 130.80 | 162.00 |
| 6.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | | 5.14 | 5.17 | 5.98 | 5.91 | | 0.75 | 0.57 | 1.08 | 0.98 | | 69.18 | 61.25 | 55.00 | 47.43 | | 45.40 | 101.30 | 141.00 | 171.20 |
| 7.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ | | 5.44 | 4.98 | 5.47 | 5.44 | | 0.85 | 0.54 | 0.92 | 0.50 | | 69.87 | 69.20 | 33.25 | 33.28 | | 46.45 | 124.50 | 129.90 | 143.70 |
| 8.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ | | 6.21 | 5.31 | 5.58 | 5.68 | | 0.41 | 0.59 | 0.86 | 0.73 | | 50.28 | 66.36 | 37.80 | 65.20 | | 68.20 | 111.10 | 134.90 | 149.10 |
| 9.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | | 5.35 | 4.69 | 5.87 | 4.81 | | 0.72 | 0.51 | 1.07 | 0.87 | | 70.00 | 70.25 | 59.75 | 69.84 | | 45.60 | 117.82 | 148.15 | 188.15 |

**ตารางที่ 3** ผลผลิตหัวสด/ไร่ จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | 2565 | | | | 2566 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย |
| M1 | 2,778 | 3,931 | 2,306 | 3,005 | 3,679 | 3,501 | 2,721 | 3,300 |
| M2 | 2,896 | 2,131 | 3,171 | 2,733 | 3,906 | 3,595 | 3,817 | 3,772 |
| M3 | 3,447 | 3,487 | 3,012 | 3,315 | 3,447 | 3,086 | 4,141 | 3,934 |
| เฉลี่ย | 3,041 | 3,183 | 2,830 | 3,017 | 4,578 | 3,394 | 3,560 | 3,669 |
| | c.v.(a) = 31.0% c.v.(b) = 56.8% | | | | c.v.(a) = 41.3% c.v.(b) = 22.6% | | | |
| | LSD (a) = 2.243 LSD(b) = 959.5 | | | | LSD (a) = 1.985.36 LSD(b) = 850.78 | | | |

M1= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ M2= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ M3= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่
S1= ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ S2= ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ S3= ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 4** ผลผลิตมันแห้ง/ไร่ จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | 2565 | | | | 2566 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย |
| M1 | 1,008 | 1,445 | 833 | 1,095 | 1,188 | 1,156 | 876 | 1,074 |
| M2 | 1,048 | 807 | 1,061 | 972 | 1,287 | 1,169 | 1,305 | 1,254 |
| M3 | 1,362 | 1,166 | 1,126 | 1,218 | 1,493 | 1,015 | 1,350 | 1,286 |
| เฉลี่ย | 1,139 | 1,139 | 1,007 | 1,095 | 1,323 | 1,113 | 1,177 | 1,204 |
| | c.v.(a) = 40.1% c.v.(b) = 70.7% | | | | c.v.(a) = 43.7% c.v.(b) = 24.3% | | | |
| | LSD (a)= 1,014 LSD(b)= 450.8 | | | | LSD (a)= 688.49 LSD(b)= 301.61 | | | |

M1= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ M2= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ M3= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่
S1= ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ S2= ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ S3= ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 5** ผลผลิตแป้ง/ไร่ จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | 2565 | | | | 2566 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย |
| M1 | 568 | 884 | 486 | 646 | 694 | 696 | 509 | 633 |
| M2 | 594 | 409 | 789 | 597 | 772 | 690 | 821 | 761 |
| M3 | 771 | 822 | 617 | 737 | 884 | 608 | 799 | 764 |
| เฉลี่ย | 644 | 705 | 631 | 660 | 784 | 665 | 710 | 719 |
| | c.v.(a) = 45.7 % c.v.(b) = 71.7% | | | | c.v.(a) = 47.2 % c.v.(b) = 27.0% | | | |
| | LSD (a)= 619.4 LSD(b)= 309.7 | | | | LSD (a)= 444.64 LSD(b)= 199.67 | | | |

M1= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ M2= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ M3= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่
S1= ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ S2= ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ S3= ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 6** เปอร์เซ็นต์แป้ง จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | 2565 | | | | 2566 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย |
| M1 | 21.0 | 21.9 | 21.1 | 21.3 | 18.9 | 19.9 | 18.8 | 19.2 |
| M2 | 20.6 | 19.3 | 24.5 | 21.4 | 19.8 | 19.2 | 21.3 | 20.1 |
| M3 | 21.6 | 21.0 | 20.8 | 20.8 | 19.8 | 19.6 | 19.8 | 19.7 |
| เฉลี่ย | 20.7 | 20.7 | 22.1 | 21.2 | 19.5 | 19.6 | 20.0 | 19.7 |
| | c.v.(a) = 16.6% c.v.(b) = 14.3% | | | | c.v.(a) = 4.2% c.v.(b) = 7.0% | | | |
| | LSD (a)= 3.969 LSD(b)= 3.057 | | | | LSD (a)= 2.50 LSD(b)= 1.42 | | | |

M1= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ M2= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ M3= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่
S1= ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ S2= ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ S3= ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 7** ดัชนีการเก็บเกี่ยว (HI) จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | 2565 | | | | 2566 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย | S1 | S2 | S3 | เฉลี่ย |
| M1 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.74 | 0.70 | 0.71 |
| M2 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.78 | 0.73 | 0.72 | 0.74 |
| M3 | 0.70 | 0.77 | 0.73 | 0.73 | 0.69 | 0.72 | 0.75 | 0.72 |
| เฉลี่ย | 0.71 | 0.73 | 0.72 | 0.72 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.73 |
| | c.v.(a) = 5.7% c.v.(b) = 6.2% | | | | c.v.(a) = 4.6% c.v.(b) = 6.9% | | | |
| | LSD (a) = 0.585 LSD(b) = 0.459 | | | | LSD (a)= 0.043 LSD(b)= 0.051 | | | |

M1= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ M2= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ M3= ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่
S1= ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ S2= ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ S3= ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่
ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

**ตารางที่ 8** ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลงผลของการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมักร่วมกับปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | ต้นทุน (บาท/ไร่) | ผลผลิต (กก./ไร่) | | รายได้ (บาท/ไร่) | | กำไรสุทธิ (บาท) | | BCR | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| 1. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ | 5,050 | 2,778 | 3,679 | 9,029 | 12,877 | 3,979 | 7,827 | 1.79 | 2.55 |
| 2. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ | 5,550 | 2,896 | 3,906 | 9,412 | 13,671 | 3,862 | 8,121 | 1.70 | 2.46 |
| 3. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 500 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | 6,050 | 3,447 | 3,447 | 11,203 | 12,065 | 5,153 | 6,015 | 1.85 | 1.99 |
| 4. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา 10 กก./ไร่ | 5,050 | 3,931 | 3,501 | 12,776 | 12,254 | 7,726 | 7,204 | 2.53 | 2.43 |
| 5. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา 10 กก./ไร่ | 5,550 | 2,131 | 3,595 | 6,926 | 12,583 | 1,376 | 7,033 | 1.25 | 2.27 |
| 6. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 750 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | 6,050 | 3,487 | 3,086 | 11,333 | 10,801 | 5,283 | 4,751 | 1.87 | 1.79 |
| 7. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ถั่วพุ่มอัตรา10 กก./ไร่ | 5,025 | 2,306 | 2,721 | 7,495 | 9,524 | 2,470 | 4,499 | 1.49 | 1.90 |
| 8. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ถั่วพร้าอัตรา10 กก./ไร่ | 5,525 | 3,171 | 3,817 | 10,306 | 13,360 | 4,781 | 7,835 | 1.87 | 2.42 |
| 9. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 1,000 กก./ไร่ + ปอเทืองอัตรา 5 กก./ไร่ | 6,025 | 3,012 | 4,141 | 9,789 | 14,494 | 3,764 | 8,469 | 1.62 | 2.41 |

**หมายเหตุ :** ราคามันสำปะหลังอินทรีย์ 3.25 บาทต่อกิโลกรัม

**ตารางที่ 9** ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลวัวหมัก จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| รายการ | ความชื้น (%) | | ความเป็นกรด-ด่าง | | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m). | | ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) | | C/N Ratio | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 256 | 2565 | 256 | 2565 | 256 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 256 |
| ผลทดสอบ | 7.95 | 5.5 | 8.6 | 8.9 | 1.1 | 1.7 | 0.5 | 1.4 | 0.7 | 4.0 | 0.9 | 7.0 | 16.93 | 35.53 | 8/1 | 12/1 |
| มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร | ≤30 | | 5.5-8.5 | | ≥1 | | ≥0.5 | | ≥0.5 | | ≤10 | | ≥30 | | ≤20/1 | |

**ตารางที่ 10** คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดิน และหลังเก็บเกี่ยว จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | pH | | | | | OM (%) | | | | | Avai.P (mg/kg) | | | | | Exch.K (mg/kg) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | |
| | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว |
| ก่อนปรับปรุงดิน | 5.15 | | | | | 0.19 | | | | | 50.05 | | | | | 41.90 | | | | |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก | | 5.35 | 5.43 | 5.51 | 5.31 | | 0.40 | 0.44 | 0.54 | 0.34 | | 35.88 | 24.58 | 29.60 | 22.40 | | 38.40 | 23.00 | 50.90 | 27.30 |
| 2. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมั | | 5.45 | 5.49 | 5.29 | 5.40 | | 0.45 | 0.47 | 0.43 | 0.42 | | 35.14 | 19.77 | 26.90 | 21.45 | | 47.40 | 34.70 | 33.30 | 31.70 |
| 3. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมั | | 5.66 | 5.52 | 5.60 | 5.51 | | 0.57 | 0.50 | 0.59 | 0.56 | | 37.08 | 31.85 | 32.20 | 32.55 | | 53.60 | 19.50 | 43.60 | 30.30 |
| 4. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหม | | 5.34 | 5.46 | 5.71 | 5.53 | | 0.45 | 0.51 | 0.49 | 0.36 | | 30.37 | 21.90 | 26.00 | 19.05 | | 47.30 | 37.10 | 34.00 | 25.70 |
| 5.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมั | | 5.22 | 5.56 | 5.24 | 5.35 | | 0.37 | 0.38 | 0.50 | 0.38 | | 31.15 | 23.10 | 27.95 | 08.83 | | 35.80 | 41.20 | 36.00 | 26.60 |
| 6. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวห | | 5.62 | 5.54 | 4.99 | 5.52 | | 0.53 | 0.54 | 0.57 | 0.44 | | 33.93 | 20.74 | 34.05 | 25.49 | | 61.00 | 33.20 | 54.00 | 30.80 |
| 7. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหม | | 5.43 | 5.36 | 5.21 | 5.45 | | 0.47 | 0.40 | 0.55 | 0.43 | | 30.68 | 23.4 | 33.50 | 27.60 | | 31.60 | 38.25 | 26.40 | 31.00 |

**ตารางที่ 11** ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | | | | | | % แป้ง | | % มันแห้ง | | HI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | หัวสด | | มันแห้ง | | แป้ง | | | | | | | |
| | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก | 3,923 | 6,036 | 1,448 | 1,787 | 1,009 | 939 | 25.90 bc | 15.60 ab | 37.3 | 29.9 | 0.70 | 0.79 |
| 2. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 3,543 | 6,025 | 905 | 1,699 | 941 | 820 | 26.63 bc | 13.36 b | 37.9 | 28.3 | 0.70 | 0.80 |
| 3. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 3,293 | 6,696 | 1,216 | 2,212 | 848 | 1,361 | 24.37 bc | 19.70 a | 36.2 | 32.9 | 0.70 | 0.79 |
| 4. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 4,393 | 6,109 | 1,761 | 2,039 | 1,323 | 1,271 | 30.27 a | 20.40 a | 40.5 | 33.4 | 0.70 | 0.78 |
| 5.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 5,220 | 7,585 | 2,060 | 2,360 | 1,527 | 1,006 | 29.30 a | 17.20 ab | 39.8 | 31.1 | 0.70 | 0.80 |
| 6. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 5,433 | 7,704 | 1,909 | 2,541 | 1,262 | 1,561 | 23.27 c | 20.13 a | 35.5 | 33.2 | 0.70 | 0.79 |
| 7. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 5,249 | 7,331 | 2,071 | 2,073 | 1,535 | 1,007 | 29.23 b | 13.73 b | 39.7 | 28.6 | 0.70 | 0.79 |
| C.V. (%) | 46.2 | 21.2 | 48.7 | 24.4 | 45.8 | 42.7 | 4.6 | 16.4 | 6.8 | 3.8 | | 3.5 |

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 12** ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | ต้นทุน (บาท/ไร่) | ผลผลิต (กก./ไร่) | | รายได้ (บาท/ไร่) | | กำไรสุทธิ (บาท) | | BCR | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก | 3,200 | 3,923 | 6,036 | 12,751 | 19,617 | 9,551 | 16,417 | 3.98 | 5.13 |
| 2. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 4,700 | 3,543 | 6,025 | 11,515 | 19,581 | 6,215 | 14,881 | 2.45 | 4.17 |
| 3. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 5,300 | 3,293 | 6,696 | 10,701 | 21,762 | 4,501 | 16,462 | 2.02 | 4.11 |
| 4. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 5,900 | 4,393 | 6,109 | 14,276 | 19,854 | 7,176 | 13,954 | 2.42 | 3.37 |
| 5.ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 6,500 | 5,220 | 7,585 | 16,964 | 24,651 | 8,964 | 18,151 | 2.61 | 3.79 |
| 6. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 7,100 | 5,433 | 7,704 | 17,658 | 25,038 | 8,758 | 17,938 | 2.49 | 3.53 |
| 7. ปุ๋ยมูลวัวหมักอัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก | 7,700 | 5,249 | 7,331 | 17,060 | 23,826 | 7,260 | 16,126 | 2.22 | 3.09 |

**หมายเหตุ :** ราคามันสำปะหลังอินทรีย์ 3.25 บาทต่อกิโลกรัม

**ตารางที่ 13** ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| รายการ | ความชื้น (%) (%) | | ความเป็นกรด-ด่าง | | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | | ค่าการนำไฟฟ้า (EC;dS/m). | | ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) | | C/N Ratio | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| ผลทดสอบ | 5.89 | 5.0 | 6.9 | 6.2 | 1.1 | 1.2 | 5.1 | 5.0 | 1.2 | 1.2 | 4.7 | 3.9 | 15.06 | 14.22 | 7/1 | 6/1 |
| มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร | ≤30 | | 5.5-8.5 | | ≥1 | | ≥0.5 | | ≥0.5 | | ≤10 | | ≥30 | | ≤20/1 | |

**ตารางที่ 14** คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน หลังปรับปรุงดิน และหลังเก็บเกี่ยว จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 – 2566

| กรรมวิธี | pH | | | | | OM (%) | | | | | Avai.P (mg/kg) | | | | | Exch.K (mg/kg) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | | 2565 | | | 2566 | |
| | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | ก่อนปรับปรุงดิน | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว |
| ก่อนปรับปรุงดิน | 6.14 | | | | | 0.70 | | | | | 76.77 | | | | | 44.10 | | | | |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 5.53 | 6.18 | 5.82 | 5.46 | | 0.72 | 1.09 | 0.66 | 0.57 | | 67.80 | 71.70 | 65.10 | 50.60 | | 42.50 | 126.00 | 121.50 | 13.20 |
| 2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 6.12 | 6.75 | 5.87 | 5.53 | | 0.60 | 1.24 | 0.67 | 0.58 | | 85.15 | 122.20 | 60.85 | 57.10 | | 53.35 | 190.00 | 104.90 | 16.70 |
| 3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 6.05 | 6.36 | 5.94 | 5.70 | | 0.62 | 1.27 | 0.66 | 0.61 | | 94.60 | 84.80 | 69.50 | 68.18 | | 31.40 | 153.15 | 138.20 | 15.80 |
| 4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 5.58 | 6.68 | 5.88 | 5.56 | | 0.64 | 1.36 | 0.62 | 0.52 | | 75.80 | 104.15 | 61.50 | 59.55 | | 39.20 | 177.30 | 103.30 | 15.10 |
| 5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 5.74 | 6.47 | 5.84 | 5.73 | | 0.51 | 1.16 | 0.56 | 0.46 | | 75.70 | 66.45 | 61.40 | 61.90 | | 28.20 | 111.60 | 103.50 | 16.40 |
| 6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 5.82 | 6.37 | 5.96 | 5.64 | | 0.51 | 1.05 | 0.64 | 0.57 | | 78.95 | 94.55 | 65.85 | 57.50 | | 29.40 | 153.20 | 124.60 | 15.20 |
| 7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | | 5.86 | 6.34 | 6.05 | 5.67 | | 0.63 | 1.14 | 0.65 | 0.54 | | 84.40 | 98.80 | 67.70 | 63.45 | | 43.30 | 184.10 | 132.00 | 17.90 |

**ตารางที่ 15** ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | | | | | | % แป้ง | | % มันแห้ง | | HI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | หัวสด | | มันแห้ง | | แป้ง | | | | | | | |
| | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 5,647 | 4,126 | 2,014 ab | 1,185 | 1,369 ab | 591 | 24.7 a | 14.30 ab | 36.5 | 29.0 | 0.7 | 0.72 ab |
| 2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 6,444 | 4,232 | 2,247 ab | 1,268 | 1,474 ab | 679 | 22.7 ab | 15.47 a | 35.0 | 29.8 | 0.7 | 0.74 a |
| 3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 5,596 | 4,514 | 2,004 ab | 1,311 | 1,354 ab | 666 | 24.3 ab | 14.77 ab | 36.2 | 29.3 | 0.8 | 0.75 a |
| 4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 7,252 | 5,022 | 2,602 a | 1,463 | 1,761 a | 749 | 25.0 a | 14.47 ab | 36.7 | 29.1 | 0.8 | 0.75 a |
| 5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 6,612 | 4,677 | 2,314 ab | 1,333 | 1,524 ab | 656 | 22.7 ab | 13.90 ab | 35.0 | 28.7 | 0.7 | 0.69 b |
| 6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 5,464 | 4,686 | 1,935 ab | 1,298 | 1,291 ab | 605 | 23.7 ab | 12.77 b | 35.8 | 27.9 | 0.8 | 0.72 ab |
| 7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 5,441 | 5,052 | 1,832 b | 1,507 | 1,154 b | 802 | 21.3 b | 15.73 a | 34.0 | 30.0 | 0.8 | 0.74 a |
| CV (%) | 16.7 | 17.9 | 17.6 | 16.6 | 19.3 | 17.6 | 7.0 | 8.4 | 8.3 | 12.10 | 12.0 | 2.9 |

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 16** ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะต่อการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2565 - 2566

| กรรมวิธี | ต้นทุน (บาท/ไร่) | ผลผลิต (กก./ไร่) | | รายได้ (บาท/ไร่) | | กำไรสุทธิ (บาท) | | BCR | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 | 2565 | 2566 |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 3,200 | 5,647 | 4,126 | 18,352 | 13,409 | 15,152 | 10,209 | 5.74 | 3.19 |
| 2. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 5,300 | 6,444 | 4,232 | 20,944 | 13,754 | 15,524 | 8,454 | 3.95 | 1.59 |
| 3. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 9 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 6,200 | 5,596 | 4,514 | 18,188 | 14,670 | 11,808 | 8,470 | 2.93 | 1.37 |
| 4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 12 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 7,100 | 7,252 | 5,022 | 23,569 | 16,321 | 16,229 | 9,221 | 3.32 | 1.29 |
| 5. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 15 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 8,000 | 6,612 | 4,677 | 21,490 | 15,200 | 13,190 | 7,200 | 2.69 | 0.90 |
| 6. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 18 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 8,900 | 5,464 | 4,686 | 17,759 | 15,229 | 8,499 | 6,329 | 2.00 | 0.71 |
| 7. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 21 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด | 9,800 | 5,441 | 5,052 | 17,682 | 16,419 | 7,462 | 6,619 | 1.80 | 0.67 |

**หมายเหตุ :** ราคามันสำปะหลังอินทรีย์ 3.25 บาทต่อกิโลกรัม

# การเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการใช้สารปรับปรุงดินในจังหวัดระยอง

# Increasing the potential of cassava production by using soil improvers in Rayong Province

วัลลีย์ อมรพล[1/] ศฐาคุปต์ เค็น นากาชิมา[1/] รุ่งรวี บุญทั่ง[1/] ศิริลักษณ์ ล้านแก้ว[1/] ภานุวัฒน์ มูลจันทะ[1/]

Wanlee Amonpon[1/] Sathakupt Ken Nagashima[1/] Rungravee Boontung[1/]

Sirilak Lankaew[1/] Phanuwat Moonjuntha[1/]

## ABSTRACT

Study on increasing the potential of cassava production by using soil improvers was conducted in non-outbreak cassava mosaic disease (CMD) location on sandy loam and sandy soil in Mueang and outbreak CMD location on sandy loam in Pluak Daeng, Ban Khai, and sandy soil in Nikhom Phatthana, during the rainy season of 2023/24 at Rayong Province. Clean seed of Rayong 9 was examined by randomized complete block design with 4 replications and 5 treatments: applying fertilizer based on soil test (T1), applying fertilizer based on soil test + soil spray of $CaCo_3$ (T2), applying fertilizer based on soil test + soil spray and foliar spray of $CaCo_3$ (T3), applying fertilizer based on soil test + foliar spray of CaB (T4), and applying fertilizer based on soil test + dolomite (T5). The results showed no significant difference on yield for fertilizer and soil improvers management in non-outbreak CMD location on sandy loam soil. Whereas, highest net profit 11,171 baht/rai was found in T5 and highest benefit-cost ratio (BCR) 1.48 was found in T1. In sand soil, highest fresh root yield and starch yield 8,042 and 2,424 kg./rai, highest net profit 17,850 baht/rai, and BCR 1.73 was found in T5. For the outbreak location, cassava fresh root yield was not significance in all treatment. However, sandy loam soil in Pluak Daeng showed highest net profit 8,108 baht/rai and highest BCR 1.20 for T1, whereas BCR lower than 1 was found in sandy soil in Nikhom Phatthana and sandy loam in Ban Khai. And the results showed soil improvers in all treatment cannot reduce CMD outbreak. In addition, T5 can increase soil pH and exchangeable calcium in upper soil at 0-20 cm depth.

**Keywords:** cassava, soil improver, $CaCo_3$, CaB, dolomite

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21150

[1/]Rayong Field Crops Research Center, Huai Pong, Mueang Rayong District, Rayong Province 21150

## บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังด้วยการใช้สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง และในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ในฤดูฝน ปี 2566/2567 โดยใช้พันธุ์ระยอง 9 ที่ไม่มีเชื้อไวรัส SLCMV วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (T1) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอยทางดิน (T2) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่น แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอยทางดิน+ใบ (T3) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนทางใบ (T4) และ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์ (T5) ผลการศึกษา พบว่า การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน ในสภาพพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน ไม่ทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ T5 มีกำไรสุทธิสูงสุด 11,171 บาทต่อไร่ และ T1 ให้อัตราผลตอบแทนต่อหนึ่งหน่วยลงทุน (BCR) สูงสุด 1.48 ส่วนในดินทราย พบว่า T5 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งสูงสุด 8,042 และ 2,424 กิโลกรัมต่อไร่ มีกำไรสุทธิสูงสุด 17,850 บาทต่อไร่ และมี BCR 1.73 สำหรับพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินทุกกรรมวิธี ไม่ทำให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง พบว่า T1 มีกำไรสุทธิสูงสุด 8,108 บาทต่อไร่ มีค่า BCR สูงสุด 1.20 ในขณะที่ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา และดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย มีค่า BCR ต่ำกว่า 1 และพบว่าสารปรับปรุงดินจากทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการลดการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังพบว่า T5 มีผลทำให้ค่า pH และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



**คำหลัก:** มันสำปะหลัง สารปรับปรุงดิน แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแวนลอย แคลเซียมโบรอน โดโลไมท์


## บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในปี 2566 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังราว 10.5 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 30.6 ล้านตัน นำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละประมาณ 142,316 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566; 2567) ในปัจจุบันพบการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลังในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ ทำให้ผลผลิตลดลง 30-40 เปอร์เซ็นต์ แนวทางที่สำคัญในการแก้ปัญหาโรคดังกล่าว คือ การใช้พันธุ์ต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง แต่กระบวนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังใช้เวลาดำเนินการค่อนข้างนาน (ประมาณ 8-10 ปี) ดังนั้นการแก้ไขปัญหาโดยการวิจัยและพัฒนาการเขตกรรม (การใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน) ควบคู่กันไปด้วยจึงมีความสำคัญ

สารแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตที่มาจากธรรมชาติผ่านกระบวนการจนมีขนาดอนุภาคขนาดเล็กและอยู่ในรูปสารแขวนลอยสามารถละลายน้ำได้ดี

ง่ายต่อการนำไปใช้ในทางด้านการเกษตร มีองค์ประกอบทางเคมี (วัดในสภาพแห้ง) ประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 98.5 % Min. แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) 0.8 % Max. เหล็กออกไซด์ ($Fe_2O_3$) 0.02 % Max. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ : ปริมาณความเข้มข้น 75 % Max. ขนาดอนุภาค 0.5 ไมครอน ความหนาแน่น 1,900 กก./ลบ.ม. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 9 ± 1 ใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ทำการเกษตร ปรับค่าความเป็นกรดของดินได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพช่วยให้พืชดูดซึมอาหารจากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระดับวิกฤติความเข้มข้นของแคลเซียมในใบมันสำปะหลัง (YEEL, blade) มีค่า 5.0 เปอร์เซ็นต์ (Reuler *et al*.,1986) จากงานวิจัยของ Hau K.H. *et al* (2015) พบว่า การใช้แคลเซียมอนุภาคนาโนสามารถป้องกันการวางไข่ของแมลงวันผลไม้บนผลพุทธาอินเดียได้ ขณะที่ระดับวิกฤติความเข้มข้นของแคลเซียมในดินมีค่า 0.25 meq/100g

แคลเซียมโบรอน จัดเป็นธาตุอาหารรองในกลุ่มเดียวกับแมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) ที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อยในการเจริญเติบโต และไม่มีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วไปเหมือนธาตุอาหารหลักซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) อย่างไรก็ตามแคลเซียมเป็นธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักช่วยในการแบ่งเซลล์และใช้กระบวนการภายในเซลล์ในระหว่างการเจริญเติบโต อาการขาดธาตุแคลเซียมในพืชบางอย่างอาจดูคล้ายอาการของพืชเป็นโรค ดังนั้นการวินิจฉัยอาการผิดปกติของพืชจึงควรพิจารณาอย่างระมัดระวัง พืชที่ขาดแคลเซียมมักจะแสดงอาการที่ยอดและผล คือ ตายอดไม่เจริญ ยอดอ่อนตาย ใบอ่อนบิดเบี้ยว ขอบใบม้วนลงไม่เรียบและแห้ง ใบมีจุดประขาวอยู่บนใบส่วนยอด ดูคล้ายอาการยอดด่าง การใช้แคลเซียมโบรอนช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งมีการผลิตแคลเซียมโบรอนในรูปแบบต่างๆ เช่น ธาตุอาหารเสริมสำหรับพืชแบบชนิดผงที่ใช้ในการผสมน้ำ รวมไปถึงน้ำหมักชีวภาพโบรอนเพื่อใช้เองก็สามารถทำได้เช่นกัน พืชใช้แคลเซียมในการแบ่งเซลล์ที่ส่วนของยอดและปลายรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เมื่อส่วนปลายรากแข็งแรงสามารถดูดน้ำและอาหารได้เต็มที่ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ และทำหน้าที่เชื่อมให้ผนังเซลล์ข้างเคียงประสานกัน ผนังเซลล์จึงมีความแข็งแรง ทำให้ลำต้นพืชแข็งแรงและช่วยรักษาโครงสร้างของผนังเซลล์ และมีบทบาทควบคุมให้รากพืชเจริญเติบโตมีทิศทางลงสู่ดินตอบสนองต่อความถ่วง (gravity) ของโลก และส่งเสริมการทำหน้าที่ของออกซินด้านการเจริญเติบโตของเซลล์ และควบคุมการดูดน้ำของเซลล์พืช โดยเอื้อต่อการดูดน้ำเข้ามาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้แคลเซียมยังมีบทบาททางอ้อมในการควบคุมการเปิดและปิดปากใบ และแคลเซียมยังช่วยเพิ่มความต้านทานโรคพืชและซ่อมแซมบาดแผลที่เกิดขึ้นกับต้นพืชอีกด้วย (เวิลด์ เคมีคอลกรุ๊ป, 2566 )

โดโลไมท์ (dolomite) เป็นปูนชนิดหนึ่งที่มีส่วนประกอบของธาตุแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) มีลักษณะทางเคมีเป็นด่าง จึงใช้ในการปรับสภาพดินที่เป็นกรดให้มีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น สูตรทางเคมีคือ $CaMg(CO_3)$ โดยปกติโดโลไมท์จะมีสัดส่วนของ $CaCO_3$ ต่อ $MgCO_3$ ประมาณ 1:1 ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยปรับค่ากรด-ด่างของดิน ในดินที่มีสภาพเป็นกรด คือ ค่ากรด-ด่าง (pH) น้อยกว่า 5.0 จะส่งผลให้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินหรือจากการใส่ปุ๋ย ละลายออกมาได้ไม่ดี ทำให้รากพืชดูดไปใช้ได้น้อย หรือมีความเป็นประโยชน์ต่ำ พบว่าถ้าค่าพีเอชของดินเท่ากับ 5.0 ประสิทธิภาพการใช้

ปุ๋ยของต้นพืชจะเหลือเพียง 46 เปอร์เซ็นต์ และโดโลไมท์ มีส่วนผสมของแคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารรองที่พืชต้องการ โดโลไมท์ผลิตมาจากหินภูเขา ที่นำมาบดให้ละเอียด การปลดปล่อยจึงขึ้นอยู่กับระดับความละเอียดของผงปูนที่บดได้ อย่างไรก็ตามการใช้ปูน โดโลไมท์ ควรมีการตรวจวัดค่าพีเอชของดินก่อนว่าดินมีความเป็นกรดหรือด่าง ซึ่งจะช่วยให้การใช้ปูนโดโลไมท์มีเหมาะสมมากขึ้น (ซีพีไอ อะโกรเทค, 2566 )

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการใช้สารปรับปรุงดินต่อการเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางปฏิบัติซึ่งอาจเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่สามารถช่วยยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยให้มีความมั่นคงยั่งยืนสืบไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่ไม่มีเชื้อไวรัส SLCMV
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46% N) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18% N และ 46% $P_2O_5$) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% $K_2O$)
3. แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย ($CaCO_3$)
4. แคลเซียมโบรอน (CaB)
5. โดโลไมท์ หรือแคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอเนต CaMg ($CO_3$)
6. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดิน

### วิธีการ

ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่ไม่มีเชื้อไวรัส SLCMV ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง และในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง รวม 5 แปลง ในฤดูฝน ปี 2566/2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (T1) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย ($CaCO_3$) ทางดินอัตราตามค่า pH ของดิน (ค่า pH น้อยกว่า 4.5 ใช้อัตรา 15 ลิตรต่อไร่ ค่า pH อยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ใช้อัตรา 10 ลิตรต่อไร่ และค่า pH มากกว่า 5.5 ใช้อัตรา 5 ลิตรต่อไร่) (T2) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย ($CaCO_3$) ทางดิน+ใบ (พ่นต้นและใบอัตรา 2 และ 3 ลิตรต่อไร่ที่อายุ 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ) (T3) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+ฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนทางใบอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (T4) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+หว่านโดโลไมท์อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูก (T5) วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดิน 4 ครั้ง คือ 1) ก่อนปลูก 2) ก่อนฉีดพ่นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย ($CaCO_3$) ทางใบ ครั้งที่ 1 3) ก่อนฉีดพ่นแคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย ($CaCO_3$) ทางใบ ครั้งที่ 2 และ 4) ก่อนการเก็บเกี่ยว ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 1.0x0.8 เมตร มีขนาดแปลงย่อย 10.0x9.6 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร ใส่ปุ๋ยตาม

ค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 1 เดือน ประเมินการเกิดโรค ระดับความรุนแรงของโรค และเก็บตัวอย่างตรวจหาเชื้อไวรัส SLCMV ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ในห้องปฏิบัติการ ทุก 1 เดือน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว ขนาด 38.4 ตารางเมตร (6 แถว ๆ ละ 6.4 เมตร) วิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต และวิเคราะห์ค่าผลประโยชน์ตอบแทนทางเศรษฐกิจ (BCR)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลัง

จากการประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ผลการประเมิน ไม่พบโรคใบด่างของมันสำปะหลังในทุกกรรมวิธีตลอดอายุการเก็บเกี่ยว และเมื่อเก็บตัวอย่างมาตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ โดยใช้ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อเชื้อไวรัส SLCMV ตรวจไม่พบเชื้อไวรัส SLCMV ทั้งหมด (ตารางที่ 1-2) ส่วนพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา พบการแสดงอาการใบด่างของมันสำปะหลัง ที่ระดับความรุนแรง 5 ในทุกกรรมวิธี และตรวจพบเชื้อไวรัส SLCMV ทั้งหมด โดยในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา เริ่มพบการเกิดโรคตั้งแต่เดือนที่ 1 เป็นต้นไป และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มสูงขึ้นทุกเดือนในทุกกรรมวิธี เช่นเดียวกันกับในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง และอำเภอบ้านค่าย ที่เริ่มพบการเกิดโรคตั้งแต่เดือนที่ 2 และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพิ่มสูงขึ้นทุกเดือนในทุกกรรมวิธีเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3-5)

จากข้อมูลดังกล่าว จะเห็นได้ว่า แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ จาก T2 และ T3 แคลเซียมโบรอน จาก T4 และโดโลไมท์ จาก T5 ไม่มีผลในด้านการช่วยลดการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลัง/กำจัดเชื้อไวรัส SLCMV และป้องกันการถ่ายทอดโรคโดยแมลงหวี่ขาวยาสูบ

### 2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

#### 2.1 ผลผลิตหัวสด

ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทราย พบว่า การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินมีผลทำให้ผลผลิตหัวสดที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย T5 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 8,042 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ในดินทรายปนร่วน ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกัน โดยให้ผลผลิตหัวสดอยู่ระหว่าง 4,936-5,739 กิโลกรัมต่อไร่ แต่พบว่า T5 และ T3 (5,739 และ 5,728 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าค่าเฉลี่ย (5,346 กิโลกรัมต่อไร่) ด้านพื้นที่ที่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา ให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดอยู่ระหว่าง 4,575-5,006 2,780-3,321 และ 3,671-4,138 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

#### 2.2 ปริมาณแป้งในหัวสด

การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินไม่ทำให้ปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด และมีการระบาด จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง

มีปริมาณแป้งในหัวสดของทุกกรรมวิธีเฉลี่ย (29.9 และ 29.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อยู่ในเกณฑ์สูงกว่าในพื้นที่ที่มีการระบาด ซึ่งในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และในดินทรายอำเภอนิคมพัฒนา มีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.0-19.5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัย คือ ความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคใบด่างมันสำปะหลัง และช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน โดยในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง มีการเก็บเกี่ยวก่อนในพื้นที่ที่มีการระบาด (ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา) ที่มีการเก็บเกี่ยวในช่วงสิ้นเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก ส่งผลทำให้ทั้ง 3 แปลงมีปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

**2.3 ผลผลิตแป้ง**

ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทราย พบว่า T5 ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด 2,424 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ในดินทรายปนร่วน ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า T5 (1,752 กิโลกรัมต่อไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าค่าเฉลี่ย (1,609 กิโลกรัมต่อไร่) ในพื้นที่ที่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง อำเภอบ้านค่าย และในดินทราย อำเภอ นิคมพัฒนา ให้ผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตแป้งของทุกกรรมวิธีเฉลี่ยอยู่ที่ 940 583 และ 769 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

**2.4 สมบัติของดินและปริมาณธาตุอาหารในดิน**

การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินตาม T5 (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์) มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด และในดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย ในพื้นที่ที่มีการระบาด และมีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกสถานที่ปลูก (ตารางที่ 9-10)

**3. ค่าผลประโยชน์ตอบแทน (BCR)**

ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน และดินทราย อำเภอเมือง พบว่า T5 มีกำไรสุทธิสูงสุด (11,171 และ 17,850 บาทต่อไร่ ตามลำดับ) และมีค่าผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) คุ้มค่าต่อการลงทุน ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีการระบาด ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง พบว่า T1 มีกำไรสุทธิสูงสุด 8,108 บาทต่อไร่ และมีค่า BCR สูงสุด 1.20 ส่วนในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา และดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่า BCR ต่ำกว่า 1 (ตารางที่ 11-15)

## สรุปผลการทดลอง

การเพิ่มศักยภาพการผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ด้วยการใช้สารปรับปรุงดินในจังหวัดระยอง ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+หว่านโดโลไมท์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูก (T5) ให้ผลกำไรสุทธิสูงที่สุด และให้ค่าผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) คุ้มค่าต่อการลงทุน ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (T1) มีกำไรสุทธิ และมีค่า BCR สูงที่สุด และทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อการลดการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลัง

ในสภาพที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน+โดโลไมท์ (T5) มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) ในดินบนที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้การดำเนินการวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2566 ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง และเกษตรกรผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ และความร่วมมือในงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

ซีพีไอ อะโกรเทค, 2566. โดโลไมท์. แหล่งที่มา: https://www.cpiagrotech.com. ค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2567.

เวิลด์ เคมีคอลกรุ๊ป, 2566. แคลเซียมโบรอน. แหล่งที่มา: https://www.worldchemical.co.th. ค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2567.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2567. แหล่งที่มา: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2566/trend2567.pdf. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2567.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567. สถิติการเกษตรของไทย ปี 2566. แหล่งที่มา https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2567/statistic2566.pdf. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2567.

Hua, K.H., Wang, R., Chung R.H. and Shu J.C. 2015. Calcium carbonate nanoparticles can enhance plant nutrition and insect pest tolerance. *J of Pesticide Science.* 40(1): 201-213.

Reuter, D.J. 1986. Temperate and sub-tropical. In: Plant Analysis an Interpretation Manual. Reuter, D.J. and J.B. Robinson (eds.). Inkata Press. Melbourne, Sydney, Australia.

**ตารางที่ 1** การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรค ในดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังที่อายุ 1-12 เดือน | | | | | | | | | | | | ระดับการเกิดโรค | ผลตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| C.V. (%) | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | | |
| F-test | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | | |

**ตารางที่ 2** การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรค ในดินทราย อำเภอเมือง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังที่อายุ 1-12 เดือน | | | | | | | | | | | | ระดับการเกิดโรค | ผลตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| C.V. (%) | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | | |
| F-test | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | N.A. | | |

**ตารางที่ 3** การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังที่อายุ 1-12 เดือน | | | | | | | | | | | | ระดับการเกิดโรค | ผลตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| **T1** | 0 | 0.00 | 1.87 | 2.29 | 2.71 | 4.17 | 4.17 | 4.38 | 4.38 | 4.58 | 6.25 | 6.25 | 5 | + |
| **T2** | 0 | 1.04 | 2.92 | 3.96 | 4.58 | 5.00 | 5.63 | 6.04 | 6.04 | 6.04 | 8.13 | 8.13 | 5 | + |
| **T3** | 0 | 0.83 | 3.33 | 4.58 | 5.83 | 6.25 | 7.50 | 7.92 | 7.92 | 7.92 | 9.79 | 9.79 | 5 | + |
| **T4** | 0 | 0.83 | 3.54 | 4.38 | 5.21 | 6.04 | 7.08 | 7.29 | 7.29 | 7.29 | 8.54 | 8.54 | 5 | + |
| **T5** | 0 | 0.42 | 4.58 | 4.79 | 5.63 | 6.25 | 6.88 | 7.08 | 7.08 | 7.29 | 8.33 | 8.33 | 5 | + |
| C.V. (%) | N.A. | 165.1 | 80.9 | 74.1 | 56.06 | 52.99 | 53.71 | 47.92 | 47.92 | 52.03 | 44.10 | 44.10 | | |
| F-test | N.A. | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | |

**ตารางที่ 4** การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังที่อายุ 1-12 เดือน | | | | | | | | | | | | ระดับการเกิดโรค | ผลตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| **T1** | 0.63 | 1.88 | 2.29 | 2.92 b | 6.46 | 7.30 | 10.00 | 10.83 | 10.83 | 12.50 | 8.33 | 8.33 | 5 | + |
| **T2** | 1.25 | 3.12 | 6.87 | 7.92 ab | 8.75 | 10.21 | 10.63 | 11.46 | 11.46 | 15.42 | 12.92 | 12.92 | 5 | + |
| **T3** | 2.08 | 3.33 | 7.29 | 8.75 a | 9.38 | 15.42 | 15.42 | 16.04 | 16.04 | 16.67 | 11.46 | 11.46 | 5 | + |
| **T4** | 0.42 | 2.29 | 3.75 | 4.17 ab | 5.42 | 8.75 | 9.58 | 10.63 | 10.63 | 12.92 | 7.50 | 7.50 | 5 | + |
| **T5** | 0.63 | 2.29 | 8.33 | 8.54 ab | 9.38 | 12.92 | 12.92 | 13.54 | 13.54 | 17.71 | 6.04 | 6.04 | 5 | + |
| C.V. (%) | 106.9 | 76.10 | 55.90 | 58.47 | 60.83 | 58.18 | 58.75 | 52.30 | 52.30 | 44.43 | 40.94 | 40.94 | | |
| F-test | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | * | | |

**ตารางที่ 5** การประเมินการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังทุก 1 เดือนในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ในดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังที่อายุ 1-12 เดือน | | | | | | | | | | | | ระดับการเกิดโรค | ผลตรวจด้วยวิธีพีซีอาร์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| **T1** | 0 | 0.21 | 1.25 | 2.71 ab | 2.71 b | 6.25 ab | 6.88 ab | 7.30 ab | 7.30 ab | 7.50 b | 12.50 | 12.50 | 5 | + |
| **T2** | 0 | 2.08 | 4.37 | 4.79 a | 6.04 a | 9.79 a | 10.42 a | 10.83 a | 10.83 a | 11.46 a | 16.25 | 16.25 | 5 | + |
| **T3** | 0 | 0.42 | 1.87 | 2.92 ab | 3.33 ab | 7.08 ab | 7.92 ab | 8.33 ab | 8.33 ab | 10.00 ab | 17.50 | 17.5 | 5 | + |
| **T4** | 0 | 1.46 | 1.67 | 1.67 b | 2.50 b | 3.96 b | 4.79 b | 5.21 b | 5.21 b | 6.88 b | 13.33 | 13.33 | 5 | + |
| **T5** | 0 | 0.21 | 1.25 | 1.46 b | 2.08 b | 3.54 b | 4.38 b | 4.58 b | 4.58 b | 5.63 c | 18.13 | 18.13 | 5 | + |
| C.V. (%) | N.A. | 123.3 | 82.4 | 68.97 | 59.38 | 55.83 | 50.04 | 48.45 | 48.45 | 48.12 | 42.39 | 42.39 | | |
| F-test | N.A. | ns | ns | * | * | * | * | * | * | * | ns | ns | | |

**ตารางที่ 6** ผลผลิตหัวสด (กิโลกรัมต่อไร่) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | พื้นที่ที่ไม่มีการระบาด | | พื้นที่ที่มีการระบาด | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง | ดินทราย อำเภอเมือง | ดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง | ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา | ดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย |
| T1 | 5,160 | 6,911 c | 4,950 | 4,138 | 2,807 |
| T2 | 5,166 | 7,254 bc | 5,006 | 4,054 | 2,780 |
| T3 | 5,728 | 7,656 ab | 4,687 | 4,091 | 3,211 |
| T4 | 4,936 | 7,697 ab | 4,729 | 4,096 | 3,321 |
| T5 | 5,739 | 8,042 a | 4,575 | 3,671 | 2,997 |
| ค่าเฉลี่ย | 5,346 | 7,522 | 4,790 | 4,010 | 3,023 |
| C.V. (%) | 12.5 | 5.6 | 21.4 | 11.7 | 14.5 |
| F-Test | ns | * | ns | ns | ns |

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 7** ปริมาณแป้งในหัวสด (%) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | พื้นที่ที่ไม่มีการระบาด | | พื้นที่ที่มีการระบาด | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง | ดินทราย อำเภอเมือง | ดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง | ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา | ดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย |
| T1 | 30.0 | 29.0 | 19.7 | 18.5 | 16.5 |
| T2 | 28.8 | 28.4 | 20.7 | 19.9 | 18.9 |
| T3 | 31.3 | 29.6 | 18.4 | 18.6 | 20.4 |
| T4 | 29.0 | 29.9 | 19.8 | 19.5 | 19.7 |
| T5 | 30.5 | 30.2 | 18.7 | 19.4 | 19.7 |
| ค่าเฉลี่ย | 29.9 | 29.4 | 19.5 | 19.2 | 19.0 |
| C.V. (%) | 5.1 | 4.0 | 6.8 | 7.4 | 12.4 |
| F-Test | ns | ns | ns | ns | ns |

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 8** ผลผลิตแป้ง (กิโลกรัมต่อไร่) ของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ที่อายุ 12 เดือน ในพื้นที่ที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | พื้นที่ที่ไม่มีการระบาด | | พื้นที่ที่มีการระบาด | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง | ดินทราย อำเภอเมือง | ดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง | ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา | ดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย |
| T1 | 1,553 | 2,006 b | 978 | 770 | 472 |
| T2 | 1,490 | 2,062 b | 1,040 | 803 | 527 |
| T3 | 1,792 | 2,271 ab | 878 | 760 | 655 |
| T4 | 1,461 | 2,299 ab | 944 | 804 | 664 |
| T5 | 1,752 | 2,424 a | 861 | 709 | 596 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,609 | 2,213 | 940 | 769 | 583 |
| C.V. (%) | 15.1 | 8.1 | 27.2 | 13.7 | 23.9 |
| F-Test | ns | * | ns | ns | ns |

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 9** ผลวิเคราะห์ pH ของดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในพื้นที่ที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | พื้นที่ที่ไม่มีการระบาด | | พื้นที่ที่มีการระบาด | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง | ดินทราย อำเภอเมือง | ดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง | ดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย | ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา |
| T1 | 4.4 b | 5.1 b | 4.4 | 4.9 b | 5.5 |
| T2 | 4.6 b | 5.2 b | 4.7 | 5.1 b | 4.8 |
| T3 | 4.7 b | 5.1 b | 4.7 | 4.9 b | 4.9 |
| T4 | 4.5 b | 4.9 b | 4.6 | 5.0 b | 5.3 |
| T5 | 5.4 a | 5.9 a | 4.6 | 5.9 a | 5.5 |
| ค่าเฉลี่ย | 4.7 | 5.3 | 4.6 | 5.1 | 5.2 |
| C.V. (%) | 7.3 | 5.6 | 6.2 | 2.9 | 15.6 |
| F-Test | ** | ** | ns | ** | ns |

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

**ตารางที่ 10** ผลวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมของดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ในพื้นที่ที่ไม่มีและมีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| กรรมวิธี | พื้นที่ที่ไม่มีการระบาด | | พื้นที่ที่มีการระบาด | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง | ดินทราย อำเภอเมือง | ดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง | ดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย | ดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา |
| T1 | 67.02 b | 94.18 b | 96.88 b | 54.25 b | 111.56 a |
| T2 | 79.75 ab | 91.93 b | 94.40 b | 74.99 b | 88.72 b |
| T3 | 109.47 ab | 95.11 b | 112.63 b | 62.98 b | 86.99 b |
| T4 | 70.11 b | 74.80 b | 112.20 b | 79.84 b | 96.01 b |
| T5 | 130.74 a | 143.32 a | 191.74 a | 175.92 a | 111.53 a |
| ค่าเฉลี่ย | 91.4 | 99.97 | 121.74 | 89.59 | 98.96 |
| C.V. (%) | 27.7 | 30.3 | 34.8 | 18.1 | 11.1 |
| F-Test | * | * | * | ** | * |

*, ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%

**ตารางที่ 11** การวิเคราะห์ผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) สำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทรายปนร่วน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ฤดูปลูก 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) | รายได้สุทธิ (บาท/ไร) | BCR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 5,160 | 7,268 | 18,060 | 10,792 | 1.48 |
| T2 | 5,166 | 8,592 | 17,823 | 9,231 | 1.07 |
| T3 | 5,728 | 9,769 | 20,048 | 10,279 | 1.05 |
| T4 | 4,936 | 7,734 | 17,029 | 9,296 | 1.20 |
| T5 | 5,739 | 8,916 | 20,087 | 11,171 | 1.25 |
| ค่าเฉลี่ย | 5,346 | 8,456 | 18,609 | 10,154 | 1.21 |

มันสำปะหลังปี 2567 ราคา 3.50 บาท/กิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 30 %

ราคาผลผลิตลดลงเปอร์เซ็นต์ละ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ค่าดูแลรักษา 3,505 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาท/กิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาท/กิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาท/กิโลกรัม โดโลไมท์ ราคา 5 บาท/กิโลกรัม

แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ ราคา 120 บาท/กิโลกรัม แคลเซียมโบรอน 120 บาท/ไร่

**ตารางที่ 12** การวิเคราะห์ผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) สำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทราย อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ฤดูปลูก 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) | รายได้สุทธิ (บาท/ไร่) | BCR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 6,911 | 8,319 | 23,842 | 15,524 | 1.87 |
| T2 | 7,254 | 9,844 | 24,663 | 14,819 | 1.51 |
| T3 | 7,656 | 10,926 | 26,796 | 15,870 | 1.45 |
| T4 | 7,697 | 9,390 | 26,938 | 17,548 | 1.87 |
| T5 | 8,042 | 10,297 | 28,147 | 17,850 | 1.73 |
| ค่าเฉลี่ย | 7,512 | 9,755 | 26,007 | 16,322 | 1.69 |

มันสำปะหลังปี 2567 ราคา 3.50 บาท/กิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 30 %

ราคาผลผลิตลดลงเปอร์เซ็นต์ละ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ค่าดูแลรักษา 3,505 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาท/กิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาท/กิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาท/กิโลกรัม โดโลไมท์ ราคา 5 บาท/กิโลกรัม

แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ ราคา 120 บาท/กิโลกรัม แคลเซียมโบรอน 120 บาท/ไร่

**ตารางที่ 13** การวิเคราะห์ผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) สำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทรายปนร่วน อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง ฤดูปลูก 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) | รายได้สุทธิ (บาท/ไร) | BCR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 4,950 | 6,742 | 14,850 | 8,108 | 1.20 |
| T2 | 5,006 | 8,096 | 15,018 | 7,173 | 0.89 |
| T3 | 4,687 | 8,744 | 14,061 | 5,317 | 0.61 |
| T4 | 4,729 | 7,209 | 14,187 | 6,978 | 0.97 |
| T5 | 4,575 | 7,817 | 13,725 | 5,908 | 0.76 |
| ค่าเฉลี่ย | 4,790 | 7,722 | 14,368 | 6,697 | 0.88 |

มันสำปะหลังปี 2567 ราคา 3.50 บาท/กิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 30 %

ราคาผลผลิตลดลงเปอร์เซ็นต์ละ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ค่าดูแลรักษา 3,505 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาท/กิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาท/กิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาท/กิโลกรัม โดโลไมท์ ราคา 5 บาท/กิโลกรัม

แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ ราคา 120 บาท/กิโลกรัม แคลเซียมโบรอน 120 บาท/ไร่

**ตารางที่ 14** การวิเคราะห์ผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) สำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทราย อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ฤดูปลูก 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) | รายได้สุทธิ (บาท/ไร) | BCR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 4,138 | 6,255 | 12,207 | 5,952 | 0.95 |
| T2 | 4,054 | 7,524 | 12,162 | 4,638 | 0.62 |
| T3 | 4,091 | 8,387 | 12,068 | 3,682 | 0.44 |
| T4 | 4,096 | 6,830 | 12,288 | 5,459 | 0.80 |
| T5 | 3,671 | 7,275 | 10,829 | 3,555 | 0.49 |
| ค่าเฉลี่ย | 4,010 | 7,254 | 11,911 | 4,657 | 0.66 |

มันสำปะหลังปี 2567 ราคา 3.50 บาท/กิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 30 %

ราคาผลผลิตลดลงเปอร์เซ็นต์ละ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ค่าดูแลรักษา 3,505 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาท/กิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาท/กิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาท/กิโลกรัม โดโลไมท์ ราคา 5 บาท/กิโลกรัม

แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ ราคา 120 บาท/กิโลกรัม แคลเซียมโบรอน 120 บาท/ไร่

**ตารางที่ 15** การวิเคราะห์ผลประโยชน์ตอบแทน (BCR) สำหรับการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทรายปนร่วน อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง ฤดูปลูก 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาท/ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) | รายได้สุทธิ (บาท/ไร) | BCR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 2,807 | 5,105 | 8,000 | 2,895 | 0.57 |
| T2 | 2,780 | 6,408 | 8,201 | 1,793 | 0.28 |
| T3 | 3,211 | 7,507 | 9,633 | 2,126 | 0.28 |
| T4 | 3,321 | 6,013 | 9,963 | 3,950 | 0.66 |
| T5 | 2,997 | 6,519 | 8,991 | 2,472 | 0.38 |
| ค่าเฉลี่ย | 3,023 | 6,310 | 8,958 | 2,647 | 0.43 |

มันสำปะหลังปี 2567 ราคา 3.50 บาท/กิโลกรัมที่เปอร์เซ็นต์แป้ง 30 %

ราคาผลผลิตลดลงเปอร์เซ็นต์ละ 0.5 บาทต่อกิโลกรัม ค่าดูแลรักษา 3,505 บาท/ไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาท/กิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาท/กิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาท/กิโลกรัม โดโลไมท์ ราคา 5 บาท/กิโลกรัม

แคลเซียมคาร์บอเนตชนิดแขวนลอย $CaCO_3$ ราคา 120 บาท/กิโลกรัม แคลเซียมโบรอน 120 บาท/ไร่

# การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อผลผลิตและแป้งสูงในกลุ่มดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง

# Studying the nutrient use efficiency of elite cassava clones for high yield and height starch in Sandy loam Huai Pong series

วัลลีย์ อมรพล[1/] ชยันต์ ภักดีไทย[2/] สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1/] รุ่งรวี บุญทั่ง[1/] นฤพน รักขยัน[1/]

Wanlee Amonpon[1/] Chayan Pakdeethai[2/] Suwaluk Sansanee[1/]

Rungravee Boontung[1/] Narupon rakkayan[1/]

## ABSTRACT

Study on nutrient use efficiency of cassava aims to get information on nutrient uptake efficiency of elite cassava clones in Huai Pong series (Hp) at Rayong Province, during 2023 and 2024. Split plot design with 3 replications was used and experiment was divided into 1) nitrogen use efficiency and 2) potassium use efficiency. For nitrogen use efficiency, main plot was 4 cassava variety/clones; Rayong 9, CMR56-71-68, CMR58-75-110 and CMR59-55-202, sub plot was nitrogen fertilizer rate at 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 times of soil testing. For potash used efficiency, same variety/clones were used for the main plot and sub plot was potash fertilizer rate at 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 times of soil testing. The results established that cassava respond to nitrogen fertilizer, fresh root yield was significant difference and CMR59-55-202 had highest fresh root yield and starch yield 5,402 and 1,231 kg/rai, respectively. In addition, highest average net profit 17,286 baht/rai and highest Minimum Retail Rate (MRR) 340 were found when applied nitrogen fertilizer at rate of 8 kg N/rai. Cassava response on potash fertilizer showed highest fresh root yield and starch yield 5,938 and 1,797 kg/rai in Rayong 9, and applying potash fertilizer at 16 kg $K_2O$/rai demonstrated highest average net profit 17,326 baht/rai and MRR 1,568. For nutrient uptake of cassava, most of nitrogen is accumulated in the leaves, phosphorus is accumulated in stem and potassium is accumulated in tubers. Accordingly, CMR59-55-202 had the highest nitrogen use efficiency (278), whereas, Rayong 9 had the highest potassium use efficiency (792).

**Keywords:** cassava, efficiency of nutrient use, Huai Pong soil series

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง 21150, 038-681515

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA., Huaipong Subdistrict, Maung District, Rayong Province, 21150 ,603-868-1515

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

[2/] Khon kaen Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Renewable Crops Research Institute, DOA

## บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ข้อมูลประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า ในชุดดินห้วยโป่ง (Hp) จังหวัดระยอง ปี 2566/2567 วางแผนการทดลองแบบ Split plot 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 1) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า ปัจจัยหลัก ประกอบด้วยมันสำปะหลัง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ ระยอง 9 CMR56-71-68 CMR58-75-110 และ CMR59-55-202 ปัจจัยรองประกอบด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา คือ 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน 2) ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า ประกอบด้วยมันสำปะหลัง 4 พันธุ์/สายพันธุ์ คือ ระยอง 9 CMR56-71-68 CMR58-75-110 และ CMR59-55-202 ปัจจัยรอง ประกอบด้วยปุ๋ยโพแทช 5 อัตรา คือ 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน ผลการทดลอง พบว่า มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน โดยให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ CMR59-55-202 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 6,103 และ 1,715 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,286 บาทต่อไร่ และ มีผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน (MRR) สูงสุด 340 ส่วนการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทช พบว่า พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 5,938 และ 1,797 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 16 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,326 บาทต่อไร่ มีค่า MRR สูงสุด 1,568 การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนของมันสำปะหลัง จะสะสมในส่วนของใบมากที่สุด ฟอสฟอรัสสะสมในส่วนของต้นมากที่สุด และธาตุโพแทสเซียมจะสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด ซึ่งสายพันธุ์ CMR59-55-202 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 278 ขณะที่พันธุ์ระยอง 9 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 792



**คำหลัก:** มันสำปะหลัง ประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหาร ชุดดินห้วยโป่ง


## บทนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากเป็นอาหารหลักของบางประเทศในทวีปแอฟริกา เอเชีย และ ละตินอเมริกา ที่ใช้เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตแล้ว แป้งมันสำปะหลังยังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ มากมาย ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังจำนวน 10.86 ล้านไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวรวมทั้งประเทศ 9.92 ล้านไร่ ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 34.07 ล้านตัน และมีผลผลิตเฉลี่ย 3.43 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2566) โดยในปี 2564 ไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมูลค่า 124,582.44 ล้านบาท (สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม 2565) ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย และมีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่าง และเป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินทรายลึกเป็นดินเกิดใหม่ ยังมีการแบ่งชั้น

จึงต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกันตามลักษณะความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยในฤดูปลูกปี 2566 มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อการปลูกมันสำปะหลัง 403,094 ตัน หรือเฉลี่ย 42.60 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 836,581 ตันหรือ 234.63 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2564) แนะนำปุ๋ยสำหรับการปลูกมันสำปะหลังในดินทราย และดินร่วนทราย ให้ใส่ปุ๋ย 16-8-16 กิโลกรัม N-$P_2O_5$-$K_2O$ ต่อไร่ ซึ่งหากใช้ปุ๋ยในอัตราที่ไม่เหมาะสม อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตโดยไม่จำเป็น จึงมีความจำเป็นต้องมีวิธีการจัดการที่ดีเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้ได้ผลผลิต 5 ตันต่อไร่ตามเป้าหมายของรัฐบาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมกับแต่ละพันธุ์ และการจัดการธาตุอาหารอย่างแม่นยำตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการของมันสำปะหลัง จึงดำเนินการวิจัยเพื่อหาอัตราปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลังในกลุ่มดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง (Hp) สำหรับนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยแบบเฉพาะพื้นที่กับมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับแนะนำเกษตรกรที่เหมาะสมต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

- ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46%N) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18 %N และ 46% $P_2O_5$) ปุ๋ยทริปเปิลซูปเปอร์ฟอสเฟต (46% $P_2O_5$) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %$K_2O$)
- ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 พันธุ์CMR56-71-68 พันธุ์CMR58-75-110 และพันธุ์CMR59-55-202
- สว่านเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample
- คู่มือตรวจสอบสีดิน ถุง ถังพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน ตาชั่ง เทปวัดระยะขนาด และอื่นๆ เป็นต้น
- สารเคมีกำจัดวัชพืช
- เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

**วิธีการ**

วางแผนการทดลองแบบ Split plot design มี 3 ซ้ำ แบ่งเป็น

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้า ในกลุ่มดินทรายปนร่วน ปัจจัยหลักเป็นพันธุ์มันสำปะหลัง 4 พันธุ์ คือ 1) พันธุ์ระยอง 9 2) สายพันธุ์ CMR56-71-68 3) สายพันธุ์ CMR58-75-110 และ 4) สายพันธุ์ CMR59-55-202 ปัจจัยรองประกอบด้วยปุ๋ยไนโตรเจน 5 อัตรา คือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์โดยทุกกรรมวิธีได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอย่างเพียงพอ

ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมของมันสำปะหลังสายพันธุ์ก้าวหน้าในกลุ่มดินทรายปนร่วน ปัจจัยหลักเป็นพันธุ์มันสำปะหลัง 4 พันธุ์ คือ 1) พันธุ์ระยอง 9 2) สายพันธุ์ CMR56-71-68 3)

สายพันธุ์ CMR58-75-110 และ 3) สายพันธุ์ CMR59-55-202 ปัจจัยรองประกอบด้วย ปุ๋ยโพแทสเซียม 5 อัตรา คือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน โดยทุกกรรมวิธีได้รับปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

คัดเลือกและเก็บตัวอย่างดินของพื้นที่ตัวแทนในการปลูกมันสำปะหลังที่เป็นกลุ่มดินทรายปนร่วนชุดดินห้วยโป่ง โดยใช้เกณฑ์การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินของกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร (2564) เก็บตัวอย่างดินรวม (composited sample) ก่อนปลูก และปลูกมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2565 ใช้ระยะปลูก 0.70 x 1.0 เมตร 1 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ย ใส่ตามกรรมวิธี พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น เก็บตัวอย่างพืชที่อายุเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 12 เดือน เมื่อ 23 มกราคม 2567 วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ analysis of variance โปรแกรม irristat (Anon,1984) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT) และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอารันต์และธนรักษ์ (2534)

การบันทึกข้อมูล :

บันทึกข้อมูล วันปลูก วันเก็บเกี่ยว ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว พีเอช (pH) ดิน วัดโดย pH meter ของอัตราส่วน 1:1 ของดิน: น้ำ ปริมาณอินทรียวัตถุด้วยวิธีการ Walkley and Black's method (1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Bray No.II) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่สกัดด้วย 1N Ammonium Acetate, pH 7 และวัดด้วย Atomic absorption Spectophotometer และเนื้อดิน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's New Multiple Range Test และวิเคราะห์การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ย N K (response curve) และประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยวและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

**เวลาและสถานที่ทำการทดลอง**

ดำเนินการทดลอง ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ห้องปฏิบัติการดินและพืช ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง มกราคม 2566 – กุมภาพันธ์ 2567

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. สภาพแวดล้อมตลอดฤดูปลูก

#### 1.1 ปริมาณน้ำฝน

ฤดูปลูกปี 2566 มีการกระจายตัวของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอในช่วง 4 เดือนหลังปลูก โดยมีปริมาณฝนสูงสุดในเดือนกรกฎาคม (6 เดือนหลังปลูก) มีฝนทิ้งช่วงในเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน (1-3 เดือนหลังปลูก) และสิงหาคมถึงเดือนกันยายน (8-9 เดือนหลังปลูก) มีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดฤดูปลูก (19 ม.ค. 2566- 23 ม.ค.2567) เท่ากับ 1,342.3 มิลลิเมตร (Figure 1)

#### 1.2 ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก

ดำเนินการทดลองในชุดดินห้วยโป่ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง พิกัดแปลงทดลอง UTM 47 P $732124^{E}$ $1409316^{N}$ พบว่า ดินบนและดินล่างที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50เซนติเมตร ดินมีปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด มีค่า pH เท่ากับ 4.7 และ 4.6 มีปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ 1.08 และ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 34 และ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ 21 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1) จากผลวิเคราะห์ดินได้ปุ๋ยตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 16-2-16 กิโลกรัม N-$P_2O_5$-$K_2O$ ต่อไร่

### 2. ผลผลิตของมันสำปะหลังและองค์ประกอบผลผลิต

#### 2.1 ผลผลิตหัวสด

การศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตหัวสดที่อายุ 12 เดือน พบว่า การปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 6,103 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์สายพันธุ์ CMR58-75-110 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,709 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 สายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,367 และ 3,978 กิโลกรัมต่อไร่ และ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 32 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 5,702 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 16 8 และ 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,431 5,311 5,231 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 4,772 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับปุ๋ยไนโตรเจนต่อการให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง (Table 2)

การศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 5,938 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ CMR59-55-202 และสายพันธุ์ CMR58-75-110 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,222 และ 5,150 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสายพันธุ์CMR56-71-68 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,557 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 32 กิโลกรัม $K_2O$ต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 5,769 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 24 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย

5,576 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 16 และ 8 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,360 และ 4,974 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทชให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 4,408 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับปุ๋ยโพแทชต่อการให้ผลผลิตหัวสด (Table 6)

**2.2 เปอร์เซ็นต์แป้ง**

การศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่างๆ พบว่า ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.7-30.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับต่างๆ ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28.0-29.2 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

การศึกษาการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลัง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28.8-30.4 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า การไม่ใช้ปุ๋ยโพแทชและการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 8-24 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ ไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.4-30.4 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 32 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยต่ำสุด 28.7 เปอร์เซ็นต์ (Table 7)

**2.3 ผลผลิตแป้ง**

การศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตแป้ง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,715 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ CMR58-75-110 และพันธุ์ระยอง 9 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,684 และ 1,614 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับสายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,055 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทุกระดับ พบว่า ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ระหว่าง 1,510-1,614 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,364 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับปุ๋ยไนโตรเจนต่อการให้ผลผลิตแป้งของมันสำปะหลัง (Table 4)

การศึกษาการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลังต่อผลผลิตแป้ง พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,797 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ CMR59-55-202 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,584 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR58-75-110 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ย 1,478 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยต่ำสุด 1,368 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ปุ๋ยโพแทชทุกระดับ พบว่า ให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ระหว่าง 1,520-1,659 กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยโพแทช ที่ให้

ผลผลิตแป้งเฉลี่ยต่ำสุด 1,338 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับระดับปุ๋ยโพแทชต่อการให้ผลผลิตแป้งของมันสำปะหลัง (Table 8)

**3. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์**

การใช้ปัจจัยการผลิตในการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น จำเป็นจะต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น ดังนั้นการคำนวณรายได้ และจุดคุ้มทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้พันธุ์ และอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม ในปี 2566/2567 ในการปลูกมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง เมื่อคำนวณผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่า การปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,856 บาทต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ CMR58-75-110 และพันธุ์ระยอง 9 ที่มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 16,477 และ 15,280 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่สายพันธุ์ CMR56-71-68 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่ำสุด 10,418 บาทต่อไร่ โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,286 บาทต่อไร่ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีค่า MRR เท่ากับ 340 (Table 5) ทั้งนี้เนื่องจากดินที่ใช้ปลูกมันสำปะหลังมีความอุดมสมบูรณ์สูง คือมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคำนวณผลตอบแทนต่อการลงทุนเมื่อมีการใช้ปุ๋ย โพแทช พบว่า การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,278 บาทต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ CMR59-55-202 และสายพันธุ์ CMR58-75-110 มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 14,772 และ 14,520 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ CMR56-71-68 มีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่ำสุด 12,445 บาทต่อไร่ โดยการใช้ปุ๋ยโพแทชที่ระดับ 16 กิโลกรัม $K_2O$ ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,326 บาทต่อไร่ และให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด โดยมีค่า MRR เท่ากับ 1,568 (Table 9)

**4. ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหาร**

การศึกษาการตอบสนองในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง ฤดูปลูกปี 2566/2567 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง พบว่า มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนไปสะสมในส่วนของใบมากที่สุด มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมในส่วนของต้นมากที่สุด และมีการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมในส่วนของหัวมากที่สุด โดยมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์มีการดูดใช้ไนโตรเจนไปสะสมรวมทุกส่วนใกล้เคียงกัน คือมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วนสูงสุด 24.37 กิโลกรัมNต่อไร่ สายพันธุ์ CMR59-55-202 สายพันธุ์ CMR56-71-68 และสายพันธุ์ CMR58-75-110 มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วนเท่ากับ 22.77 22.64 และ 21.59 กิโลกรัมNต่อไร่ ตามลำดับ มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนของมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์อยู่ระหว่าง 5.93-7.40 กิโลกรัมPต่อไร่ และการดูดใช้โพแทสเซียม พบว่า พันธุ์ระยอง 9 มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงสุด 26.44 กิโลกรัมKต่อไร่ ขณะที่สายพันธุ์ CMR58-75-110 สายพันธุ์ CMR59-55-202 และสายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่มีการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วน เท่ากับ 22.92 22.87 และ 20.61 กิโลกรัมKต่อไร่ ตามลำดับ การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 5,289 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในใบ ต้น เหง้า และหัวรวมกันเฉลี่ย

เท่ากับ 22.84 6.58 และ 23.21 กิโลกรัมN-P-Kต่อไร่ ในด้านการสูญเสียธาตุอาหารเมื่อมีการนำส่วนของหัวหรือผลผลิตออกไปจากพื้นที่ โดยไม่รวมส่วนของใบ ต้น และเหง้าที่ไถกลบลงดิน พบว่า มีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 10.12 4.19 และ 14.41 กิโลกรัมN-P-Kต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 10.12-9.60-17.29 กิโลกรัมN-$P_2O_5$-$K_2O$ต่อไร่ จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมสะสมอยู่ในหัวมันสำปะหลังมากกว่าธาตุอาหารหลักอื่นๆ เมื่อมีการเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่ จึงทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะการปลูกมันสำปะหลังซ้ำในพื้นที่เดิมซึ่งสอดคล้องกับ Phutthacharoen *et al.* (1998) และ Howeler (2002) อย่างไรก็ตาม ปริมาณธาตุอาหาร ที่สูญเสียออกจากพื้นที่ ขึ้นอยู่กับปริมาณของผลผลิต แต่หากมีการใส่ปุ๋ยชดเชยให้สมดุลกับปริมาณที่ออกไปจากพื้นที่ ก็สามารถผลิตมันสำปะหลังได้อย่างยั่งยืน และเมื่อคำนวณประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตเท่ากับ 278 รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR58-75-110 พันธุ์ระยอง 9 และสายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่มีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตเท่ากับ 270 230 และ 186 ตามลำดับ (Table 10)

สำหรับการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชของมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนสูงสุด 24.21 กิโลกรัมKต่อไร่ รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR59-55-202 สายพันธุ์ CMR58-75-110 และสายพันธุ์ CMR56-71-68 ที่มีการดูดใช้โพแทสเซียมรวมทุกส่วนเท่ากับ 20.45 20.42 และ 19.12 กิโลกรัมKต่อไร่ ตามลำดับ มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสรวมทุกส่วนของมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์อยู่ระหว่าง 7.06-10.18 กิโลกรัมPต่อไร่ และการดูดไนโตรเจน พบว่า พันธุ์ระยอง 9 มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วนสูงสุด 15.06 กิโลกรัมNต่อไร่ ขณะที่สายพันธุ์ CMR56-71-68 สายพันธุ์ CMR58-75-110 และสายพันธุ์ CMR59-55-202 ที่มีการดูดใช้ไนโตรเจนรวมทุกส่วน เท่ากับ 14.76 13.21 และ 13.12 กิโลกรัมKต่อไร่ ตามลำดับ การปลูกมันสำปะหลังซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 5,217 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปสะสมในใบ ต้น เหง้า และหัวรวมกันเฉลี่ยเท่ากับ 14.04 8.12 และ 21.05 กิโลกรัมN-P-Kต่อไร่ ในด้านการสูญเสียธาตุอาหารที่มีการนำส่วนของหัวหรือผลผลิตออกไปจากพื้นที่ โดยไม่รวมส่วนของใบ ต้น และเหง้าที่ไถกลบลงดิน พบว่า มีการสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 7.26 5.93 และ 15.83 กิโลกรัมN-P-K ต่อไร่ หรือเทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีเท่ากับ 7.26-13.58-19.00 กิโลกรัมN-$P_2O_5$-$K_2O$ต่อไร่ และเมื่อคำนวณประสิทธิภาพการดูดโพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 792 รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR59-55-202 สายพันธุ์ CMR56-71-68 และสายพันธุ์ CMR58-75-110 ที่มีประสิทธิภาพการดูดใช้โพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตเท่ากับ 712 679 และ 648 ตามลำดับ (Table 11)

## สรุปผลการทดลอง

1. การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 สายพันธุ์ CMR56-71-68 สายพันธุ์ CMR58-75-110 และ สายพันธุ์ CMR59-55-202 ในฤดูฝน 2566/2567 ในดินทรายปนร่วน ชุดดินห้วยโป่ง ให้ผลผลิตหัวสดและผลผลิตแป้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 และพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้ง และผลตอบแทนสูงสุด

2. มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุดที่ระดับ 8 กิโลกรัมNต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,286 บาทต่อไร่ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีค่า MRR เท่ากับ 340

3. มันสำปะหลังตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่ระดับ 16 กิโลกรัม$K_2O$ต่อไร่ มีกำไรสุทธิเฉลี่ยสูงสุด 17,326 บาทต่อไร่ โดยให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด มีค่า MRR เท่ากับ 1,568

4. การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจะไปสะสมในส่วนของใบมากที่สุด ฟอสฟอรัสไปสะสมในส่วนของต้นมากที่สุด และธาตุโพแทสเซียมจะสะสมในส่วนของหัวมากที่สุด

5. การปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR59-55-202 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 278 ขณะที่พันธุ์ระยอง 9 มีประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมเพื่อสร้างผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 792

## เอกสารอ้างอิง


กรมวิชาการเกษตร. 2564. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. https://www.doa.go.th/share/showthread.php?tid=2446. สืบค้นเมื่อ 31 ตุลาคม 2564.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. มันสำปะหลังโรงงาน: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2565. สืบค้นเมื่อ 29 ม.ค. 67 (https://www.oae.go.th/view/1/ตารางแสดงรายละเอียด มันสำปะหลัง/TH-TH)

โชติ สิทธิบุศย์. 2539 แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ISBN 974-7465-15-9. 119 หน้า.

อารันต์ พัฒโนทัย และธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

Anon. 1984. Annual Report for 1983. Los Bonos, Laguna, Philippines. 450 p.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Howeler, R.H. 2002. Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. *In* Hillocks, R.J., J.M. Thresh and A.C. Bellotti (eds.), Cassava: Biology, Production and Utilization, 115-147p.

Peech,M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter,pp. 914-925.In C.A. Black ,D.D.Evans,R.L.White,L.E.Ensminger,F.E. Clark,and R.C.Dinsuer (eds). Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling
American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison,USA.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining Soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-37.

**ตารางที่ 1** ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0 -50 เซนติเมตร ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ฤดูปลูกปี 2566/2567

| ความลึก (ซม.) | กรด-ด่าง (ดิน:น้ำ1:1) | อินทรียวัตถุ[2] (%) | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[3] (มก./กก.) | โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ[4] (มก./กก.) | เนื้อดิน[5] |
|---|---|---|---|---|---|
| 0-20 | 4.7 | 1.08 | 34 | 21 | ทรายปนร่วน |
| 20-50 | 4.6 | 0.97 | 21 | 15 | ร่วนปนทราย |

[1] Peech (1965) soil: water = 1:1 [2] Walkley and Black (1965)
[3] Bray and Kurtz (1945) [4] Schollenberger and Simon (1945) [5] Hydrometer method

**ตารางที่ 2** ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่) (B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR 58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 0-2-16 | 4,919 | 4,103 | 5,107 | 4,957 | 4,772 b |
| 8-2-16 | 5,142 | 4,289 | 6,147 | 5,665 | 5,311 ab |
| 16-2-16 | 5,293 | 4,150 | 4,867 | 7,412 | 5,431 ab |
| 24-2-16 | 5,477 | 3,551 | 6,180 | 5,715 | 5,231 ab |
| 32-2-16 | 6,004 | 3,797 | 6,243 | 6,764 | 5,702 a |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 5,367 B | 3,978 C | 5,709 AB | 6,103 A | |

C.V.(a) = 19.5 % CV(b) = 16.9 % Varieties (A) = **, Fertilizer (B) = *, A X B= NS

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 3** เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) ต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่)(B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR 58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 0-2-16 | 29.6 | 26.0 | 29.9 | 28.4 | 28.5 |
| 8-2-16 | 30.5 | 26.0 | 29.3 | 28.3 | 28.5 |
| 16-2-16 | 31.3 | 26.1 | 28.5 | 28.5 | 28.6 |
| 24-2-16 | 29.9 | 29.5 | 29.9 | 27.4 | 29.2 |
| 32-2-16 | 29.4 | 25.8 | 29.3 | 27.5 | 28.0 |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 30.2 | 29.4 | 28.0 | 26.7 | |
| C.V.(a) = 9.6 % CV(b) = 7.5 % Varieties (A) =NS, Fertilizer (B) = NS, A X B= NS | | | | | |

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 4** ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) ต่อการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่)(B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 0-2-16 | 1,462 | 1,063 | 1,531 | 1,401 | 1,364 b |
| 8-2-16 | 1,571 | 1,116 | 1,809 | 1,600 | 1,524 a |
| 16-2-16 | 1,660 | 1,081 | 1,384 | 2,114 | 1,560 a |
| 24-2-16 | 1,634 | 1,045 | 1,857 | 1,593 | 1,532 a |
| 32-2-16 | 1,771 | 980 | 1,837 | 1,868 | 1,614 a |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 1,614 A | 1,055 B | 1,684 A | 1,715 A | |
| CV(a) = 22.3 % CV(b) = 18.6 % Varieties (A) = **, Fertilizer (B) =*, A X B= NS | | | | | |

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 5** การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มของการปลูกมันสำปะหลังภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2566/2567

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาทต่อไร่) | รายได้ (บาทต่อไร่) | รายได้สุทธิ (บาทต่อไร่) | อัตราส่วน* พื้นที่สมมูล |
|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์ | | | | | |
| ระยอง 9 | 5,367 B | 3,505 | 18,785 | 15,280 | - |
| CMR56-71-68 | 3,978 C | 3,505 | 13,923 | 10,418 | 0.682 |
| CMR 58-75-110 | 5,709 AB | 3,505 | 19,982 | 16,477 | 1.078 |
| CMR59-55-202 | 6,103 A | 3,505 | 21,361 | 17,856 | 1.714 |
| $N$-$P_2O_5$-$K_2O$ | | | | | |
| 0-2-16 | 4,772 b | 874 | 16,702 | 15,828 | - |
| 8-2-16 | 5,311 ab | 1,303 | 18,589 | 17,286 | 340 |
| 16-2-16 | 5,431 ab | 1,755 | 19,009 | 17,254 | D |
| 24-2-16 | 5,231 ab | 2,207 | 18,309 | 16,101 | D |
| 32-2-16 | 5,702 a | 2,660 | 19,957 | 17,297 | D |

D กรรมวิธีด้วย ปี2566/2567 ราคาผลผลิต 3.50 บาทต่อไร่

ค่าการจัดการและดูแลรักษา 3,505 บาทต่อไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาทต่อกิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาทต่อกิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาทต่อกิโลกรัม

*อัตราส่วนพื้นที่สมมูลมากกว่า 1 แสดงว่าพืชที่ปลูกร่วมกันให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่า

**ตาราง 6** ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) ต่อการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.$N$-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่)(B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR 58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 16-2-0 | 5,332 | 3,456 | 4,466 | 4,376 | 4,408 d |
| 16-2-8 | 5,913 | 4,043 | 5,074 | 4,865 | 4,974 c |
| 16-2-16 | 5,995 | 4,637 | 5,554 | 5,252 | 5,360 b |
| 16-2-24 | 6,011 | 5,384 | 5,221 | 5,687 | 5,576 ab |
| 16-2-32 | 6,439 | 5,267 | 5,436 | 5,932 | 5,769 a |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 5,938 A | 4,557 B | 5,150 A | 5,222 A | |

C.V.(a) = 10.7 % CV(b) = 8.7 % Varieties (A) = **, Fertilizer (B) = **, A X B= NS

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 7** เปอร์เซ็นต์แป้ง (%) ต่อการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่)(B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR 58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 16-2-0 | 30.7 | 30.1 | 29.6 | 31.0 | 30.4 a |
| 16-2-8 | 30.7 | 30.5 | 30.5 | 30.3 | 30.5 a |
| 16-2-16 | 30.1 | 31.7 | 28.8 | 30.9 | 30.4 a |
| 16-2-24 | 30.1 | 29.2 | 28.9 | 29.5 | 29.4 a |
| 16-2-32 | 29.6 | 29.0 | 26.0 | 30.1 | 28.7 b |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 30.2 | 30.1 | 28.8 | 30.4 | |
| C.V.(a) = 4.7 % CV(b) = 4.6 % Varieties (A) =NS, Fertilizer (B) = *, A X B= NS | | | | | |

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 8** ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) ต่อการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่างๆ ที่อายุ 12 เดือน ในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| ปุ๋ย | พันธุ์ (A) | | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| (กก.N-$P_2O_5$-$K_2O$/ไร่)(B) | ระยอง 9 | CMR56-71-68 | CMR 58-75-110 | CMR59-55-202 | (B) |
| 16-2-0 | 1,636 | 1,038 | 1,321 | 1,355 | 1,338 b |
| 16-2-8 | 1,820 | 1,233 | 1,548 | 1,477 | 1,520 a |
| 16-2-16 | 1,811 | 1,469 | 1,598 | 1,626 | 1,626 a |
| 16-2-24 | 1,810 | 1,568 | 1,510 | 1,681 | 1,642 a |
| 16-2-32 | 1,910 | 1,532 | 1,411 | 1,783 | 1,659 a |
| ค่าเฉลี่ย (A) | 1,797 A | 1,368 C | 1,478 B | 1,584 A | |
| C.V.(a) = 14.9 % CV(b) = 10.4 % Varieties (A) = *, Fertilizer (B) = **, A X B= NS | | | | | |

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

**ตาราง 9** การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่มของการปลูกมันสำปะหลังภายใต้การจัดการปุ๋ยโพแทชที่แตกต่างกันในชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝนปี 2566/2567

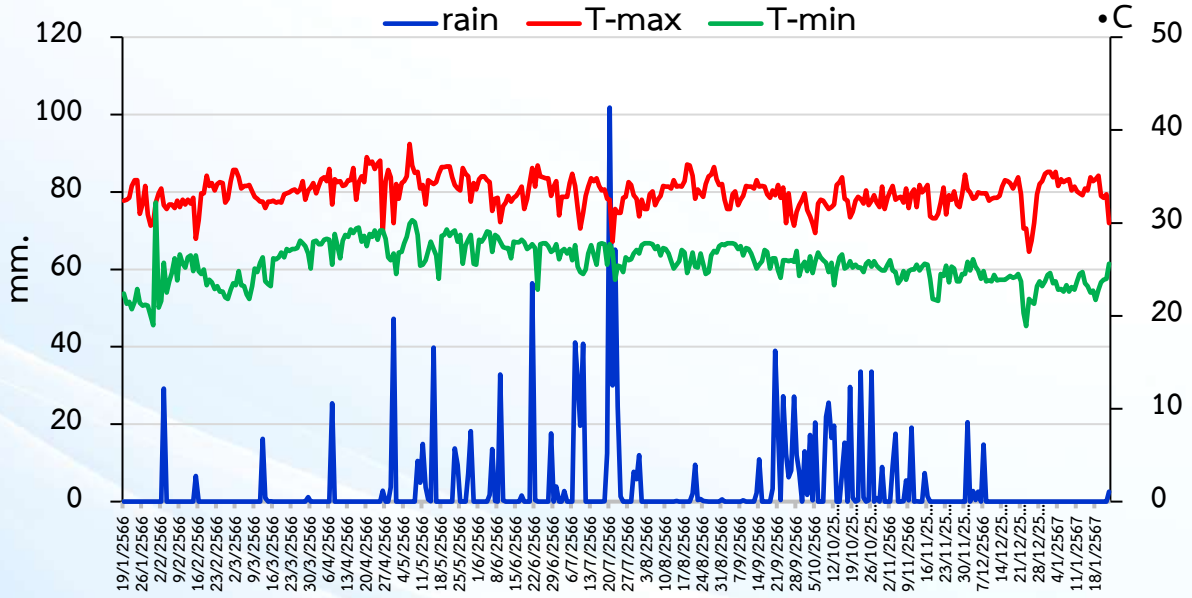
| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | ต้นทุนรวม (บาทต่อไร่) | รายได้ (บาทต่อไร่) | รายได้สุทธิ (บาทต่อไร่) | อัตราส่วน* พื้นที่สมมูล |
|---|---|---|---|---|---|
| พันธุ์ | | | | | |
| ระยอง 9 | 5,938 A | 3,505 | 20,783 | 17,278 | - |
| CMR56-71-68 | 4,557 B | 3,505 | 15,950 | 12,445 | 0.720 |
| CMR 58-75-110 | 5,150 A | 3,505 | 18,025 | 14,520 | 0.840 |
| CMR59-55-202 | 5,222 A | 3,505 | 18,277 | 14,772 | 1.187 |
| $N$-$P_2O_5$-$K_2O$ | | | | | MRR |
| 16-4-0 | 4,408 d | 954 | 15,428 | 14,474 | - |
| 16-4-8 | 4,974 c | 1,353 | 17,409 | 16,056 | 396 |
| 16-4-16 | 5,360 b | 1,434 | 18,760 | 17,326 | 1,568 |
| 16-4-24 | 5,576 ab | 2,154 | 19,516 | 17,362 | 5 |
| 16-4-32 | 5,769 a | 2,553 | 20,192 | 17,639 | 69 |

ปี2566/2567 ราคาผลผลิต 3.50 บาทต่อไร่ ค่าการจัดการและดูแลรักษา 3,505 บาทต่อไร่

ปุ๋ย 46-0-0 ราคา 24.0 บาทต่อกิโลกรัม ปุ๋ย 18-46-0 ราคา 31.0 บาทต่อกิโลกรัม

ปุ๋ย 0-0-60 ราคา 28.0 บาทต่อกิโลกรัม

*อัตราส่วนพื้นที่สมมูลมากกว่า 1 แสดงว่าพืชที่ปลูกร่วมกันให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่า




**ภาพที่ 1** ปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน ระหว่างวันที่ 19 พฤศจิกายน 2566 ถึง 23 มกราคม 2567 รวม 1,342 มิลลิเมตร

**แหล่งข้อมูล** : สถานีอากาศเกษตรห้วยโป่ง จังหวัดระยอง

**ตาราง 10** การดูดใช้ N P K ในหัว(ผลผลิต) ลำต้น ใบ และก้านของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ภายใต้การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ในดินทราย ชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| พันธุ์ | ผลผลิต (กก./ไร่) | หัว (กก./ไร่) | | | ต้น (กก./ไร่) | | | ใบ (กก./ไร่) | | | เหง้า (กก./ไร่) | | | รวม (กก./ไร่) | | | ประสิทธิภาพการใช้ N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K | |
| ระยอง 9 | 5,367 B | 10.35 | 4.41 | 15.63 | 5.81 | 1.52 | 5.87 | 5.16 | 0.57 | 1.47 | 3.05 | 0.90 | 3.47 | 24.37 | 7.40 | 26.44 | 230 |
| | | (1.93) | (0.82) | (2.91) | (1.08) | (0.28) | (1.09) | (0.96) | (0.11) | (0.27) | (0.57) | (0.17) | (0.65) | (4.54) | (1.38) | (4.93) | |
| CMR56-71-68 | 3,978 C | 7.52 | 3.07 | 9.99 | 6.45 | 1.53 | 5.77 | 5.80 | 0.59 | 1.46 | 2.86 | 0.75 | 3.39 | 22.64 | 5.93 | 20.61 | 186 |
| | | (1.89) | (0.77) | (2.51) | (1.62) | (0.38) | (1.45) | (1.46) | (0.15) | (0.37) | (0.72) | (0.19) | (0.85) | (5.69) | (1.49) | (5.18) | |
| CMR58-75-110 | 5,709 AB | 11.14 | 4.63 | 15.77 | 4.09 | 0.81 | 3.44 | 3.35 | 0.37 | 0.88 | 3.01 | 0.73 | 2.83 | 21.59 | 6.55 | 22.92 | 270 |
| | | (1.95) | (0.81) | (2.76) | (0.72) | (0.14) | (0.60) | (0.59) | (0.06) | (0.15) | (0.53) | (0.13) | (0.50) | (3.78) | (1.15) | (4.01) | |
| CMR59-55-202 | 6,103 A | 11.47 | 4.66 | 16.24 | 4.39 | 0.89 | 3.24 | 4.14 | 0.35 | 1.00 | 2.77 | 0.54 | 2.38 | 22.77 | 6.44 | 22.87 | 278 |
| | | (1.87) | (0.76) | (2.65) | (0.72) | (0.15) | (0.53) | (0.68) | (0.06) | (0.16) | (0.45) | (0.09) | (0.39) | (3.72) | (1.05) | (3.74) | |
| ค่าเฉลี่ย | 5,289 | 10.12 | 4.19 | 14.41 | 5.19 | 1.19 | 4.58 | 4.61 | 0.47 | 1.20 | 2.92 | 0.73 | 3.02 | 22.84 | 6.58 | 23.21 | 241 |
| | | (1.91) | (0.79) | (2.72) | (0.98) | (0.22) | (0.87) | (0.87) | (0.09) | (0.23) | (0.55) | (0.14) | (0.57) | (4.32) | (1.24) | (4.39) | |
| ปุ๋ยr ($N$-$P_2O_5$-$K_2O$) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-2-16 | 4,772 b | 7.76 | 3.70 | 10.30 | 3.89 | 1.03 | 3.54 | 3.24 | 0.33 | 0.85 | 2.46 | 0.66 | 2.65 | 17.35 | 5.72 | 17.34 | 287 |
| | | (1.63) | (0.78) | (2.16) | (0.82) | (0.22) | (0.74) | (0.68) | (0.07) | (0.18) | (0.52) | (0.14) | (0.56) | (3.64) | (1.20) | (3.63) | |
| 8-2-16 | 5,311 ab | 9.61 | 4.25 | 14.67 | 4.32 | 1.06 | 4.04 | 4.42 | 0.46 | 1.07 | 2.71 | 0.67 | 2.66 | 21.06 | 6.45 | 22.45 | 258 |
| | | (1.81) | (0.80) | (2.76) | (0.81) | (0.20) | (0.76) | (0.83) | (0.09) | (0.20) | (0.51) | (0.13) | (0.50) | (3.97) | (1.21) | (4.23) | |
| 16-2-16 | 5,431 ab | 10.46 | 4.25 | 15.24 | 5.15 | 1.19 | 4.70 | 4.93 | 0.48 | 1.26 | 3.01 | 0.73 | 3.26 | 23.55 | 6.65 | 24.45 | 236 |
| | | (1.93) | (0.78) | (2.81) | (0.95) | (0.22) | (0.87) | (0.91) | (0.09) | (0.23) | (0.55) | (0.13) | (0.60) | (4.34) | (1.22) | (4.50) | |
| 24-2-16 | 5,231 ab | 10.49 | 4.26 | 15.32 | 6.00 | 1.26 | 4.85 | 4.86 | 0.49 | 1.24 | 3.04 | 0.75 | 2.80 | 24.40 | 6.76 | 24.21 | 216 |
| | | (2.01) | (0.81) | (2.93) | (1.15) | (0.24) | (0.93) | (0.93) | (0.09) | (0.24) | (0.58) | (0.14) | (0.540 | (4.66) | (1.29) | (4.63) | |
| 32-2-16 | 5,702 a | 12.28 | 4.52 | 16.51 | 6.57 | 1.38 | 5.77 | 5.61 | 0.59 | 1.59 | 3.40 | 0.83 | 3.72 | 27.85 | 7.32 | 27.58 | 207 |
| | | (2.15) | (0.79) | (2.90) | (1.15) | (0.24) | (1.01) | (0.98) | (0.10) | (0.28) | (0.60) | (0.15) | (0.65) | (4.88) | (1.28) | (4.84) | |
| การดูดใช้ธาตุอาหาร (%) | | 35.24 | 14.59 | 50.17 | 47.35 | 10.86 | 41.79 | 73.41 | 7.48 | 19.11 | 43.78 | 10.94 | 45.28 | 43.40 | 12.50 | 44.10 | |

**หมายเหตุ**: ตัวเลขใน ( ) หมายถึง การดูดใช้ธาตุอาหาร (กก./ผลผลิต 1 ตัน)

**ตาราง 11** การดูดใช้ N P K ในหัว(ผลผลิต) ลำต้น ใบ และก้านของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ภายใต้การจัดการปุ๋ยโพแทชที่แตกต่างกัน ในดินทราย ชุดดินห้วยโป่ง จังหวัดระยอง ในฤดูฝน 2566/2567

| พันธุ์ | ผลผลิต (กก./ไร่) | หัว (กก./ไร่) | | | ต้น (กก./ไร่) | | | ใบ (กก./ไร่) | | | เหง้า (กก./ไร่) | | | รวม (กก./ไร่) | | | ประสิทธิภาพการใช้ K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K | |
| ระยอง 9 | 5,938 A | 8.24 | 7.55 | 18.03 | 2.17 | 1.40 | 2.88 | 2.92 | 0.34 | 0.93 | 1.73 | 0.89 | 2.38 | 15.06 | 10.18 | 24.21 | 792 |
| | | (1.39) | (1.27) | (3.04) | (0.37) | (0.24) | (0.49) | (0.49) | (0.06) | (0.16) | (0.29) | (0.15) | (0.40) | (2.54) | (1.71) | (4.08) | |
| CMR56-71-68 | 4,557 B | 5.94 | 4.30 | 12.49 | 2.55 | 1.44 | 3.00 | 4.55 | 0.62 | 1.25 | 1.72 | 0.70 | 2.38 | 14.76 | 7.06 | 19.12 | 679 |
| | | (1.30) | (0.94) | (2.74) | (0.56) | (0.32) | (0.66) | (0.99) | (0.14) | (0.27) | (0.38) | (0.15) | (0.52) | (3.24) | (1.55) | (4.20) | |
| CMR58-75-110 | 5,150 A | 7.34 | 6.29 | 16.32 | 1.68 | 0.82 | 1.53 | 2.68 | 0.32 | 0.87 | 1.50 | 0.57 | 1.70 | 13.21 | 8.00 | 20.42 | 648 |
| | | (1.43) | (1.22) | (3.17) | (0.33) | (0.16) | (0.308) | (0.52) | (0.06) | (0.17) | (0.29) | (0.11) | (0.33) | (2.57) | (1.55) | (3.97) | |
| CMR59-55-202 | 5,222 A | 7.52 | 5.56 | 16.47 | 1.70 | 0.82 | 1.70 | 2.45 | 0.30 | 0.59 | 1.46 | 0.55 | 1.68 | 13.12 | 7.23 | 20.45 | 712 |
| | | (1.44) | (1.06) | (4.08) | (0.33) | (0.16) | (0.33) | (0.47) | (0.06) | (0.11) | (0.28) | (0.11) | (0.32) | (2.51) | (1.38) | (3.68) | |
| ค่าเฉลี่ย | 5,217 | 7.26 | 5.93 | 15.83 | 2.03 | 1.12 | 2.28 | 3.15 | 0.40 | 0.91 | 1.60 | 0.68 | 2.04 | 14.04 | 8.12 | 21.05 | |
| | | (1.42) | (1.14) | (3.03) | (0.39) | (0.21) | (0.44) | (0.60) | (0.08) | (0.17) | (0.31) | (0.13) | (0.39) | (2.69) | (1.56) | (4.03) | |
| ปุ๋ย ($N$-$P_2O_5$-$K_2O$) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-2-0 | 4,408 d | 8.17 | 7.17 | 14.07 | 1.90 | 1.03 | 1.81 | 2.44 | 0.29 | 0.73 | 1.65 | 0.84 | 1.73 | 12.60 | 7.15 | 15.32 | 695 |
| | | (1.85) | (1.37) | (3.19) | (0.43) | (0.23) | (0.18) | (0.55) | (0.07) | (0.17) | (0.37) | (0.19) | (0.39) | (2.86) | (1.62) | (3.48) | |
| 16-2-8 | 4,974 c | 8.17 | 7.40 | 16.75 | 1.89 | 1.26 | 1.97 | 3.19 | 0.39 | 0.96 | 1.69 | 0.83 | 2.20 | 13.34 | 7.77 | 18.58 | 718 |
| | | (1.64) | (1.49) | (3.37) | (0.38) | (0.25) | (0.40) | (0.64) | (0.08) | (0.19) | (0.34) | (0.17) | (0.44) | (2.68) | (1.56) | (3.74) | |
| 16-2-16 | 5,360 b | 8.23 | 7.55 | 15.99 | 2.51 | 1.47 | 2.80 | 2.55 | 0.31 | 0.79 | 1.66 | 1.07 | 2.10 | 14.31 | 8.60 | 21.58 | 729 |
| | | (1.54) | (1.41) | (2.98) | (0.47) | (0.27) | (0.52) | (0.48) | (0.06) | (0.15) | (0.31) | (0.20) | (0.39) | (2.69) | (1.60) | (4.03) | |
| 16-2-24 | 5,576 ab | 7.72 | 7.59 | 18.01 | 2.31 | 1.48 | 2.84 | 2.69 | 0.30 | 0.90 | 1.80 | 0.83 | 2.21 | 14.72 | 8.41 | 22.77 | 733 |
| | | (1.38) | (1.36) | (3.41) | (0.41) | (0.27) | (0.51) | (0.48) | (0.05) | (0.16) | (0.32) | (0.15) | (0.40) | (2.64) | (1.51) | (4.08) | |
| 16-2-32 | 5,769 a | 8.89 | 8.02 | 25.30 | 2.26 | 1.74 | 4.98 | 3.75 | 0.41 | 1.25 | 1.83 | 0.89 | 3.67 | 15.22 | 8.66 | 27.00 | 664 |
| | | (1.54) | (1.39) | (3.39) | (0.39) | (0.30) | (086) | (0.65) | (0.07) | (0.22 | (0.32) | (0.15) | (0.64) | (2.64) | (1.50) | (4.68) | |
| การดูดใช้ธาตุอาหาร (%) | | 25.02 | 20.43 | 54.55 | 37.38 | 20.63 | 41.99 | 70.63 | 8.97 | 20.40 | 37.04 | 15.74 | 47.22 | 32.49 | 18.79 | 48.72 | |

**หมายเหตุ**: ตัวเลขใน ( ) หมายถึง การดูดใช้ธาตุอาหาร (กก./ผลผลิต 1 ตัน)

# การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อบริโภค : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี 2560)

# Cassava Varieties Improvement for Edibles: Farm Trials (2017 Hybrids)


กุสุมา รอดแผ้วพาล[1/] กาญจนา กิระศักดิ์[2/] ทนุธรรม บุญฉิม[2/] ศยามล แก้วบรรจง[3/]
วารีย์ ทองมี[4/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[5/] เฌอรัชต์พัชร เขียววิเชียร[6/] ทิพย์ดรุณี สิทธินาม[7/]
ชฎาพร อินเปลี่ยน[1/] สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1/] ธนาวดี ค้ำชู[1/]

Kusuma Rodpeawpan[1/] Kanjana Kirasak[2/] Thanutham Boonchim[2/]
Sayamol Kaewbunjong[3/] Waree Thongmee[4/] Chatchewin Dawya[5/]
Choeratphatchra Khieowichai[6/] Tipdarunee Sittinam[7/] Chadaporn Inplean[1/]
Suwaluk Sansanee[1/] Tanavadee Kumchoo[1/]



## ABSTRACT

Farm Trials of cassava 2017 hybrids were conducted in field conditions at Rayong, Khon Kaen, Sukhothai, Lopburi, Kanchanaburi, and Songkhla, and in garden raised beds condition at Pathum Thani. Randomized complete block design with 4 replications and 6 treatments were used in the experiment. The results showed that OMRE60-01-02 CMRE60-03-13 and CMRE60-03-02 planted in field condition had average fresh root yield higher than Hanatee by 70, 61, and 49 percent and higher than Rayong 2 by 57, 48, and 38 percent, respectively. Texture quality of steamed cassava from CMRE60-03-13 and OMRE60-02-12 were similar to Hanatee. In addition, all sensory acceptance scores of the respondents to OMRE60-02-12 were higher than Hanatee. Texture quality of cassava chips from OMRE60-02-12 and CMRE60-03-13 were similar to Rayong 2 and OMRE60-02-12 had all sensory acceptance scores of the respondents similar to Rayong 2. Planting in garden raised beds in Pathum Thani exhibited average fresh root yield of CMRE60-03-13



[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8
[4/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช
[7/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5

was 60 percent higher than Hanatee. Steamed cassava from CMRE60-03-13 had texture quality similar to Hanatee. Moreover, CMRE60-03-13 and OMRE60-02-12 had all sensory acceptance scores of the respondents higher than Hanatee. For cassava chips, OMRE60-02-12 and CMRE60-03-02 had texture quality similar to Rayong 2, and CMRE60-03-13 had sensory acceptance scores for color, texture and overall satisfaction scores of the respondents similar to Rayong 2. Therefore, high yield and proper quality for consumption elite lines; CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 and OMRE60-02-12 were selected to assess the performance of elite lines that requires for certificate of registration of new variety.

**Keywords:** edible cassava, fresh root yield, steamed cassava, cassava chips

**บทคัดย่อ**

การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร ลูกผสมปี 2560 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี การปลูกในสภาพไร่ ได้แก่ ระยอง ขอนแก่น สุโขทัย ลพบุรี กาญจนบุรี และสงขลา และสภาพร่องสวนในจังหวัดปทุมธานี การปลูกในสภาพไร่พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-01-02 CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ร้อยละ 70 61 และ 49 ตามลำดับ และให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ระยอง 2 ร้อยละ 57 48 และ 38 ตามลำดับ เมื่อนำมาแปรรูป มันสำปะหลังนึ่งจากสายพันธุ์ CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงพันธุ์ห้านาที และมันสำปะหลังนึ่งจากสายพันธุ์ OMRE60-02-12 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ส่วนมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากสายพันธุ์ OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-13 มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับระยอง 2 และมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากสายพันธุ์ OMRE60-02-12 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านใกล้เคียงระยอง 2 การปลูกในสภาพร่องสวน ในจังหวัดปทุมธานี พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ร้อยละ 60 เมื่อนำมาแปรรูป มันสำปะหลังนึ่งจากสายพันธุ์ CMRE60-03-13 มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับพันธุ์ห้านาที และมันสำปะหลังนึ่งจากสายพันธุ์ CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ส่วนมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากสายพันธุ์ OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-02 มีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสใกล้เคียงระยอง 2 และมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใกล้เคียงระยอง 2 จึงคัดเลือกสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตหัวสดสูงและมีคุณสมบัติเหมาะแก่การบริโภค จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 เพื่อศึกษาข้อมูลองค์ประกอบพันธุ์ และพิจารณาเสนอขอรับรองพันธุ์ต่อไป

**คำหลัก:** มันสำปะหลังบริโภค ผลผลิตหัวสด มันสำปะหลังนึ่ง มันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ

## บทนำ

มันสำปะหลังชนิดหวาน (Sweet type) เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ต่ำ เป็นพันธุ์ที่ใช้หัวสดเพื่อการบริโภคได้โดยตรง รสไม่ขม มีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่ม และเนื้อเหนียวแน่น นิยมนำมาเชื่อม ปิ้ง เผา เช่น พันธุ์ห้านาที และระยอง 2 เป็นต้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015) มันสำปะหลังพันธุ์ห้านาที เป็นพันธุ์พื้นเมือง เนื้อร่วนซุย เหมาะสำหรับบริโภคในรูปมันนึ่ง หรือมันเชื่อม หรือมันเผา มีผลผลิต 1,500-2,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ศูนย์วิจัยมันสำปะหลัง และผลิตภัณฑ์ เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ม.ป.ป.) ถ้าปลูกในสภาพไร่ควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 6 - 8 เดือน หากเกินกว่านั้นเนื้อจะมีเสี้ยนมากไม่เหมาะจะนำมาบริโภค แต่ถ้าปลูกในสภาพสวนเนื้อจะไม่เป็นเสี้ยน (นิรนาม, ม.ป.ป.) ถึงแม้ว่ามันสำปะหลังพันธุ์ห้านาทีจะมีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่เหมาะสำหรับการบริโภค แต่มีข้อด้อย คือ ให้ผลผลิตต่ำ และพันธุ์ระยอง 2 ลักษณะเด่น มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื้อมีสีเหลืองอ่อน เหมาะสำหรับการทำมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ เพราะหั่นง่าย กรอบ ไม่แข็ง มีรสชาติหวาน โดยเฉพาะถ้าเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน จะทำให้ได้มันสำปะหลังทอดที่มีคุณภาพดี แต่มีอัตราการงอกต่ำ

ปัจจุบันการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพกำลังเป็นที่นิยมเนื่องจากผู้บริโภคมีความใส่ใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงทำให้อาหารประเภทเพื่อสุขภาพได้รับความสนใจมากขึ้น เช่นเดียวกับขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพที่กลายเป็นความนิยมของยุคใหม่ เพราะว่ามีประโยชน์ต่อร่างกาย คอเลสเตอรอลต่ำ ปริมาณไขมันน้อย และมีการเลือกใช้วัตถุดิบที่ดีต่อสุขภาพ ตลาดขนมขบเคี้ยวในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทุกปี หากเกษตรกรสามารถปลูกมันสำปะหลังชนิดหวานผลักดันเข้าสู่กระบวนการแปรรูปในตลาดขนมขบเคี้ยวเพื่อทดแทนวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ หรือส่งผลผลิตเข้าสู่กระบวนการผลิตสเกลใหญ่ในภาคอุตสาหกรรมที่สามารถขยายตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จะสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับมันสำปะหลังส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น แต่มันสำปะหลังพันธุ์ห้านาทีซึ่งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับบริโภค มีข้อด้อย คือ ให้ผลผลิตต่ำ (อัจฉราและจรุงสิทธิ์, 2537) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังบริโภคให้ได้พันธุ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะต่อการบริโภค และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ห้านาที

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การปลูกมันสำปะหลัง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ มี 6 กรรมวิธี ประกอบด้วย มันสำปะหลังบริโภค จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-01-02 OMRE60-02-12 ห้านาที และระยอง 2 ปลูกมันสำปะหลังเพื่อบริโภค จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 80 เซนติเมตร

**การปลูกในสภาพไร่** ใช้ขนาดแปลงทดลองย่อย 5x8 เมตร ปลูก 5 แถว ๆ ละ 10 ต้น พื้นที่เก็บเกี่ยว 3x6.4 เมตร โดยเก็บเกี่ยวเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นแถวริมโดยรอบ กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และใช้สารกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น การใส่ปุ๋ย แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ย

เกรด 18-46-0 และ 0-0-60 โดยใส่รองพื้นก่อนปลูก ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยเกรด 46-0-0 และ 0-0-60 ในช่วง 3 เดือนหลังปลูก โดยใส่ 2 ข้างลำต้นบริเวณชายพุ่มใบแล้วพรวนดินกลบ

**การปลูกในร่องสวน** ใช้ขนาดแปลงทดลองย่อย 2.4x5 เมตร โดยเก็บเกี่ยว จำนวน 15 ต้นต่อแปลงย่อย การใส่ปุ๋ยจะแบ่งใส่ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยเกรด 16-16-16 ที่อายุ 1.5 เดือนหลังปลูก ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยเกรด 16-16-16 ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ครั้งที่ 3 ใส่ปุ๋ยเกรด 16-16-16 และ 0-0-60 ที่อายุ 7 เดือนหลังปลูก ครั้งที่ 4 ใส่ปุ๋ยเกรด 0-0-60 ที่อายุ 10-11 เดือนหลังปลูก โดยใส่ 2 ข้างลำต้นบริเวณชายพุ่มใบแล้วพรวนดินกลบ กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และใช้สารกำจัดวัชพืชตามความจำเป็นเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุครบ 11-12 เดือน

**การแปรรูปเป็นมันสำปะหลังนึ่งและมันสำปะหลังทอด**

1. มันสำปะหลังนึ่ง ล้างทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง ปอกเปลือก ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง หั่นมันสำปะหลังเป็นชิ้นตามขวาง หนาประมาณ 8 เซนติเมตร ตั้งรังถึง ต้มน้ำให้เดือด แล้วใส่มันสำปะหลังลงไป นึ่งจนมันสำปะหลังสุกดี ใช้เวลานานประมาณ 30 นาที นำออกใส่ภาชนะ

2. มันสำปะหลังทอด ล้างทำความสะอาดหัวมันสำปะหลัง ปอกเปลือก ล้างน้ำ สไลด์เป็นแผ่นวงกลมตามแนวขวางหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องหั่นสไลด์แผ่น รุ่นตัว U ยี่ห้อ WASINO ล้างน้ำอีกครั้งจนหมดคราบแป้ง พักให้สะเด็ดน้ำพอหมาด ทอดแบบน้ำมันท่วมในหม้อทอดไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 นาที จนเหลืองกรอบ ตักออกวางบนกระดาษซับเพื่อซับน้ำมัน

**การบันทึกข้อมูล**

- ความงอกและจำนวนต้นเก็บเกี่ยว จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักเหง้า ต้นและใบ ผลผลิตหัวสด ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ปริมาณแป้งในหัวสด สีเนื้อและสีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) โดยใช้เครื่อง Pocket Refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น PAL-1

- ปริมาณไซยาไนด์ (โดยวิธี rapid evaluation ของ Williams และ Edwards, 1980) ตัดขวางที่ตำแหน่งกลางหัวมันสำปะหลัง จากนั้นตัดตรงส่วนระหว่างเปลือกกับจุดกึ่งกลางชั้นพาเรนไคมาให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดประมาณ 1x1x2.5 เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลอง ตัดกระดาษ Whatman เบอร์ 1 ขนาด 1x6 เซนติเมตร นำกระดาษ Whatman แช่ในสารละลาย Alkaline picrate จากนั้นผึ่งให้หมาด หยดสารทูโลอิน 5 หยดลงในหลอดทดลอง นำกระดาษ Whatman ที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลองตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นเทียบสีกระดาษ Whatman กับแผ่นเทียบสี

- การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ S ตารางที่ Micro Systems รุ่น TA. XT PlusC 1.) คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่ง ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) และความเหนียว (adhesiveness) ใช้หัว P/2 (2 mm diameter cylinder probe) โดยใช้ per-test speed, test speed และ post-test speed ที่ 1 2 และ 10 mm/s ตามลำดับ และ Distance 15 mm วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 4 ซ้ำ

โดยมีพันธุ์ห้านาที ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับการนึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ บันทึกค่าแรงสูงสุดในแต่ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 9 ชิ้น คำนวณหาค่าเฉลี่ย 2.) คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ ได้แก่ ความกรอบ (fracturability) และความแข็ง (hardness) ใช้หัว P/5s โดยใช้ per-test speed, test speed และ post-test speed ที่ 1 2 และ 10 mm/s และ Distance 15 mm โดยแรงกดบริเวณกลางแผ่นของตัวอย่าง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีพันธุ์ระยอง 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับการทอดเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ บันทึกค่าแรงสูงสุดในแต่ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 ชิ้น คำนวณหาค่าเฉลี่ย

- การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่งและมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ (คุณภาพการชิม) ทดสอบคุณภาพการชิมโดยบุคลากรที่ไม่ผ่านการฝึกฝนของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 25 คน ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธี 5-points hedonic scale เป็นการให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละด้าน โดย 1 คะแนน หมายถึง ชอบน้อยที่สุด 2 คะแนน หมายถึง ชอบน้อย 3 คะแนน หมายถึง ชอบปานกลาง 4 คะแนน หมายถึง ชอบมาก และ 5 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด คำนวณหาค่าเฉลี่ย วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 25 ซ้ำ

- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**การปลูกในสภาพไร่**

ไร่เกษตรกรจังหวัดระยอง

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 3,858 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 และ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสด 2,956 และ 2,894 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ร้อยละ 35 4 และ 1 ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 ให้ผลผลิตหัวสด 2,852 และ 2,780 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 22.1 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 17.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ CMRE60-03-02 และ CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที โดยมีปริมาณแป้ง 19.8 และ 18.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-01-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.68 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกสายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลอง รองลงมา คือ CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.58 และ 0.54 ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.51

และ 0.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดสอบมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 6.40-7.70 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2) ปริมาณไซยาไนด์ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดสอบมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 125-400 ppm (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 1** ผลผลิตหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด และดัชนีการเก็บเกี่ยว ของมันสำปะหลัง จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี2559) เก็บเกี่ยวที่อายุ 11-12 เดือนหลังปลูก

| Varieties/ Cultivars | Locations | | | | | | combine | Relative to check | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rayong | Khon Kaen | Sukhothai | Lopburi | Kanchanaburi | Songkhla | | HANATEE | Rayong 2 |
| **Fresh root yield (kg/rai)** | | | | | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3,858 | 4,155 a | 6,300 b | 2,810 a | 5,427 ab | 2,692 | 4,207 b | 149 | 138 |
| CMRE60-03-13 | 2,956 | 3,638 abc | 9,000 a | 3,165 a | 5,667 a | 2,803 | 4,538 ab | 161 | 148 |
| OMRE60-01-02 | 2,894 | 3,909 ab | 8,202 a | 3,173 a | 6,781 a | 3,778 | 4,794 a | 170 | 157 |
| OMRE60-02-12 | 2,356 | 2,517 c | 4,578 c | 1,314 bc | 4,000 bc | 2,054 | 2,803 c | 99 | 92 |
| HANATEE | 2,852 | 2,867 bc | 4,419 c | 848 c | 3,834 c | 2,124 | 2,824 c | 100 | 92 |
| Rayong 2 | 2,780 | 3,625 abc | 2,883 d | 1,938 b | 4,094 bc | 3,028 | 3,058 c | 108 | 100 |
| Mean | 2,449 | 3,452 | 5,897 | 2,208 | 4,967 | 2,746 | 3,703 | - | - |
| C.V (%) | 26.4 | 20.0 | 16.7 | 19.4 | 21.9 | 27.6 | 21.38 | - | - |
| **Starch content (%)** | | | | | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 19.8 abc | 20.1 ab | 21.1 b | 19.1 a | 26.8 | 12.2 a | 20.7 a | 115 | 127 |
| CMRE60-03-13 | 18.7 bc | 15.7 b | 17.3 c | 19.7 a | 25.1 | 11.9 a | 19.9 ab | 104 | 116 |
| OMRE60-01-02 | 22.1 a | 22.2 a | 26.2 a | 20.9 a | 28.4 | 4.3 c | 19.8 ab | 138 | 154 |
| OMRE60-02-12 | 21.3 ab | 19.7 ab | 24.4 a | 19.1 a | 29.4 | 5.7 bc | 18.1 abc | 115 | 128 |
| HANATEE | 17.5 c | 22.0 a | 19.8 bc | 13.6 b | 24.9 | 6.0 bc | 17.3 bc | 100 | 111 |
| Rayong 2 | 13.4 d | 17.7 ab | 18.0 bc | 14.0 b | 23.3 | 6.9 b | 15.5 c | 90 | 100 |
| Mean | 18.8 | 19.6 | 21.1 | 17.7 | 26.3 | 7.8 | 18.6 | - | - |
| C.V (%) | 8.7 | 14.7 | 10.1 | 11.6 | 15.9 | 18.3 | 27.4 | - | - |
| **Harvest index** | | | | | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 0.54 cd | 0.49 a | 0.50 b | 0.30 b | 0.49 b | 0.38 | 0.55 a | 122 | 101 |
| CMRE60-03-13 | 0.58 bc | 0.54 a | 0.56 ab | 0.29 b | 0.49 b | 0.39 | 0.47 b | 128 | 107 |
| OMRE60-01-02 | 0.68 a | 0.55 a | 0.60 a | 0.38 a | 0.62 a | 0.47 | 0.45 b | 149 | 124 |
| OMRE60-02-12 | 0.50 d | 0.43 b | 0.52 b | 0.16 c | 0.44 b | 0.37 | 0.44 bc | 109 | 91 |
| HANATEE | 0.51 d | 0.36 c | 0.42 c | 0.12 c | 0.45 b | 0.35 | 0.40 cd | 100 | 83 |
| Rayong 2 | 0.61 b | 0.50 a | 0.38 c | 0.25 b | 0.51 b | 0.42 | 0.37 d | 120 | 100 |
| Mean | 0.57 | 0.48 | 0.50 | 0.25 | 0.50 | 0.40 | 0.45 | - | - |
| C.V (%) | 7.0 | 8.9 | 9.5 | 19.6 | 13.8 | 14.2 | 18.4 | - | - |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

**ตารางที่ 2** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณไซยาไนด์ ความแข็ง และความเหนียวของมันสำปะหลังนึ่ง ความกรอบและความแข็งของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบของมันสำปะหลัง จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี 2559) เก็บเกี่ยวที่อายุ 11 เดือนหลังปลูก ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

| Varieties/ Cultivars | TSS (°Bx) | HCN (ppm) | cassava steam | | cassava chip | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Hardness (g) | Adhesiveness (g.sec) | Fracturability (g) | Hardness (g) | Count Peak Tops F (g) 1:2 |
| CMRE60-03-02 | 7.03 | 400 | 704.21 | 5,712 c | 439.15 bc | 634.70 b | 6 |
| CMRE60-03-13 | 7.53 | 300 | 515.16 | 3,658 a | 388.34 ab | 611.30 b | 6 |
| OMRE60-01-02 | 7.70 | 350 | 745.49 | 5,441 c | 540.98 c | 745.77 b | 7 |
| OMRE60-02-12 | 7.00 | 250 | 486.46 | 4,063 ab | 322.32 a | 473.25 a | 6 |
| HANATEE | 7.40 | 125 | 553.75 | 3,864 ab | 296.89 a | 432.81 a | 5 |
| Rayong 2 | 6.40 | 350 | 870.00 | 4,855 bc | 328.18 a | 430.12 a | 5 |
| Mean | 7.18 | 296 | 645.85 | 4,599 | 385.98 | 554.66 | 6 |
| C.V (%) | 10.8 | 50.4 | 34.1 | 14.7 | 17.8 | 16.1 | 17.5 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

หมายเหตุ TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ HCN = ปริมาณไซยาไนด์

ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 4,155 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสด 3,909 และ 3,638 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าห้านาที ร้อยละ 45 36 และ 27 โดยห้านาทีให้ผลผลิตหัวสด 2,867 กิโลกรัมต่อไร่(ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 22.2 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที CMRE60-03-02 OMRE60-02-12 และระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสด 22.0 20.1 19.7 และ17.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.55 รองลงมา คือ CMRE60-03-13 ระยอง 2 และ CMRE60-03-02 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.54 0.50 และ 0.49 ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาที มีดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำสุด 0.36 (ตารางที่ 1)

ไร่เกษตรกรจังหวัดสุโขทัย

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 9,000 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสด 8,202 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าห้านาที ร้อยละ 104 และ 86 ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาที และระยอง 2 ให้ผลผลิตหัวสด 4,419 และ 2,883 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีปริมาณ

แป้งในหัวสดสูงสุด 26.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสด 24.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ห้านาที และระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสด 21.1 17.3 19.8 และ 18.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.60 รองลงมา คือ CMRE60-03-13 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.56 ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.42 และ 0.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ไร่เกษตรกรจังหวัดลพบุรี

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 3,173 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 ที่ให้ผลผลิตหัวสด 3,165 และ 2,810 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สูงกว่าห้านาที ร้อยละ 274 273 และ 231 ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 ที่ให้ผลผลิตหัวสด 848 และ 1,938 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 20.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-02 มีปริมาณแป้งในหัวสด 19.7 19.1 และ 19.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสด 13.6 และ 14.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.38 ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.12 และ 0.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ไร่เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 6,781 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าห้านาทีร้อยละ 77 โดยห้านาทีให้ผลผลิตหัวสด 3,834 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 29.4 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ OMRE60-01-02 และ CMRE60-03-02 มีปริมาณแป้งในหัวสด 28.4 และ 26.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสด 24.9 และ 23.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.62 ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.45 และ 0.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ไร่เกษตรกรจังหวัดสงขลา

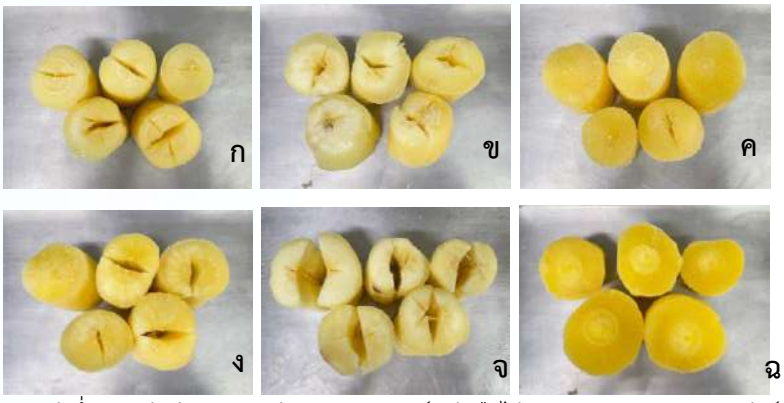
ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 3,778 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าห้านาทีร้อยละ 78 โดยห้านาที ให้ผลผลิตหัวสด 2,124 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 12.2 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสด 11.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ห้านาที และระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสด 6.0 และ 6.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.47 รองลงมา คือ ระยอง 2 มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.42 ในขณะที่ห้านาที มีดัชนีเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด 0.35 (ตารางที่ 1)

**การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม**

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทั้ง 6 สถานที่ พบว่า การให้ผลผลิตหัวสดของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4,794 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,538 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกสายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลอง และสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห้านาที และระยอง 2 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 2,824 และ 3,058 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 70 และ 57 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าห้านาที และระยอง 2 ร้อยละ 61 และ 48 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

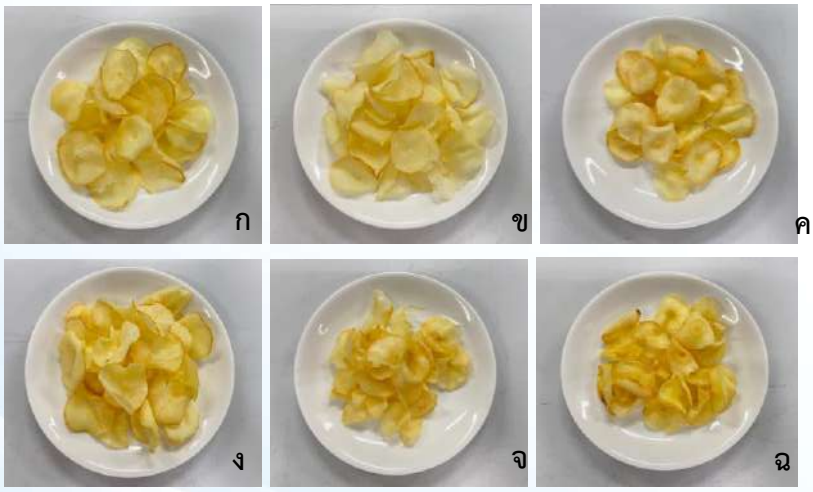
การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่ง (ภาพที่ 1) จะพิจารณาด้านความแข็ง (hardness) และความเหนียว (adhesiveness) ของผลิตภัณฑ์ ด้านความแข็ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความแข็งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 มีความแข็งน้อยที่สุด 486.46 กรัม รองลงมา คือ CMRE60-03-13 มีความแข็ง 515.16 กรัม โดยทั้ง 2 สายพันธุ์มีความแข็งใกล้เคียงกับห้านาที ที่มีความแข็ง 553.75 กรัม ด้านความเหนียว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความเหนียวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 OMRE60-02-12 และระยอง 2 มีความเหนียว 3,658 4,063 และ 4,855 กรัม. วินาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาทีที่มีความเหนียว 3,864 กรัม. วินาที (ตารางที่ 2)




**ภาพที่ 1** มันสำปะหลังนึ่งจากหัวมันสำปะหลังจากแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ (ก) CMRE60-03-02 (ข) CMRE60-03-13 (ค) OMRE60-01-02 (ง) OMRE60-02-12 (จ) ห้านาที และ (ฉ) ระยอง 2

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ (ภาพที่ 2) จะพิจารณาด้านความกรอบ (fracturability) และความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ ด้านความกรอบ พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 OMRE60-02-12 และห้านาที มีความกรอบ 388.34 322.32 และ 298.89 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยอง 2 ที่มีความกรอบ 328.18 กรัม ด้านความแข็ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความแข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 และห้านาที มีความแข็ง 473.25 และ 432.81 กรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยอง 2 ที่มีความแข็ง 430.12 กรัม (ตารางที่ 2)




**ภาพที่ 2** มันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากหัวมันสำปะหลังจากแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ (ก) CMRE60-03-02 (ข) CMRE60-03-13 (ค) OMRE60-01-02 (ง) OMRE60-02-12 (จ) ห้านาที และ (ฉ) ระยอง 2

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อมันสำปะหลังนึ่ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าห้านาทีทุกด้าน และสายพันธุ์ OMRE60-01-02 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ และสีสูงกว่าห้านาที (ตารางที่ 3)

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ และสีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-01-02 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏสูงกว่าระยอง 2 และ OMRE60-02-12 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏเท่ากับระยอง 2 ทั้ง 2 สายพันธุ์ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีใกล้เคียงกับระยอง 2 และสายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับระยอง 2 (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** คะแนนความชอบของผู้ชิมที่มีต่อมันสำปะหลังนึ่งและมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากหัวมันสำปะหลัง จากแปลงศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

| Varieties/ | Appearance | Color | Taste | Texture | Overall |
|---|---|---|---|---|---|
| **cassava steam** | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 2.52 b | 2.48 c | 2.20 d | 2.20 c | 2.24 d |
| CMRE60-03-13 | 2.84 ab | 2.80 bc | 2.64 c | 2.72 b | 2.56 cd |
| OMRE60-01-02 | 3.16 a | 3.16 ab | 2.56 cd | 2.64 b | 2.80 bc |
| OMRE60-02-12 | 3.28 a | 3.24 ab | 3.52 a | 3.48 a | 3.40 a |
| HANATEE | 2.92 ab | 2.84 bc | 3.12 b | 3.32 a | 3.20 ab |
| Rayong 2 | 3.20 a | 3.56 a | 2.32 cd | 2.16 c | 2.40 cd |
| Mean | 2.99 | 3.01 | 2.73 | 2.75 | 2.77 |
| C.V (%) | 28.1 | 27.4 | 25.5 | 27.4 | 28.1 |
| **cassava chips** | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.08 | 3.16 | 2.80 d | 2.72 d | 2.80 c |
| CMRE60-03-13 | 2.92 | 3.00 | 3.00 cd | 2.92 cd | 2.96 c |
| OMRE60-01-02 | 3.36 | 3.32 | 2.92 cd | 2.76 d | 3.00 c |
| OMRE60-02-12 | 3.32 | 3.32 | 3.44 ab | 3.52 ab | 3.52 ab |
| HANATEE | 3.16 | 3.36 | 3.28 bc | 3.20 bc | 3.36 b |
| Rayong 2 | 3.32 | 3.64 | 3.76 a | 3.76 a | 3.84 a |
| Mean | 3.19 | 3.30 | 3.20 | 3.15 | 3.25 |
| C.V (%) | 22.9 | 21.7 | 20.2 | 20.8 | 18.9 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

**การปลูกในสภาพร่องสวน**

ไร่เกษตรกรจังหวัดปทุมธานี

ด้านผลผลิตหัวสด พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 8,441 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์ห้านาที และระยอง 2 ที่ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5,280 และ 2,357 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 60 และ 255 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ด้านปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า พันธุ์/สายพันธุ์ที่นำมาทดลองมีปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 23.4 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าห้านาที ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 16.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ด้านดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.61 ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยว 0.48 และ 0.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 5.10-5.60 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4) ปริมาณไซยาไนด์ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลอง มีปริมาณไซยาไนด์อยู่ในช่วง 125-175 ppm (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** ผลผลิตหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด ดัชนีการเก็บเกี่ยว ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณไซยาไนด์ของมันสำปะหลัง จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อผลผลิตและแป้งสูง : การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร (ลูกผสมปี 2559) เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ณ แปลงเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี

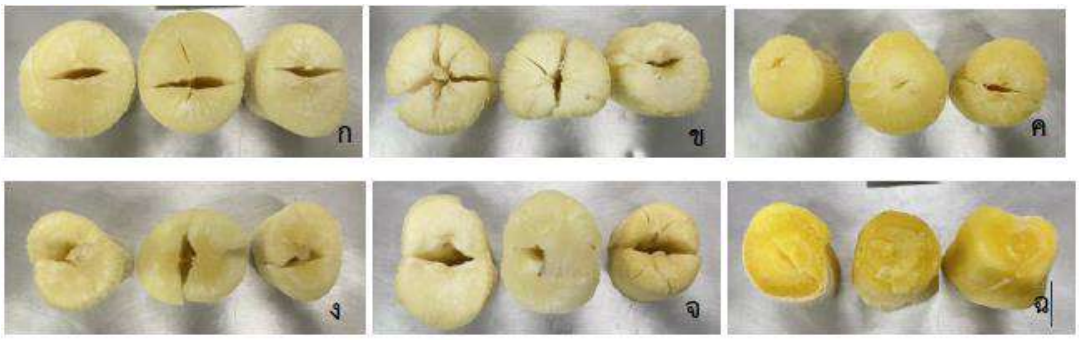
| Varieties/ Cultivars | Fresh root yield | Starch content | HI | TSS (°Bx) | HCN (ppm) | Relative to check (Yield) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | HANATEE | Rayong 2 |
| CMRE60-03-02 | 4,240 b | 17.9 b | 0.50 cd | 5.60 | 125 | 80 | 179 |
| CMRE60-03-13 | 8,441 a | 18.6 b | 0.61 a | 5.60 | 125 | 160 | 355 |
| OMRE60-01-02 | 5,156 b | 23.4 a | 0.60 a | 5.30 | 150 | 98 | 217 |
| OMRE60-02-12 | 4,645 b | 18.8 b | 0.52 c | 5.20 | 175 | 88 | 196 |
| HANATEE | 5,280 b | 16.5 b | 0.48 d | 5.10 | 175 | 100 | 222 |
| Rayong 2 | 2,375 c | 11.6 c | 0.56 b | 5.10 | 108 | 45 | 100 |
| Mean | 5,023 | 17.77 | 0.55 | 5.32 | - | - | - |
| C.V (%) | 15.2 | 9.1 | 4.7 | 9.2 | - | - | - |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

หมายเหตุ HI = ดัชนีการเก็บเกี่ยว TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ HCN = ปริมาณไซยาไนด์

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่ง (Figure 3) จะพิจารณาด้านความแข็ง (hardness) และความเหนียว (adhesiveness) ของผลิตภัณฑ์ ด้านความแข็ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความแข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีความแข็งใกล้เคียงกับพันธุ์ห้านาที ด้านความเหนียว พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความเหนียวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีความเหนียวใกล้เคียงกับพันธุ์ห้านาที (ตารางที่ 5)



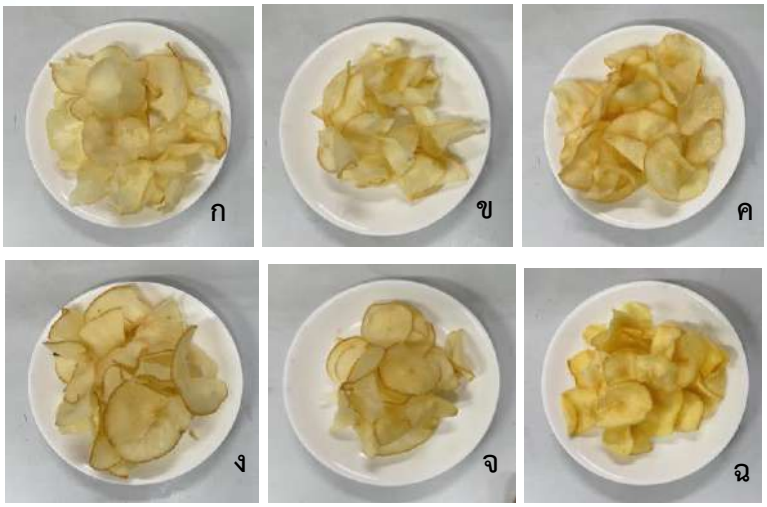

**ภาพที่ 3** มันสำปะหลังนึ่งจากหัวมันสำปะหลังจากแปลงเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ (ก) CMRE60-03-02 (ข) CMRE60-03-13 (ค) OMRE60-01-02 (ง) OMRE60-02-12 (จ) ห้านาที และ (ฉ) ระยอง 2

**ตารางที่ 5** ค่าความแข็งและความเหนียวของมันสำปะหลังนึ่ง และค่าความกรอบและความแข็งของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากหัวมันสำปะหลังจากแปลงเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี

| Varieties/ Cultivars | cassava steam | | cassava chip | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Hardness (g) | Adhesiveness (g.sec) | Fracturability (g) | Hardness (g) | Count Peak Tops F (g) 1:2 |
| CMRE60-03-02 | 687.31 c | 5,439 d | 318.97 | 492.14 ab | 6 |
| CMRE60-03-13 | 341.41 ab | 2,859 a | 371.69 | 522.64 ab | 5 |
| OMRE60-01-02 | 652.02 c | 5,696 d | 436.87 | 584.73 b | 6 |
| OMRE60-02-12 | 411.01 b | 3,659 b | 313.93 | 428.94 ab | 5 |
| HANATEE | 309.36 a | 2,571 a | 282.55 | 376.43 a | 5 |
| Rayong 2 | 651.60 c | 4,633 c | 260.14 | 356.93 a | 5 |
| Mean | 508.78 | 4,143 | 330.69 | 460.30 | 5 |
| C.V (%) | 12.6 | 12.7 | 23.4 | 21.9 | 15.8 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ (ภาพที่ 4) จะพิจารณาด้านความกรอบ (fracturability) และความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์ ด้านความกรอบ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความกรอบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-02-12 และห้านาทีมีความกรอบใกล้เคียงกับระยอง 2 ด้านความแข็ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองมีความแข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-02-12 และห้านาทีมีความแข็งใกล้เคียงระยอง 2 ในขณะที่สายพันธุ์ OMRE60-01-02 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความกรอบสูงสุด แต่เป็นสายพันธุ์ที่มีความแข็งสุดสุด (ตารางที่ 5)




**ภาพที่ 4** มันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากหัวมันสำปะหลังจากแปลงเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี จำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ (ก) CMRE60-03-02 (ข) CMRE60-03-13 (ค) OMRE60-01-02 (ง) OMRE60-02-12 (จ) ห้านาที และ (ฉ) ระยอง 2

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อมันสำปะหลังนึ่ง พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏสูงกว่าห้านาที ส่วน CMRE60-03-02 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏเท่ากับห้านาที สายพันธุ์ OMRE60-02-12 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสีสูงกว่าห้านาที และสายพันธุ์ OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-13 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่าห้านาที (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** คะแนนความชอบของผู้ชิมที่มีต่อมันสำปะหลังนึ่งและมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบจากหัวมันสำปะหลัง จากแปลงเกษตรกรจังหวัดปทุมธานี

| Varieties/ Cultivars | Appearance | Color | Taste | Texture | Overall acceptability |
|---|---|---|---|---|---|
| **cassava steam** | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.52 a | 3.56 a | 3.48 a | 3.56 ab | 3.52 a |
| CMRE60-03-13 | 3.68 a | 3.52 a | 3.72 a | 3.72 ab | 3.68 a |
| OMRE60-01-02 | 3.32 a | 3.28 ab | 3.36 a | 3.28 b | 3.44 a |
| OMRE60-02-12 | 3.60 a | 3.60 a | 3.75 a | 3.88 a | 3.76 a |
| HANATEE | 3.52 a | 3.52 a | 3.64 a | 3.60 ab | 3.60 a |
| Rayong 2 | 2.76 b | 2.76 b | 2.24 b | 2.12 c | 2.28 b |
| Mean | 3.40 | 3.37 | 3.37 | 3.36 | 3.38 |
| C.V (%) | 28.3 | 29.5 | 26.1 | 25.3 | 26.5 |
| **cassava chips** | | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.60 b | 3.48 bc | 3.48 b | 3.20 b | 3.52 b |
| CMRE60-03-13 | 3.64 b | 3.72 ab | 3.52 b | 3.60 ab | 3.72 ab |
| OMRE60-01-02 | 3.36 b | 3.36 bc | 3.20 b | 3.24 b | 3.32 b |
| OMRE60-02-12 | 3.56 b | 3.60 bc | 3.52 b | 3.48 b | 3.44 b |
| HANATEE | 3.36 b | 3.20 c | 3.16 b | 3.20 b | 3.36 b |
| Rayong 2 | 4.04 a | 4.04 a | 3.96 a | 3.96 a | 4.00 a |
| Mean | 3.59 | 3.57 | 3.47 | 3.45 | 3.56 |
| C.V (%) | 17.8 | 19.0 | 18.8 | 20.9 | 20.4 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (DMRT)

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ที่นำมาทดลองได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านใกล้เคียงกับระยอง 2 และ OMRE60-02-12 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติใกล้เคียงกับระยอง 2 (ตารางที่ 6)

## สรุปผลการทดลอง

1. การปลูกในสภาพไร่ ในแหล่งปลูก 6 จังหวัด พบว่า สายพันธุ์มันสำปะหลังลูกผสมปี 2560 จำนวน 3 สายพันธุ์ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์ห้านาที โดยสายพันธุ์ OMRE60-01-02 CMRE60-03-13 และ CMRE60-03-02 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย สูงกว่าพันธุ์ห้านาที ร้อยละ 70 61 และ 49 ตามลำดับ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่ง พบว่า OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-13 มีค่าความแข็งและความเหนียวใกล้เคียงกับห้านาที ส่วนมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ พบว่า OMRE60-02-12 มีความกรอบและความแข็งใกล้เคียงกับระยอง 2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สายพันธุ์ OMRE60-02-12 เมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันสำปะหลังนึ่งได้รับ

คะแนนด้านลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่าพันธุ์ห้านาที และเมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ ได้รับคะแนนด้านลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับระยอง 2

2. การปลูกในสภาพร่องสวน ในจังหวัดปทุมธานี พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์ห้านาที ร้อยละ 60 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของมันสำปะหลังนึ่ง พบว่า CMRE60-03-13 มีค่าความแข็งและความเหนียวใกล้เคียงกับพันธุ์ห้านาที ส่วนมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ พบว่า CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 มีความกรอบและความแข็งใกล้เคียงกับระยอง 2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ทั้ง 4 สายพันธุ์ เมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันสำปะหลังนึ่งได้รับคะแนนด้านลักษณะที่ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับห้านาที โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-12 และ CMRE60-03-13 ได้รับคะแนนสูงกว่าพันธุ์ห้านาทีทุกด้าน และสายพันธุ์ CMRE60-03-13 เมื่อนำมาแปรรูปเป็นมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบ ได้รับคะแนนด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใกล้เคียงกับระยอง 2

3. เมื่อพิจารณาการให้ผลผลิตหัวสด องค์ประกอบผลผลิต และคุณสมบัติที่เหมาะสำหรับการบริโภค สามารถคัดเลือกมันสำปะหลังสายพันธุ์ดีเด่นได้ จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12

**การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์**

ได้มันสำปะหลังสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-12 ซึ่งให้ผลผลิตหัวสด องค์ประกอบผลผลิต และมีคุณสมบัติที่เหมาะสำหรับการบริโภค แต่สายพันธุ์เหล่านี้ยังต้องศึกษาข้อมูลจำเพาะองค์ประกอบพันธุ์ก่อนการเสนอขอพิจารณารับรองพันธุ์ต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**

นิรนาม. ม.ป.ป.. พันธุ์มันสำปะหลัง. แหล่งข้อมูล: http://knowledge.kasetbay.com/93-มันสำปะหลัง/320-พันธุ์มันสำปะหลัง. สืบค้น: 16 มกราคม 2562.

ศูนย์วิจัยมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ม.ป.ป.. มันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ. แหล่งข้อมูล: https://web.sut.ac.th/cassava/?name=1cas_source/cas_source/. สืบค้น: 15 กรกฎาคม 2567.

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2015. มันสำปะหลัง: การจำแนกชนิดและสายพันธุ์ มันสำปะหลัง. แหล่งข้อมูล: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=18052. สืบค้น: 15 กรกฎาคม 2567.

อัจฉรา ลิ่มศิลา และ จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา. 2537. ชนิดและพันธุ์มันสำปะหลัง. ใน: เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Williams, H.J. and T.G. Edwards. 1980. Estimation of cyanide with alkaline picrate. J. Sci. Food Agri. 31:15-2

# ความเหมาะสมของมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้าที่ปลูกในสภาพร่องสวนเพื่อการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟราย

# Optimum Elite Edible Cassava Clones in Garden Raise Beds Condition for French Fries

ชฎาพร อินเปลี่ยน[1/] กุสุมา รอดแผ้วพาล[1/] ธนาวดี ค้ำชู[1/] สุวลักษณ์ ศันสนีย์[1/]

Chadaporn Inplean[1/] Kusuma Rodpeawpan[1/] Tanavadee Kumchoo[1/]

Suwaluk Sansanee[1/]

## ABSTRACT

A study on optimum elite edible cassava clones in garden-raised beds condition for French fries intends to select edible cassava clones and the appropriate time to harvest for French fries. This research was performed at farmer's farm in Nong Suea district, Pathum Thani province, between 2021 and 2023. Four edible cassava clones 2017 series from cassava breeding program of Rayong Field Crops Research Center, CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-02-61 and OMRE60-03-09 with two check varieties, Hanatee and Rayong 2, were evaluated by using randomized complete block design with four replications. Edible cassava was harvested at 8, 10, and 12 months and data were analyzed by using Duncan's multiple range test (DMRT). The result showed that CMRE60-03-13 had highest sensory scores on color, flavor, texture and overall satisfaction when harvested at 8 and 12 months. Moreover, this clone has potential to produce highest fresh root weight at 8 10 and 12 months (2.53 5.84 and 7.33 kg/plant, respectively), which 60% higher fresh root weight than Hanatee when harvested at 12 months. In addition, hardness measuring of French Fries from CMRE60-03-13 by texture analyzer at 8 and 12 months explained 249.41 and 229.95 g, which similar to Hanatee, 308.56 and 260.55 g, respectively. Therefore, CMRE60-03-13 is suitable for French Fries that can be harvested from 8-12 months.

**Keywords:** Cassava, French Fries, Garden Raise Beds Condition

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21150

[1/] Rayong Field Crops Research Center, Huaypong, Muang, Rayong, 21150

**บทคัดย่อ**

การศึกษาความเหมาะสมของมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้า ที่ปลูกในสภาพร่องสวนเพื่อการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟราย มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้าและเลือกช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟราย ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2564 - 2566 ใช้มันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้า 4 สายพันธุ์ จากโครงการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 โดยใช้พันธุ์ห้านาที และระยอง 2 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุครบ 8 10 และ 12 เดือน วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ผลการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงสุดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 และ 12 เดือน สายพันธุ์มีศักยภาพในการให้น้ำหนักหัวสดสูงสุดทุกอายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 เดือน (2.53 5.84 และ 7.33 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ) ซึ่งที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงกว่าห้านาทีร้อยละ 60 เมื่อวัดค่าความแข็ง (Hardness) ของเฟรนซ์ฟรายด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่อายุ 8 และ 10 เดือน มีค่าเท่ากับ 249.41 และ 229.95 กรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับห้านาที 308.56 และ 260.55 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นสายพันธุ์ CMRE60-03-13 เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเฟรนซ์ฟราย โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุ 8-12 เดือน

**คำหลัก:** มันสำปะหลัง เฟรนซ์ฟราย สภาพร่องสวน

**บทนำ**

มันสำปะหลังบริโภคที่เกษตรกรนิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์ห้านาที ซึ่งแหล่งปลูกสำคัญแหล่งหนึ่ง ได้แก่ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี โดยจะปลูกในสภาพร่องสวน ซึ่งมีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มต่ำ ดินเป็นกลุ่มดินเปรี้ยว ได้แก่ ชุดดินองครักษ์ (Ok) เชียรใหญ่ (Cyi) และมูโน๊ะ (Mu) เนื้อดินบนและดินล่างเป็นดินเหนียว มีความลึกมากและมีการระบายน้ำเลว (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขตที่1, 2567) มีปริมาณน้ำฝน 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) มีระบบชลประทานคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำครอบคลุมพื้นที่ อีกทั้งพื้นที่ปลูกอยู่ใกล้แหล่งรับซื้อขนาดใหญ่ ได้แก่ ตลาดไท จังหวัดปทุมธานี ทำให้ไม่มีปัญหาด้านแหล่งน้ำและด้านการจำหน่ายผลผลิตมันสำปะหลังหัวสด และยังเป็นข้อได้เปรียบที่ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกมันสำปะหลังบริโภคจำหน่ายได้ตลอดทั้งปีอีกด้วย

มันสำปะหลังส่วนใหญ่มักพบไซยาไนด์ (cyanide) อยู่ในรูป cyanogenic glycosides (CG) โดยจะสะสมตามส่วนต่างๆ ของต้นมันสำปะหลัง ซึ่งสารประกอบนี้เป็นพิษต่อคนและสัตว์ (ปิ่น, 2565) มันสำปะหลังที่ปลูกในดินแฉะจะมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ (Vetter, 1999) เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายน้ำได้(Bikhit *et al*, 2017) และจะมีปริมาณลดลงเมื่อผ่านความร้อน (นงนุชและคณะ, 2564) มันสำปะหลังบริโภคมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำ ไม่มีรสขม สามารถบริโภคหัวสดได้โดยตรง เช่น มันเชื่อม

มันนึ่ง มันย่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปมันสำปะหลังเป็นเฟรนช์ฟราย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่ง เฟรนช์ฟรายมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีสารอะคริลาไมด์ (acrylamide) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็งในมนุษย์ในปริมาณที่ต่ำกว่ามันฝรั่ง โดยสารอะคริลาไมด์เกิดในอาหารได้จาก ระดับความร้อน ระยะเวลาให้ความร้อน ปริมาณกรดอะมิโนแอสพาราจีน (asparagine) และน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ที่มีปริมาณมากในหัวมันฝรั่ง (สถาบันอาหาร, 2567) นอกจากเฟรนช์ฟรายมันสำปะหลังจะมีอะคริลาไมด์ต่ำแล้วนั้น ข้อดีอีกประการของมันสำปะหลังคือไม่มีกลูเตน เนื่องจากในปัจจุบันมีจำนวนผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนในอาหารเพิ่มสูงขึ้น เฟรนช์ฟรายมันสำปะหลังจึงนับเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่แพ้กลูเตน ผู้ที่รักสุขภาพและผู้ที่ชื่นชอบการบริโภคขนมขบเคี้ยว

การศึกษาความเหมาะสมของมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้าที่ปลูกในสภาพร่องสวนเพื่อการแปรรูปเป็นเฟรนช์ฟราย จะเป็นข้อมูลในการเลือกมันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้าและเลือกช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนช์ฟราย เพื่อให้ได้เฟรนช์ฟรายมันสำปะหลังที่มีคุณภาพการบริโภคที่ดี ปริมาณเพียงพอต่อการแปรรูป เพื่อรองรับอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปจากมันสำปะหลังในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. สายพันธุ์มันสำปะหลังบริโภค ลูกผสมปี 2560 จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 และพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ห้านาที และระยอง 2
2. เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง แบบ Reimann scale
3. ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60
4. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช
5. อุปกรณ์สำหรับการทำเฟรนช์ฟราย
6. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวัดปริมาณไซยาไนด์
7. เครื่องวัดความหวาน hand refractometer
8. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA. XT PlusC

### วิธีการ

**1. การปลูก**

ปลูกสายพันธุ์มันสำปะหลังบริโภคในแปลงเกษตรกรอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2564-2566 โดยใช้สายพันธุ์ลูกผสมปี 2560 จำนวน 4 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบจำนวน 2 พันธุ์ ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 1.0 เมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 0.8 เมตร ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยจะแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นก่อนปลูก ใช้ปุ๋ยเกรด 18-46-0 และ

0-0-60 ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3 เดือนหลังปลูก ใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 และ 0-0-60 โดยขุดหลุมและใส่ปุ๋ย 2 ข้างลำต้นบริเวณชายพุ่มใบแล้วพรวนดินกลบ กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน และใช้สารกำจัดวัชพืชตามเหมาะสม เก็บเกี่ยวเมื่ออายุครบ 8 10 และ 12 เดือน

**2. การแปรรูปเฟรนช์ฟรายมันสำปะหลัง**

ปอกเปลือกมันสำปะหลังและล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นหั่นเป็นแท่งยาว 10 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร ล้างแป้งที่เคลือบอยู่ด้านนอกออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำและนำไปทอดในน้ำมันปาล์มหม้อด้วยทอดไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำเฟรนช์ฟรายมันสำปะหลังที่ทอดแล้ว ซับน้ำมันให้แห้งและพักให้เย็น จากนั้นนำไปแช่ที่ตู้แช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาทอดซ้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และนำขึ้นมาสะเด็ดน้ำมัน

**การบันทึกข้อมูล**

- น้ำหนักหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด

- ค่าความหวาน ใช้เครื่องวัดความหวาน (Digital Brix Refractometer) ยี่ห้อ ATAGO รุ่น PAL-1 โดยจะวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) หน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^{o}$Bx)

- ปริมาณไซยาไนด์ (โดยวิธี rapid evaluation ของ Williams และ Edwards, 1980) ตัดขวางที่ตำแหน่งกลางหัวมันสำปะหลัง จากนั้นตัดตรงส่วนระหว่างเปลือกกับจุดกึ่งกลางชั้นพาเรนไคมาให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดประมาณ 1x1x2.5 เซนติเมตร ใส่ในหลอดทดลอง ตัดกระดาษ Whatman เบอร์ 1 ขนาด 1x6 เซนติเมตร นำไปแช่ในสารละลาย Alkaline picrate นำออกและผึ่งให้หมาด จากนั้นหยดสารโทลูอีน 5 หยด ลงในหลอดทดลอง นำกระดาษ Whatman ที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลอง ตั้งหลอดทดลองทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเทียบสีกระดาษ Whatman กับแผ่นเทียบสี

- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบคุณภาพการชิมโดยบุคลากรที่ไม่ผ่านการฝึกฝนของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีสเกลเฮโดนิก 5 จุด (5-points hedonic scale) ซึ่งเป็นวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อใช้ประเมินความรู้สึกของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์ (ชมพูนุท, 2546) มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 5 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด 4 คะแนน หมายถึง ชอบมาก 3 คะแนน หมายถึง ชอบปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง ชอบน้อย และ 1 คะแนน หมายถึง ชอบน้อยที่สุด จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแต่ละด้าน

- คุณภาพทางกายภาพ วิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA. XT PlusC ทำการทดสอบลักษณะของแรงกด (Compression) โดยใช้หัว P/2 (2 mm diameter cylinder probe) โดยใช้ per-test speed, test speed และ post-test speed ที่ 1 2 และ 10 มิลลิเมตร/วินาที ตามลำดับ และใช้ระยะห่างระหว่างหัววัดกับจุดวางผลิตภัณฑ์ 15 มิลลิเมตร บันทึกค่าแรงสูงสุดในแต่ละซ้ำของตัวอย่าง ซ้ำละ 20 ชิ้นและ

คำนวณหาค่าเฉลี่ย ซึ่งการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) เป็นการทดสอบที่เลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์จะพิจารณาด้านความแข็ง ซึ่งค่าความแข็ง (Hardness) แสดงถึงความแข็งของผลิตภัณฑ์ ค่าสูงหมายถึงผลิตภัณฑ์มีความแข็งมาก มีหน่วยเป็นกรัม

- วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือนหลังปลูก**

น้ำหนักหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 2.53 กิโลกรัม/ต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 และห้านาที ที่มีน้ำหนักหัวสด 2.33 และ 2.09 กิโลกรัมต่อต้น OMRE60-03-09 มีน้ำหนักหัวสด 1.65 กิโลกรัม/ต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 ที่มีน้ำหนักหัวสด 1.14 กิโลกรัม/ต้น ในขณะที่ระยอง 2 มีน้ำหนักหัวสดต่ำสุด 0.57 กิโลกรัม/ต้น (ตารางที่ 1)

ปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสด 23.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 ห้านาที และระยอง 2 ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 22.2 20.6 และ 22.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 28.5 และ 29.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ความหวานแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-02 มีแนวโน้มความหวานสูงสุด 5.64 บริกซ์ รองลงมาคือ OMRE60-03-09 CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-61 ที่มีความหวาน 5.55 และ 5.50 และ 5.43 บริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 สายพันธุ์มีความหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาทีและระยอง 2 ที่มีความหวาน 4.60 และ 4.40 บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ปริมาณไซยาไนด์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-03-09 มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำที่สุด 88 พีพีเอ็ม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยอง 2 ที่มีปริมาณไซยาไนด์ 150 พีพีเอ็ม CMRE60-03-02 มีปริมาณไซยาไนด์ 225 พีพีเอ็ม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-13 และห้านาที ที่มีปริมาณไซยาไนด์ 250 และ 175 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ OMRE60-02-61 มีปริมาณไซยาไนด์สูงสุด 375 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 1)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2)

สีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ CMRE60-03-13 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 ห้านาที และระยอง 2 ในขณะที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ CMRE60-03-02 และ OMRE60-03-09

รสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 และห้านาที ในขณะที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 OMRE60-03-09 และระยอง 2

เนื้อสัมผัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ไม่แตกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที ในขณะที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 OMRE60-02-61 OMRE60-03-09 และระยอง 2

ความยอมรับโดยรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 ได้รับคะแนนการทดสอบสูงสุด สูงกว่าห้านาทีและระยอง 2 ในณะที่ OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที

การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็ง (Hardness) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 249.41-432.41 กรัม โดย CMRE60-03-13 มีแนวโน้มค่าความแข็งต่ำสุด 249.41 กรัม รองลงมาได้แก่ OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 ที่มีความแข็ง 293.28 และ 327.27 กรัม ตามลำดับ และ CMRE60-03-02 มีค่าความแข็งสูงสุด 432.41 กรัม ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีค่าความแข็ง 308.56 และ 325.95 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบสูงสุดในทุกด้าน รองลงมาได้แก่ OMRE60-02-61 (ตารางที่ 2) CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 2.53 กิโลกรัม/ต้น สูงกว่า OMRE60-02-61 ที่มีน้ำหนักหัวสด 1.14 กิโลกรัม/ต้น และ CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสดและปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า OMRE60-02-61 ในขณะที่มีความหวานใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1) การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความแข็ง (Hardness) แต่เมื่อพิจารณาข้อมูล พบว่า CMRE60-03-13 มีแนวโน้มค่าความแข็ง (Hardness) ที่ต่ำกว่า OMRE60-02-61 (ตารางที่ 3) ดังนั้นที่อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน CMRE60-03-13 มีความเหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟรายมากที่สุด

**อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือนหลังปลูก**

น้ำหนักหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 5.84 กิโลกรัม/ต้น สูงกว่าห้านาทีและระยอง 2 ที่มีน้ำหนักหัวสด 4.78 และ 0.92 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ OMRE60-02-61 มีน้ำหนักหัวสด 3.10 กิโลกรัม/ต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-03-09 ที่มีน้ำหนักหัวสด 2.63 กิโลกรัม/ต้น ในขณะที่ CMRE60-03-02 มีน้ำหนักหัวสด 2.05 กิโลกรัม/ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยอง 2 ที่มีมีน้ำหนักหัวสดต่ำสุด 0.92 กิโลกรัม/ต้น (ตารางที่ 1)

ปริมาณแป้งในหัวสด พบว่า ระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุด 14.8 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกพันธุ์/สายพันธุ์ ในขณะที่ CMRE60-03-13 ปริมาณแป้งในหัวสด 20.0

เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 OMRE60-02-61 และห้านาที ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 21.3 21.2 และ 18.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ OMRE60-03-09 มีปริมาณแป้งในหัวสด สูงสุด 25.9 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ความหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-02 มีแนวโน้มค่าความหวานสูงสุด 6.12 บริกซ์ รองลงมาได้แก่ CMRE60-03-13 และ OMRE60-02-61 ที่มีความหวาน 5.88 และ 5.73 บริกซ์ ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีความหวาน 5.10 และ 5.00 บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ปริมาณไซยาไนด์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยอง 2 มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำที่สุด 50 พีพีเอ็ม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-03-09 ที่มีปริมาณไซยาไนด์ 113 100 และ 100 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ OMRE60-02-61 ปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที โดยมีปริมาณไซยาไนด์ 250 และ 250 พีพีเอ็ม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2)

สีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย OMRE60-02-61 ได้คะแนนทดสอบสูงสุด สูงกว่าห้านาทีและระยอง 2 ในขณะที่ CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบไม่แตกต่างทางสถิติกับ CMRE60-03-02 OMRE60-03-09 ห้านาที และระยอง 2

รสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 OMRE60-03-09 ห้านาที และระยอง 2 ในขณะที่ CMRE60-03-02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-03-09 และระยอง 2

เนื้อสัมผัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ OMRE60-02-61 ได้คะแนนทดสอบสูงสุด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที สายพันธุ์ CMRE60-03-02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-13 และ OMRE60-03-09 และระยอง 2

ความยอมรับโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ OMRE60-02-61 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที สายพันธุ์ CMRE60-03-13 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที ในขณะที่ CMRE60-03-02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-03-09 และระยอง 2

การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็ง (Hardness) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 229.95-356.77 กรัม โดยสายพันธุ์ CMRE60-03-13 มีค่าความแข็ง 229.95 กรัม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ สายพันธุ์ OMRE60-02-61 และห้านาทีที่มีค่าความแข็ง 277.35 และ 260.55 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ OMRE60-03-09 มีค่าความแข็ง 283.01 กรัม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยอง 2 ที่มีค่าความแข็ง 317.39 กรัม และ CMRE60-03-02 มีค่าความแข็งสูงสุด 356.77 กรัม (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า OMRE60-02-61 ได้คะแนนทดสอบสูงสุดในทุกด้าน รองลงมา ได้แก่ CMRE60-03-13 ซึ่งได้คะแนนทดสอบใกล้เคียงกับห้านาที (ตารางที่ 2) น้ำหนักหัวสด พบว่า CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสด 5.84 กิโลกรัม/ต้น ซึ่งสูงกว่า OMRE60-02-61 ที่มีน้ำหนักหัวสด 3.10 กิโลกรัม/ต้น ในขณะที่ปริมาณแป้งในหัวสดและความหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาข้อมูล พบว่า CMRE60-03-13 มีแนวโน้มปริมาณแป้งในหัวสดต่ำกว่า และมีความหวานสูงกว่า OMRE60-02-61 และ CMRE60-03-13 มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า OMRE60-02-61 (ตารางที่ 1) การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า CMRE60-03-13 มีค่าความแข็ง (Hardness) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 แต่เมื่อพิจารณาข้อมูล พบว่า CMRE60-03-13 มีแนวโน้มค่าความแข็ง (Hardness) ที่ต่ำกว่า OMRE60-02-61 (ตารางที่ 3) ดังนั้นที่อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน CMRE60-03-13 มีความเหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟรายมากที่สุด

**อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนหลังปลูก**

น้ำหนักหัวสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 7.33 กิโลกรัม/ต้น สูงกว่าห้านาทีและระยอง 2 ที่มีน้ำหนักหัวสด 4.58 และ 2.06 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ ในขณะที่ CMRE60-03-02 มีน้ำหนักหัวสด 3.68 กิโลกรัม/ต้น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 และ OMRE60-03-09 และห้านาที มีน้ำหนักหัวสด 4.48 4.03 และ 4.58 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ระยอง 2 มีปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุด 11.6 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกพันธุ์/สายพันธุ์ ในขณะที่ CMRE60-03-02 CMRE60-03-13 และ OMRE60-03-09 มีปริมาณแป้งในหัวสด 17.9 18.6 และ 18.8 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที ที่มีปริมาณแป้งในหัวสด 16.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ OMRE60-02-61 มีปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 23.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ความหวานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-02 และ CMRE60-03-13 มีแนวโน้มความหวานสูงสุด 5.6 และ 5.6 บริกซ์ ตามลำดับ ในขณะที่ห้านาทีและระยอง 2 มีความหวาน 5.1 และ 5.1 บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 108-175 พีพีเอ็ม ซึ่งระยอง 2 มีปริมาณไซยาไนด์ต่ำที่สุด 108 พีพีเอ็ม CMRE60-03-02 และ CMRE60-03-13 มีปริมาณไซยาไนด์ 125 พีพีเอ็ม OMRE60-02-61 มีปริมาณไซยาไนด์ 150 พีพีเอ็ม ในขณะที่ OMRE60-03-09 และห้านาที มีปริมาณไซยาไนด์สูงสุด 175 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 1)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2)

สีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 มีแนวโน้มได้คะแนนทดสอบสูงสุด รองลงมา ได้แก่ OMRE60-03-09 CMRE60-03-02 และ OMRE60-02-61

รสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 และห้านาที ในขณะที่ CMRE60-03-02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 OMRE60-03-09 ห้านาที และระยอง 2

เนื้อสัมผัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย CMRE60-03-13 ไม่แตกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาที ในขณะที่ CMRE60-03-02 ไม่แตกแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ OMRE60-02-61 OMRE60-03-09 และระยอง 2

ความยอมรับโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบสูงสุด สูงกว่าห้านาทีและระยอง 2 สายพันธุ์ CMRE60-03-02 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสายพันธุ์ OMRE60-02-61 OMRE60-03-09 และห้านาที ในขณะที่ระยอง 2 ได้คะแนนความยอมรับโดยรวมต่ำสุด

การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็ง (Hardness) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 319.79-532.46กรัม โดยสายพันธุ์ OMRE60-02-61 มีค่าความแข็ง (Hardness) 371.40 กรัม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับห้านาทีและระยอง 2 ที่มีค่าความแข็ง 319.79 และ 420.23 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ CMRE60-03-02 มีค่าความแข็ง (Hardness) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ CMRE60-03-13 OMRE60-03-09 และระยอง 2 โดยมีค่าความแข็ง 491.08 532.46 553.54 และ 420.23 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบสูงสุดในทุกด้าน รองลงมา ได้แก่ OMRE60-02-61 (ตารางที่ 2) น้ำหนักหัวสด พบว่า CMRE60-03-13 มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 7.33 กิโลกรัม/ต้น ซึ่งสูงกว่า OMRE60-02-61 ที่มีน้ำหนักหัวสด 4.48 กิโลกรัม/ต้น และ CMRE60-03-13 มีปริมาณแป้งในหัวสดต่ำกว่า OMRE60-02-61 ในขณะที่ความหวานและปริมาณไซยาไนด์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาข้อมูล พบว่า CMRE60-03-13 มีแนวโน้มความหวานสูงกว่าและมีปริมาณไซยาไนด์ต่ำกว่า OMRE60-02-61 (ตารางที่ 1) การทดสอบคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า CMRE60-03-13 มีค่าความแข็งสูงกว่า OMRE60-02-61 (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาข้อมูลในด้านต่างๆ ประกอบกัน พบว่า CMRE60-03-13 มีค่าความแข็งที่ทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสสูงกว่า OMRE60-02-61 ซึ่งเป็นการทดสอบที่เลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์เท่านั้น ไม่สามารถทดสอบทางด้านรสชาติได้ แต่มีน้ำหนักหัวสดสูงกว่า มีปริมาณแป้งในหัวสดต่ำกว่าและมีแนวโน้มความหวานสูงกว่า ด้วยความหวานที่สูงกว่านี้จึงส่งผลให้ CMRE60-03-13 ได้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดและสูงกว่า OMRE60-02-61 ดังนั้นที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน CMRE60-03-13 มีความเหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟรายมากที่สุด

## สรุปผลการทดลอง

มันสำปะหลังบริโภคสายพันธุ์ก้าวหน้า CMRE60-03-13 เหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟรายที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 เดือน โดยได้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 และ 12 เดือน มีน้ำหนักหัวสดสูงสุดทุกอายุเก็บเกี่ยว โดยที่อายุเก็บเกี่ยว 8 และ 10 เดือน มีน้ำหนักหัวสด 2.53 และ 5.84 กิโลกรัม/ต้น ตามลำดับ และที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน มีน้ำหนักหัวสดสูงสุด 7.33 กิโลกรัม/ต้น สูงกว่าพันธุ์ห้านาทีร้อยละ 60 และสูงกว่าน้ำหนักหัวสดที่อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือนร้อยละ 189 อีกทั้งยังมีปริมาณแป้งในหัวสด ความหวาน ปริมาณไซยาไนด์ และค่าความแข็ง (Hardness) โดยรวมอยู่ในระดับใกล้เคียงกับห้านาที

สายพันธุ์ CMRE60-03-13 เหมาะสมสำหรับการแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟราย โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุ 8-12 เดือน เนื่องจากสายพันธุ์มีศักยภาพในการให้น้ำหนักหัวสดสูงสุดในทุกอายุเก็บเกี่ยว และเมื่อนำไปแปรรูปเป็นเฟรนซ์ฟรายอายุเก็บเกี่ยวไม่ส่งผลต่อคุณภาพการบริโภค อย่างไรก็ตาม การเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนจะส่งผลให้ได้น้ำหนักหัวสดสูงสุด

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิจัยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกกว.) ประจำปี 2565-2567 และศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การอนุเคราะห์ด้านสถานที่และวัสดุอุปกรณ์

## เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2566. ภูมิอากาศจังหวัดปทุมธานี. (http://climate.tmd.go.th/data/province) วันที่สืบค้นข้อมูล 11 มิถุนายน 2567.

ชมพูนุท สีห์โสภณ. 2546. โปรมแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. รายงานผลการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ของโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2546.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นงนุช สังข์อยุทธ์ ชนากานต์ นาคเวช สวามินี ไชยสวัสดิ์ กนกพร ไตรวิทยากร รุ่งทิวา วงศกรทรัพย์. 2564. การวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลังแผ่นด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปีโดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบสีม่วงไดแอนไอออนของโอไนโตรฟีนิลไฮดรอกซีลามีน. ว. วิทย์. กษ. 52(1)(พิเศษ): 325-328

ปิ่น จันจุฬา. 2565. นวัตกรรมการลดไซยาไนด์ในมันสำปะหลังต่อการนำใช้ประโยชน์ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่ 9. 2 : 39-50.

สถาบันอาหาร. ม.ม.ป. อะคริลาไมด (Acrylamide). (https://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/damage/pdf/acrylamide_2.pdf) วันที่สืบค้นข้อมูล 16 กรกฎาคม 2567.

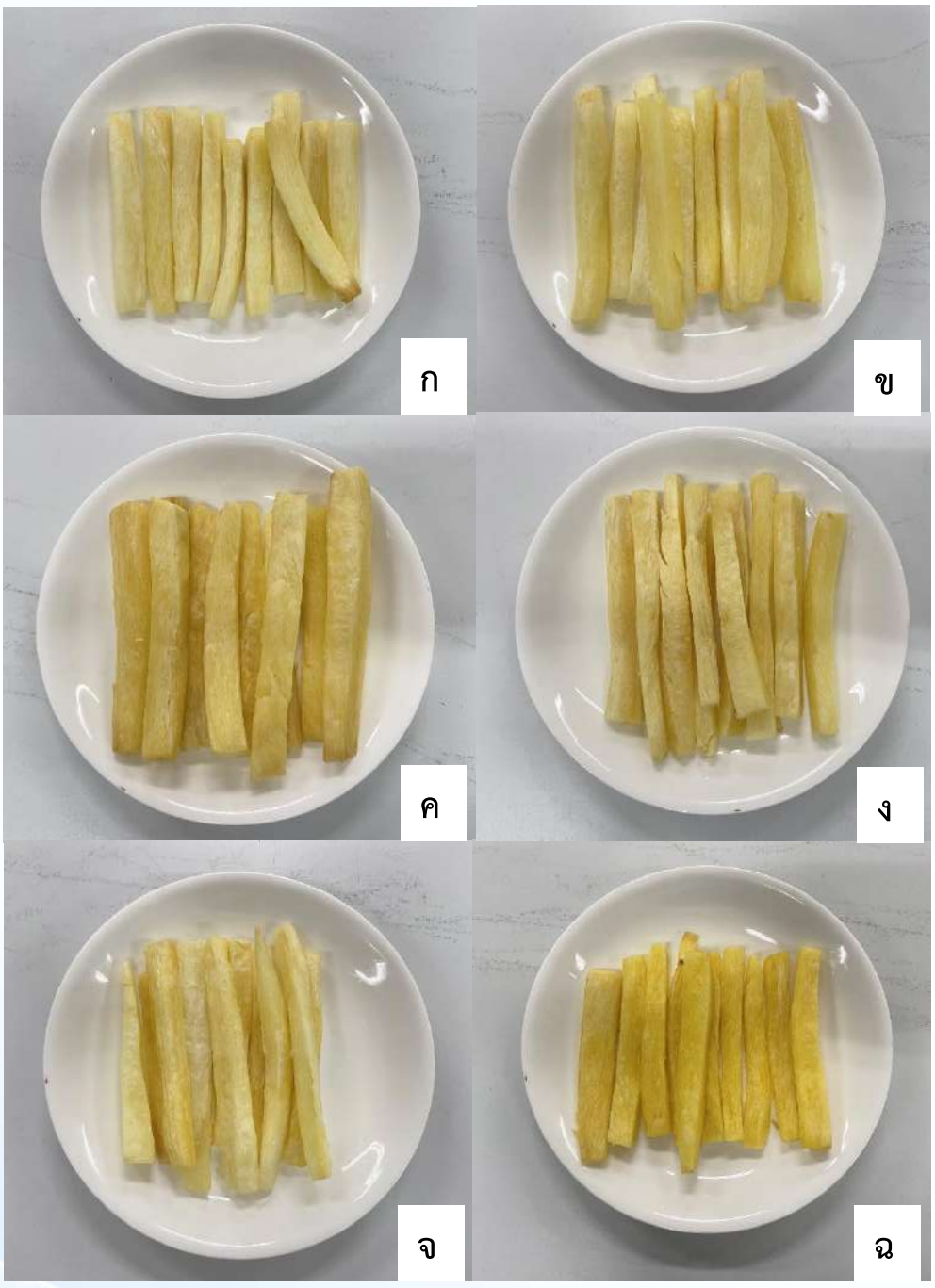
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขตที่1. ม.ป.ป. แผนที่ดินไทยและธาตุอาหารพืช.
(http://r01.ldd.go.th/dinthai)
วันที่สืบค้นข้อมูล 11 มิถุนายน 2567.

Bekhit A. El-Din A. Shavandi A., Jodjaja T., Birch J., Teh S., Mohamed Ahmed I. A., Al-Juhaimi F. Y., Saeedi P. and Bekhit A. A. 2018. Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 13: 129-152.

Vetter, J. 1999. Plant cyanogenic glycosides. J. Toxicon. 38:11-36.

Williams, H. J. and Edwards, T. G. 1980. Estimation of cyanide with alkaline picrate. J. Sci. Food Agri. 31: 15-22.

**ภาคผนวก**




**ภาพที่ 1** เฟรนซ์ฟรายมันสำปะหลังที่อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน ก CMRE60-03-02 ข CMRE60-03-13 ค OMRE60-02-61 ง OMRE60-03-09 จ ห้านาที และ ฉ ระยอง 2

**ตารางที่ 1** น้ำหนักหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด ความหวาน และปริมาณไซยาไนด์ ลูกผสมปี 2560 และพันธุ์เปรียบเทียบ ที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 เดือน จังหวัดปทุมธานี ปี2565/2566

| พันธุ์/สายพันธุ์ | น้ำหนักหัวสด (กิโลกรัม/ต้น) | ปริมาณแป้งในหัวสด (เปอร์เซ็นต์) | ความหวาน (บริกซ์) | ปริมาณไซยาไนด์ (พีพีเอ็ม) |
|---|---|---|---|---|
| **8 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 2.33 ab | 22.2 a | 5.64 a | 225 bc |
| CMRE60-03-13 | 2.53 a | 23.0 a | 5.50 a | 250 c |
| OMRE60-02-61 | 1.14 cd | 28.5 b | 5.43 a | 375 d |
| OMRE60-03-09 | 1.65 bc | 29.1 b | 5.55 a | 88 a |
| ห้านาที | 2.09 ab | 20.6 a | 4.60 b | 175 bc |
| ระยอง 2 | 0.57 d | 22.2 a | 4.40 b | 150 ab |
| ค่าเฉลี่ย | 1.72 | 24.3 | 5.19 | 210 |
| CV (%) | 25.8 | 14.3 | 7.9 | 25.5 |
| **10 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 2.05 d | 21.3 c | 6.12 | 113 a |
| CMRE60-03-13 | 5.84 a | 20.0 bc | 5.88 | 100 a |
| OMRE60-02-61 | 3.10 c | 21.2 c | 5.73 | 250 b |
| OMRE60-03-09 | 2.63 c | 25.9 d | 5.70 | 100 a |
| ห้านาที | 4.78 b | 18.6 b | 5.10 | 250 b |
| ระยอง 2 | 0.92 e | 14.8 a | 5.00 | 50 a |
| ค่าเฉลี่ย | 9.73 | 20.3 | 5.6 | 144 |
| CV (%) | 10.5 | 7.0 | 9.8 | 27.7 |
| **12 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.68 b | 17.9 b | 5.6 | 125 |
| CMRE60-03-13 | 7.33 a | 18.6 b | 5.6 | 125 |
| OMRE60-02-61 | 4.48 b | 23.4 c | 5.3 | 150 |
| OMRE60-03-09 | 4.03 b | 18.8 b | 5.2 | 175 |
| ห้านาที | 4.58 b | 16.5 b | 5.1 | 175 |
| ระยอง 2 | 2.06 c | 11.6 a | 5.1 | 108 |
| ค่าเฉลี่ย | 4.36 | 17.8 | 5.32 | 143 |
| C.V (%) | 15.2 | 9.1 | 9.2 | 36.6 |

หมายเหตุ ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเฮโดนิก (hedonic score) เฟรนช์ฟรายมันสำปะหลัง ที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 เดือน จังหวัดปทุมธานี ปี2565/2566

| พันธุ์/สายพันธุ์ | สี | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | ความชอบโดยรวม |
|---|---|---|---|---|
| **8 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.00 b | 2.76 b | 2.84 c | 2.88 d |
| CMRE60-03-13 | 3.52 a | 3.48 a | 3.52 a | 3.72 a |
| OMRE60-02-61 | 3.24 ab | 3.08 ab | 3.04 bc | 3.28 bc |
| OMRE60-03-09 | 2.96 b | 2.84 b | 2.68 c | 3.08 bcd |
| ห้านาที | 3.32 ab | 3.16 ab | 3.24 ab | 3.36 b |
| ระยอง 2 | 3.64 a | 2.96 b | 2.84 c | 2.96 cd |
| ค่าเฉลี่ย | 3.28 | 3.05 | 3.03 | 3.21 |
| C.V (%) | 23.1 | 23.3 | 21.5 | 19.6 |
| **10 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 2.76 d | 2.56 c | 2.68 bc | 2.68 c |
| CMRE60-03-13 | 2.96 bcd | 3.04 ab | 2.96 b | 3.08 b |
| OMRE60-02-61 | 3.64 a | 3.40 a | 3.56 a | 3.52 a |
| OMRE60-03-09 | 2.80 cd | 2.68 bc | 2.88 b | 2.76 c |
| ห้านาที | 3.24 b | 3.36 a | 3.44 a | 3.36 ab |
| ระยอง 2 | 3.16 bc | 2.72 bc | 2.36 c | 2.68 c |
| ค่าเฉลี่ย | 3.09 | 2.96 | 2.98 | 3.01 |
| C.V (%) | 19.9 | 23.1 | 20.2 | 17.9 |
| **12 เดือน** | | | | |
| CMRE60-03-02 | 3.08 | 2.88 bcd | 2.64 c | 2.96 b |
| CMRE60-03-13 | 3.56 | 3.48 a | 3.44 a | 3.84 a |
| OMRE60-02-61 | 3.08 | 3.08 abc | 2.92 bc | 3.08 b |
| OMRE60-03-09 | 3.24 | 2.64 cd | 2.76 c | 2.92 b |
| ห้านาที | 3.12 | 3.32 ab | 3.24 ab | 3.28 b |
| ระยอง 2 | 2.84 | 2.60 d | 2.44 c | 2.52 c |
| ค่าเฉลี่ย | 3.15 | 3.00 | 2.91 | 3.10 |
| C.V (%) | 27.2 | 26.2 | 27.6 | 23.0 |

หมายเหตุ ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 3** ค่าความแข็ง (Hardness) ของเฟรนช์ฟรายมันสำปะหลัง ลูกผสมปี 2560 และพันธุ์เปรียบเทียบ ที่อายุเก็บเกี่ยว 8 10 และ 12 เดือน จังหวัดปทุมธานี ปี2565/2566

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ค่าความแข็ง (กรัม) | | | ค่าเฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|
| | 8 เดือน | 10 เดือน | 12 เดือน | |
| CMRE60-03-02 | 432.41 | 356.77 d | 491.08 bc | 426.75 |
| CMRE60-03-13 | 249.41 | 229.95 a | 532.46 bc | 337.27 |
| OMRE60-02-61 | 293.28 | 277.35 abc | 371.40 a | 314.01 |
| OMRE60-03-09 | 327.27 | 283.01 bc | 553.54 c | 387.94 |
| ห้านาที | 308.56 | 260.55 ab | 319.79 a | 296.30 |
| ระยอง 2 | 325.95 | 317.39 cd | 420.23 ab | 354.52 |
| ค่าเฉลี่ย | 322.81 | 287.50 | 448.08 | - |
| C.V (%) | 26.8 | 11.1 | 16.5 | - |

หมายเหตุ ตัวเลขในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

# การคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นและผลผลิตสูง ด้วยดัชนีการคัดเลือกของสมิธ

# Selection of Maize Hybrids for Early Maturity and High Yield Using Smith's Selection Index

ปริญญา การสมเจตน์[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[1/] ชัยวัฒน์ นันทโชติ[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[2/]

Parinya Kansomjet[1/] Suriphat Thaitad[1/] Chaiyawat Nantachot[2/] Thadsanee Budthong[2/]

## ABSTRACT

The objective of this study was to select the maize hybrids for early maturity, high yield and good agronomic characteristics using Smith's selection index. The experiment consists of 26 hybrid maize with DK7212C CP389 and NS5. These were used to check varieties and was arranged in RCB with 3 replications at Nakhon Sawan Field Crops Research Center during the dry season (December 2023 -March 2024). The result showed grain yield of field corn hybrids between 1,244-1,903 kg/rai and an average of 1,589 kg/rai. Nine traits namely grain yield, shelling percentage, days to tassel, days to silk, grain moisture content, root lodging percentage, stalk lodging percentage, plant aspect and ear aspect were recorded. Moreover, their economics weight was 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1 and -1 respectively for estimating Smith's selection index. Based on these results, a selection of six hybrid was made having grain yield between 1,461-1,903 kg/rai, shelling percentage between 79.7-81.9, days to tassel and days to silk between 53-56 days, grain moisture content between 29.1-35.8, the little of root lodging and stalk lodging percentage, plant aspect score between 2.2-3 and ear aspect score between 1.5-2.8. These selected hybrids had high yield potential and good agronomic characteristics. As a result, they are able to proceed to the next step of the yield trial.

**Keywords:** Smith's Selection Index, early maturity, high yield, maize hybrid

[1/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900

[1/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok 10900

[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

[2/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan, 60190

**บทคัดย่อ**

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี โดยใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith's Selection Index) วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 26 พันธุ์ ใช้พันธุ์การค้า DK7212C CP389 และ พันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ดำเนินการในฤดูแล้ง ระหว่างเดือน ธันวาคม 2566 ถึงเดือน มีนาคม 2567 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตระหว่าง 1,244-1,903 กก./ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยการทดลอง 1,589 กก./ไร่ ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธโดยใช้ข้อมูล 9 ลักษณะ ได้แก่ ผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ อายุวันออกดอกตัวผู้ อายุวันออกไหม เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ลักษณะทรงต้น ลักษณะฝัก และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว กำหนดน้ำหนักทางเศรษฐกิจเท่ากับ 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, และ -1 ตามลำดับ สามารถคัดเลือกได้ 6 พันธุ์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,641-1,903 กก./ไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 79.7-81.9 เปอร์เซ็นต์ อายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 53-56 วัน อายุวันออกไหมระหว่าง 53-56 วัน ความชื้นขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 29.1-35.8 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ต้นหัก-ล้ม ต่ำ มีคะแนนลักษณะทรงต้นระหว่าง 2.2-3 คะแนน และคะแนนลักษณะฝักระหว่าง 1.5-2.8 คะแนน จัดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง อายุสั้น และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ซึ่งพันธุ์เหล่านี้สามารถนำไปประเมินผลผลิตของพันธุ์ในขั้นตอนการประเมินผลและทดสอบพันธุ์ต่อไป

**คำหลัก:** ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ อายุสั้น ผลผลิตสูง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

**คำนำ**

พื้นที่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่เขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง คิดเป็นร้อยละ 68 18 และ 14 ตามลำดับ จังหวัดที่มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวมากที่สุด 7 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ นครราชสีมา ตาก น่าน ลพบุรี เลย และนครสวรรค์ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก และมักประสบปัญหาภัยแล้ง หรือฝนทิ้งช่วงในช่วงฤดูปลูกอยู่เสมอ ดังนั้นการใช้พันธุ์ที่ทนแล้งสามารถลดความเสียหายของผลผลิตได้ นอกจากนี้การใช้พันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่า 100 วัน สามารถหลีกหนีสภาวะฝนทิ้งช่วงในฤดูปลูก และลดความเสียหายของผลผลิตได้เช่นกัน ยิ่งไปกว่านั้นแล้วการใช้พันธุ์อายุเก็บเกี่ยวสั้นยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการผลิตพืชได้

การจำแนกชนิดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามอายุการเก็บเกี่ยว ในเขตอากาศร้อน โดยเฉพาะ Tropical lowland maize จะมีอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดแก่ที่แตกต่างกันทางพันธุกรรม ดังนี้ 1) Extremely early variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดอายุสั้นมาก ที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้เมื่ออายุ 80-90 วัน 2) Early variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดอายุสั้น ที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้เมื่ออายุ 90-100 วัน 3) Intermediate variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดอายุปานกลาง ที่สามารถเก็บเกี่ยว

ผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุ 100-110 วัน และ 4) Late variety เป็นพันธุ์ข้าวโพดอายุยาว หรือพันธุ์หนักที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดได้ เมื่ออายุมากกว่า 110-130 วัน (ราเชนทร์, 2566)

กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างต่อเนื่อง ภายใต้โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนแล้ง (สุริพัฒน์ และคณะ, 2558) ในปี 2562 ที่ผ่านมา กรมวิชาการเกษตรได้รับรองพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และทนแล้ง ขณะเดียวกันในแต่ละปีได้สร้างพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงอายุเก็บเกี่ยวสั้นอีกหลายพันธุ์ ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวสั้นนั้น นอกจากจะพิจารณาจากผลผลิต (grain yield) แล้ว ต้องพิจารณาลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ด้วย เช่น เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (shelling percentage) อายุวันออกดอกตัวผู้ (days to tasseling) อายุวันออกไหม (days to silking) เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม (root lodging percentage) เปอร์เซ็นต์ต้นหัก (stalk lodging percentage) ลักษณะทรงต้น (plant aspect) ลักษณะฝัก (ear aspect) และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (grain moisture content) เป็นเกณฑ์ร่วมในการคัดเลือก ทำให้การคัดเลือกพันธุ์ที่ดีจะต้องพิจารณาหลายค่า (multiple value) เพื่อให้สามารถคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะ มาอยู่ในรูปของค่าเดียว (single value) จึงได้มีการประยุกต์ใช้ดัชนีการคัดเลือก (selection index) ซึ่งได้ถูกเสนอโดย Smith (1936) เนื่องจากสามารถคัดเลือกหลาย ๆ ลักษณะพร้อมกัน ค่าดัชนีการคัดเลือกเป็นผลคูณของเวคเตอร์ของค่าฟีโนไทป์ (phenotypic value) กับเวคเตอร์ค่าสัมประสิทธ์ของดัชนีการคัดเลือก สามารถคำนวณค่าปรับปรุงพันธุ์ (breeding value) (Hazel, 1943) และค่าตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ (selection response) (Kempthorne and Nordskog, 1959) ได้ การคัดเลือกพิจารณาจากน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจ (economic weight) โดยน้ำหนักเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับค่า genotypic correlation of variance (gcv) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะที่นำมาคัดเลือก

โรจนพงศ์ และคณะ (2561) ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) เพื่อคัดเลือกลูกผสมเดี่ยวที่มีผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ดี จากการผสมพันธุ์ข้ามกลุ่มเฮทเทอโรซีส (heterotic group) โดยใช้ลักษณะทางการเกษตร 7 ลักษณะ ประกอบด้วย ผลผลิตเมล็ด ความสูงต้น ความสูงฝัก การติดเมล็ดถึงปลายฝัก ลักษณะรูปทรงฝัก ลักษณะทรงต้น และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก โดยต้องการให้พันธุ์ลูกผสมมีผลผลิตสูง ความสูงต้นและความสูงฝักต่ำ ติดเมล็ดเต็มฝัก ลักษณะรูปทรงฝักและลักษณะทรงต้นที่ดี และมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง จึงกำหนดน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจของทั้ง 7 ลักษณะ เท่ากับ 1, -1, -1, -1, -1, -1 และ 1 ตามลำดับ สามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 21 คู่ผสม ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,687-2,110 กก./ไร่ และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีตามต้องการ เช่นเดียวกับชัยวัฒน์ และคณะ (2565) ที่คัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดที่มีผลผลิตสูงและมีลักษณะทนทานแล้งดี โดยใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ ช่วยในการคัดเลือก ใช้ลักษณะทางการเกษตร 6 ลักษณะ ประกอบด้วย ผลผลิตเมล็ด คะแนนการแก่ของใบ คะแนนการม้วนของใบ ความแตกต่างระหว่างวันออกดอกตัวผู้และวันออกไหม จำนวนฝักต่อต้น และ

ดัชนีทนแล้ง เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก โดยต้องการให้สายพันธุ์อินเบรดมีผลผลิตสูง ใบแก่และใบม้วนน้อย ความแตกต่างระหว่างวันออกดอกตัวผู้และวันออกไหมน้อย จำนวนฝักต่อต้นสูงขึ้น และมีดัชนีทนแล้งสูง จึงกำหนดน้ำหนักเชิงเศรษฐกิจของทั้ง 6 ลักษณะ เท่ากับ 1, -1, -1, -1, 1 และ 1 ตามลำดับ สามารถคัดเลือกได้ทั้งหมด 20 สายพันธุ์ ผลผลิตเฉลี่ยของสายพันธุ์ที่คัดเลือก 487 กก./ไร่ และมีดัชนีทนแล้งเฉลี่ย 1.04 เห็นได้ว่าการคัดเลือกพันธุ์ที่ดี ซึ่งมีข้อมูลที่มีหลายลักษณะในการประกอบการพิจารณา สามารถใช้ดัชนีการคัดเลือก เพื่อคัดเลือกลักษณะที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นงานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี เพื่อใช้สำหรับประเมินผลผลิตในขั้นตอนต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุสั้น รวมพันธุ์ตรวจสอบจำนวน 26 พันธุ์ โดยใช้พันธุ์ DK7212C CP389 และ พันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ

2) ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0

3) สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น อะทราซีน อะลาคลอร์ และสไปนีโทแรม

### วิธีการ

การผสมพันธุ์

ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 7 ($S_7$) ที่พัฒนาโดยศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร จำนวน 18 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 1 กับสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7 โดยปลูกสายพันธุ์ละ 1 แถว แถวยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม จะได้ 26 ต้น/แถว ผสมระหว่างสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 7 ($S_7$) และสายพันธุ์แท้ตากฟ้า 7 ได้จำนวน 18 พันธุ์ ในฤดูฝน ปี 2566 ระหว่างเดือนพฤษภาคม – กันยายน 2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

การทดสอบผลผลิตลูกผสม

การปลูกทดสอบดำเนินการปลูกประเมินผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม จำนวน 18 พันธุ์ ทดสอบร่วมกับพันธุ์ลูกผสมดีเด่น 4 พันธุ์ และพันธุ์การค้าจำนวน 4 พันธุ์ ใช้พันธุ์ DK7212C CP389 และ พันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 เป็นพันธุ์ตรวจสอบ ดำเนินการที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ระหว่างเดือนธันวาคม 2566 – มีนาคม 2567 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 26 พันธุ์ จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกสายพันธุ์ละ 2 แถว ยาว 5 เมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ หลังปลูกพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชอะทราซีน อัตรา 200 กรัม ร่วมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ ขณะดินมีความชื้น จากนั้นเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 30 กก./ไร่ และเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 โดยใช้ปุ๋ย 46-0-0 หยอดข้างต้น อัตรา 10 กก./ไร่ พ่นสารสไปนีโทแรม เพื่อป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด ตามคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

กรมวิชาการเกษตร (2565) การปฏิบัติอื่น ๆ จัดการตามความเหมาะสม เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 100 วัน โดยเก็บทั้งสองแถวยกเว้นต้นที่อยู่หัวและท้ายแถว รวมพื้นที่เก็บเกี่ยว 7.20 ตารางเมตร/แปลงย่อย

**การบันทึกข้อมูล**

บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ผลผลิตเมล็ด (grain yield) อายุวันออกดอกตัวผู้ วันออกไหม (days to tasseling and days to silking) เปอร์เซ็นต์ต้นหัก-ล้ม (root and stalk lodging percentage) ลักษณะทรงต้น (plant aspect) ลักษณะฝัก (ear aspect) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (shelling percentage) และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (grain moisture content)

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะที่ศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ดี ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) โดยใช้ลักษณะทางการเกษตร 9 ลักษณะ ประกอบด้วยผลผลิต (grain yield) เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (shelling percentage) อายุวันออกดอกตัวผู้ (days to tasseling) อายุวันออกไหม (days to silking) ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (grain moisture content) เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม (root lodging percentage) เปอร์เซ็นต์ต้นหัก (stalk lodging percentage) ลักษณะทรงต้น (plant aspect) และลักษณะฝัก (ear aspect) เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก โดยต้องการให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์กะเทาะดี มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น พิจารณาจากอายุวันออกดอกตัวผู้และวันออกไหม และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวที่น้อย นอกจากนี้ยังพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญอื่น ๆ เช่น เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ที่น้อย ลักษณะทรงต้น และลักษณะฝักที่ดี ซึ่งหมายถึงคะแนนน้อย (1 ดีมาก -5 ไม่ดี) ดังนั้นจึงกำหนดให้น้ำหนักทางเศรษฐกิจ (economic weight) ของทั้ง 9 ลักษณะ เท่ากับ 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, และ -1 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RlndSel: selection indices with R. (Alvarado *et al*., 2018) โดยแสดงค่าของลักษณะต่าง ๆ ของสายพันธุ์ที่คัดเลือก ค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์ที่คัดเลือก (mean of selected individuals) ค่าเฉลี่ยของทุกสายพันธุ์ที่ทำการทดลอง (mean of all individuals) ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (selection differential) และค่า expected genetic gain for 20%

**ระยะเวลาดำเนินการ** พฤษภาคม 2566 - เมษายน 2567

**สถานที่ดำเนินการ** ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**ผลผลิต**

ผลการประเมินผลผลิตของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ดังตารางที่ 2 พบว่า ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมให้ผลผลิตเฉลี่ยระหว่าง 1,244-1,903 กก./ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยการทดลอง 1,589 กก./ไร่ มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ Line 12 x TF7, Line 9 x TF7, พันธุ์ดีเด่น NSX201007, Line 1 x TF7 และ Line 4 x TF7 ให้ผลผลิต 1,759 1,744 1,703 1,689 และ 1,684 กก./ไร่ ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบการค้า DK7212C ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,903 กก./ไร่ และมีพันธุ์จำนวน 24 พันธุ์ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ตรวจสอบกวก.นครสวรรค์ 5 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,675 กก./ไร่ ยกเว้นพันธุ์การค้า DK7212C ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 ขณะที่พันธุ์ Line 13 x TF7, Line 11 x TF7, Line 17 x TF7 และพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 3 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,474 1,445 1,371 และ 1,244 กก./ไร่ ตามลำดับ น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5

**ลักษณะทางการเกษตร**

ผลการประเมินลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ดังตารางที่ 2 พบว่า อายุวันออกดอกตัวผู้ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 53-59 วัน เฉลี่ย 55 วัน มี 8 พันธุ์ที่มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (56 วัน) ได้แก่ และพันธุ์นครรสวรรค์ 3 มีอายุวันออกดอกตัวผู้ 59 วัน มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 ขณะเดียวกันมี 13 พันธุ์ ที่มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า CP389 (57 วัน) และไม่มีพันธุ์ใด ๆ ที่มีอายุวันออกดอกตัวผู้น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า DK7212C (55 วัน)

อายุวันออกไหมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีอายุวันออกไหมระหว่าง 53-59 วัน เฉลี่ย 55 วัน มี 8 พันธุ์ที่มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (56 วัน) และพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 3 มีอายุวันออกไหม 59 วัน มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 ขณะเดียวกันมี 13 พันธุ์ที่มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า CP389 (57 วัน) และไม่มีพันธุ์ใด ๆ ที่มีอายุวันออกไหมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า DK7212C (55 วัน)

เปอร์เซ็นต์ต้นล้มของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์ต้นล้มระหว่าง 0.0-1.6 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.4 เปอร์เซ็นต์ ขณะเดียวกันเปอร์เซ็นต์ต้นหักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์ต้นหักระหว่าง 0.0-4.7 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.4 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์กะเทาะของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 76.0-82.4 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 79.2 เปอร์เซ็นต์ มี 6 พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (78.2 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ พันธุ์ NSX151008, Line 2 x TF7, Line 4 x TF7, NSX201007, Line 5 x TF7 และ Line 16 x TF7 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 82.4 81.9 81.4 81.2 81.1 และ 80.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะเดียวกัน มี 10 พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า CP389 (77.60 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ พันธุ์ NSX151008, Line 2 x TF7, Line 4 x TF7, NSX201007, Line 5 x TF7, Line 16 x TF7, Line 3 x TF7, Line 14 x TF7, Line 12 x TF7 และ Line 6 x TF7 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะ 82.4 81.9 81.4 81.2 81.1 80.8 80.6 80.5 80.4 และ 80.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่มีพันธุ์ใด ๆ ที่มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า DK7212C (80.07 เปอร์เซ็นต์)

ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 26.3-36.4 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 31.5 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ทดสอบส่วนใหญ่มีความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์การค้าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ โดยมี 17 พันธุ์ที่มีความชื้นขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (34.1 เปอร์เซ็นต์) มี 21 พันธุ์ที่มีความชื้นขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า DK7212C (35.8 เปอร์เซ็นต์) และมี 23 พันธุ์ที่มีความชื้นขณะเก็บเกี่ยวน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์การค้า CP389 (36.4 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสุริพัฒน์ และคณะ (2566) รายงานว่า การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 100 วัน แล้วความชื้นยังคงต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่ต้องการเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็ว และสามารถลดความเสี่ยงต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ด จากการที่ข้าวโพดมีความชื้นเมล็ดสูงได้

คะแนนลักษณะทรงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีคะแนนลักษณะทรงต้นระหว่าง 2.0-3.0 คะแนน เฉลี่ย 2.7 คะแนน มี 2 พันธุ์ที่มีคะแนนลักษณะทรงต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (2.7 คะแนน) ได้แก่ พันธุ์การค้า CP389 และ DK7212C ที่มีคะแนนทรงต้น 2.0 และ 2.2 คะเนนตามลำดับ ขณะเดียวกัน คะแนนลักษณะฝักของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมมีคะแนนลักษณะฝักระหว่าง 1.5-3.5 คะแนน เฉลี่ย 2.6 คะแนน มี 1 พันธุ์ที่มีคะแนนลักษณะฝักน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 (2.5 คะแนน) ได้แก่ พันธุ์การค้า DK7212C ที่มีคะแนนทรงต้น 1.5 คะเนน ขณะที่คะแนนลักษณะฝักของพันธุ์อื่น ๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5 ยกเว้น พันธุ์ Line 13 x TF7 ที่มีคะแนนลักษณะทรงฝัก 3.5 คะแนน มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์กวก.นครสวรรค์ 5

**การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมโดยใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index)**

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ดี ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) พิจารณาจากลักษณะทางการเกษตร 9 ลักษณะ ประกอบด้วยผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ อายุวันออกดอกตัวผู้ อายุวันออกไหม ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ลักษณะทรงต้น และลักษณะฝัก เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ได้คัดเลือกไว้ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือ 6 พันธุ์ พันธุ์ที่ถูกคัดเลือกไว้แสดงดังตารางที่ 3 มีพันธุ์การค้าที่ถูกคัดเลือก 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ DK7212C ส่วนที่เหลือ คือ พันธุ์ทดสอบ 5 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ให้ผลผลิตระหว่าง 1,641-1903 กก./ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 1,734 กก./ไร่ โดยมีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก (selection differential) 145 กก./ไร่ และผลผลิตมี genetic gain 145 กก./ไร่ เพิ่มขึ้นตามต้องการ ขณะเดียวกันเปอร์เซ็นต์กะเทาะของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 79.7-81.9 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 80.8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 1.6 เปอร์เซ็นต์ และมี genetic gain 1.4 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นตามต้องการ ส่วนลักษณะอื่นที่ต้องการให้มีค่าลดลง ได้แก่ อายุวันออกดอกตัวผู้ อายุวันออกไหม ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ลักษณะทรงต้น และลักษณะฝัก มี genetic gain ลดลงตามต้องการ โดยที่อายุวันออกดอกตัวผู้ของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 53-56 วัน เฉลี่ย 54 วัน มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 1 วัน และมี genetic gain ลดลง 1 วัน อายุวันออกไหมของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 53-56 วัน เฉลี่ย 54 วัน มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 1 วัน และมี genetic gain ลดลง 1 วัน ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 29.1-35.8 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 31.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 0.3 เปอร์เซ็นต์ และมี genetic gain ลดลง 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ต้นล้มของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 0.0-1.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 0.4 เปอร์เซ็นต์ และมี genetic gain 0.1 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ต้นหักของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 0.4 เปอร์เซ็นต์ และมี genetic gain 0.1 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนลักษณะทรงต้นของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 2.2-3 คะแนน เฉลี่ย 2.7 คะแนน มีค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 0 คะแนน และมี genetic gain 0.1 คะแนน และมีคะแนนลักษณะฝักของพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ระหว่าง 1.5-2.8 คะแนน เฉลี่ย 2.3 คะแนน ค่าความแตกต่างของการคัดเลือก 0.4 คะแนน และมี genetic gain 0.3 คะแนน สอดคล้องกับ โรจนพงศ์ และคณะ (2561) ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) เพื่อคัดเลือกลูกผสมเดี่ยวที่มีผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ดี จากการผสมพันธุ์ข้ามกลุ่มเฮทเทอโรซีส (heterotic group) ซึ่งต้องการให้ผลผลิตมีค่า genetic gain เพิ่มขึ้นจากการคัดเลือก ส่วนลักษณะอื่น ๆ ที่ต้องการให้มีค่าลดลง มีค่า genetic gain ลดลงตามต้องการ ทั้งลักษณะความสูงต้น ความสูงฝัก คะแนนการติดเมล็ดเต็มฝัก คะแนนลักษณะต้น และคะแนนลักษณะฝัก (ตารางที่ 3)

## สรุปผลการทดลอง

การคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ดี ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) โดยใช้ลักษณะทางการเกษตร 9 ลักษณะ ประกอบด้วยผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ อายุวันออกดอกตัวผู้ อายุวันออกไหม ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม เปอร์เซ็นต์ต้นหัก ลักษณะทรงต้น และลักษณะฝัก เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก เมื่อน้ำหนักทางเศรษฐกิจ (economic weight) ของทั้ง 9 ลักษณะ เท่ากับ 1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, และ -1 ตามลำดับ สามารถคัดเลือกได้ 6 พันธุ์ โดยมีผลผลิตระหว่าง 1,641-1903 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,734 กก./ไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะระหว่าง 79.7-81.9 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 80.8 เปอร์เซ็นต์ อายุวันออกดอกตัวผู้ระหว่าง 53-56 วัน เฉลี่ย 54 วัน อายุวันออกไหมระหว่าง 53-56 วัน เฉลี่ย 54 วัน ความชื้นขณะเก็บเกี่ยวระหว่าง 29.1-35.8 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 31.2 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ต้นหัก-ล้ม ต่ำ มีคะแนนลักษณะทรงต้นระหว่าง 2.2-3 คะแนน และคะแนนลักษณะฝักระหว่าง 1.5-2.8 คะแนน จัดเป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง อายุสั้น และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ซึ่งพันธุ์เหล่านี้สามารถนำไปประเมินผลผลิตของพันธุ์ในขั้นตอนการประเมินผลและทดสอบพันธุ์ต่อไป


## คำขอบคุณ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี โดยได้รับความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และให้ความอนุเคราะห์แปลงทดลอง จากเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง


ชัยวัฒน์ นันทโชติ, ปริญญา กาญสมเจตน์, ทัศนีย์ บุตรทอง และ สุริพัฒน์ ไทยเทศ. 2565. การคัดเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์อินเบรดผลผลิตสูงและทนแล้งด้วยดัชนีการคัดเลือกของสมิธ. วารสารเกษตรและอาหาร มรวอ. 1(2): 42-50

ราเชนทร์ ถิรพร. 2566. ข้าวโพด : การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิเคราะห์ปัญหา และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 274 หน้า.

โรจนพงศ์ ไชยสิทธิ์ วิทิตร ใจอารีย์ และชูศักดิ์ จอมพุก. 2561. การคัดเลือกข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวจากการผสมพันธุ์ข้ามกลุ่มเฮทเทอโรติกด้วยดัชนีการคัดเลือกของสมิธ. *ใน* การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้มปี 2566. หน้า 27-36.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย ทัศนีย์ บุตรทอง จำนงค์ ชัญถาวร และอมรรัตน์ ภูโต. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวเพื่อผลผลิตสูงและทนทานแล้ง. หน้า 12-28. *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2558. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทนแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

สุริพัฒน์ ไทยเทศ ศิวิไล ลาภบรรจบ ทัศนีย์ บุตรทอง และปริญญา การสมเจตน์. 2566. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 5 อายุเก็บเกี่ยวสั้นและทนแล้ง. วารสารแก่นเกษตร, 51(2), 375-386.

Alvarado, G., A. Pacheco, S. Pérez-Elizalde, J. Burgueño and F. M. Rodríguez. 2018. RIndSel: selection indices with R. In Linear selection indices in modern plant breeding. Springer. Cham. pp. 243-256.

Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28: 476–490.

Kempthorne, O. and A.W. Nordskog. 1959. Restricted selection indices. Biometrics 15: 10–19.

Smith, H.F. 1936. A discriminant function for plant selection. Ann. Eugen. 7: 240–250.

**ตารางที่ 1** สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 7 ($S_7$) จำนวน 18 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง

| ลำดับที่ | ประวัติสายพันธุ์ |
|---|---|
| 1 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-1-2-B-B-B-B |
| 2 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-2-1-B-B-B-B |
| 3 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-2-2-1-B-B-B |
| 4 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-2-4-B-B-B-B |
| 5 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-3-1-1-1-B-B |
| 6 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-3-2-B-1-B-B |
| 7 | [Nei 542004 x Nei 452009]-B-3-3-B-B-B-B |
| 8 | [Nei 542018 x Nei 452009]-B-2-1-1-B-B-B |
| 9 | [Nei 542018 x Nei 452009]-B-2-2-1-B-B-B |
| 10 | [Nei 542018 x Nei 452009]-B-3-1-B-B-B-B |
| 11 | [Nei 542020 x Nei 452009]-B-1-3-B-B-B-B |
| 12 | [Nei 542020 x Nei 452009]-B-2-2-1-1-B-B |
| 13 | [Nei 542020 x Nei 452009]-B-2-3-B-1-B-B |
| 14 | [Nei 542020 x Nei 452009]-B-3-2-B-B-B-B |
| 15 | [Nei 542020 x Nei 452009]-B-3-3-B-B-B-B |
| 16 | [(Nei 412019 x Nei 452008)-B-B-B-3-B-B-B x Nei 452009]-B-B-B-3-B-B-B |
| 17 | (Pop.147-F2#105-2-1-B-3-B-B-B-B-B-B-B x Nei 452009)-B-B-B-1-B-B-B |
| 18 | (Pop.147-F2#105-2-1-B-3-B-B-B-B-B-B-B x Nei 452009)-B-B-B-4-B-B-B |

**ตารางที่ 2** ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม

| พันธุ์/ลูกผสม | ผลผลิต | ร้อยละพันธุ์เปรียบเทียบ | | | อายุวันออกดอกตัวผู้ | อายุวันออกไหม | เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม | เปอร์เซ็นต์ต้นหัก | เปอร์เซ็นต์กะเทาะ | ความชื้นเก็บเกี่ยว | คะแนนทรงต้น | คะแนนทรงฝัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DK7212C | CP389 | NS5 | | | | | | | | |
| | กก./ไร่ | ร้อยละ | | | วัน | วัน | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | คะแนน | คะแนน |
| Line 1 x TF7 | 1,689 | 89 | 109 | 101 | 54 | 54 | 0.0 | 0.0 | 78.4 | 30.8 | 2.7 | 2.5 |
| Line 2 x TF7 | 1,671 | 88 | 108 | 100 | 54 | 54 | 0.0 | 0.0 | 81.9 | 29.1 | 2.7 | 2.5 |
| Line 3 x TF7 | 1,605 | 84 | 104 | 96 | 53 | 53 | 0.0 | 0.0 | 80.6 | 30.8 | 2.7 | 2.3 |
| Line 4 x TF7 | 1,684 | 89 | 109 | 101 | 54 | 55 | 1.5 | 0.0 | 81.4 | 31.1 | 3.0 | 2.3 |
| Line 5 x TF7 | 1,641 | 86 | 106 | 98 | 56 | 56 | 1.5 | 0.0 | 81.1 | 30.2 | 2.5 | 2.8 |
| Line 6 x TF7 | 1,606 | 84 | 104 | 96 | 56 | 56 | 0.0 | 0.0 | 80.4 | 28.9 | 2.7 | 2.5 |
| Line 7 x TF7 | 1,535 | 81 | 99 | 92 | 56 | 56 | 1.6 | 4.7 | 78.8 | 30.7 | 2.8 | 2.7 |
| Line 8 x TF7 | 1,524 | 80 | 98 | 91 | 55 | 55 | 0.0 | 0.0 | 76.0 | 33.5 | 2.8 | 3.2 |
| Line 9 x TF7 | 1,744 | 92 | 113 | 104 | 55 | 53 | 0.0 | 0.0 | 79.7 | 31.4 | 2.8 | 2.3 |
| Line 10 x TF7 | 1,614 | 85 | 104 | 96 | 56 | 56 | 0.0 | 0.0 | 77.9 | 34.0 | 2.8 | 2.7 |
| Line 11 x TF7 | 1,445 | 76 | 93 | 86 | 56 | 57 | 0.0 | 1.5 | 77.4 | 32.9 | 2.7 | 2.7 |
| Line 12 x TF7 | 1,759 | 92 | 114 | 105 | 53 | 54 | 1.5 | 0.0 | 80.4 | 29.9 | 3.0 | 2.2 |
| Line 13 x TF7 | 1,474 | 77 | 95 | 88 | 56 | 56 | 1.6 | 1.6 | 79.4 | 31.0 | 2.8 | 3.5 |
| Line 14 x TF7 | 1,590 | 84 | 103 | 95 | 54 | 54 | 0.0 | 0.0 | 80.5 | 33.1 | 2.7 | 3.2 |
| Line 15 x TF7 | 1,480 | 78 | 96 | 88 | 55 | 55 | 0.0 | 0.0 | 76.9 | 32.4 | 2.8 | 3.3 |
| Line 16 x TF7 | 1,517 | 80 | 98 | 91 | 55 | 55 | 0.0 | 3.0 | 80.8 | 31.0 | 2.8 | 3.2 |
| Line 17 x TF7 | 1,371 | 72 | 89 | 82 | 53 | 54 | 0.0 | 0.0 | 77.3 | 26.3 | 3.0 | 3.2 |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| พันธุ์/ลูกผสม | ผลผลิต | ร้อยละพันธุ์เปรียบเทียบ | | | อายุวันออกดอกตัวผู้ | อายุวันออกไหม | เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม | เปอร์เซ็นต์ต้นหัก | เปอร์เซ็นต์กะเทาะ | ความชื้นเก็บเกี่ยว | คะแนนทรงต้น | คะแนนทรงฝัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DK7212C | CP389 | NS5 | | | | | | | | |
| | กก./ไร่ | ร้อยละ | | | วัน | วัน | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | คะแนน | คะแนน |
| Line 18 x TF7 | 1,538 | 81 | 99 | 92 | 54 | 54 | 0.0 | 0.0 | 77.5 | 30.2 | 2.8 | 2.8 |
| NSX151008 | 1,658 | 87 | 107 | 99 | 56 | 56 | 0.0 | 0.0 | 82.4 | 28.1 | 2.5 | 3.0 |
| NSX151009 | 1,569 | 82 | 101 | 94 | 58 | 58 | 0.0 | 0.0 | 78.8 | 31.9 | 2.7 | 2.3 |
| NSX201007 | 1,703 | 89 | 110 | 102 | 56 | 56 | 1.6 | 0.0 | 81.2 | 30.3 | 2.7 | 2.3 |
| NSX201009 | 1,528 | 80 | 99 | 91 | 56 | 56 | 0.0 | 0.0 | 76.4 | 30.7 | 2.8 | 2.2 |
| NS3 | 1,244 | 65 | 80 | 74 | 59 | 59 | 0.0 | 0.0 | 78.1 | 34.6 | 2.5 | 2.7 |
| DK7212C (Check) | 1,903 | 100 | 123 | 114 | 55 | 55 | 0.0 | 0.0 | 80.1 | 35.8 | 2.2 | 1.5 |
| CP389 (Check) | 1,548 | 81 | 100 | 92 | 57 | 57 | 0.0 | 0.0 | 77.6 | 36.4 | 2.0 | 2.5 |
| NS5 (Check) | 1,675 | 88 | 108 | 100 | 56 | 56 | 0.0 | 0.0 | 78.2 | 34.1 | 2.7 | 2.5 |
| Mean | 1,589 | 83 | 103 | 95 | 55 | 55 | 0.4 | 0.4 | 79.2 | 31.5 | 2.7 | 2.6 |
| C.V. (%) | 8.50 | - | - | - | 1.90 | 2.07 | 364.1 | 385.8 | 1.93 | 3.79 | 9.87 | 17.5 |
| LSD (0.05) | 221 | - | - | - | 1.7 | 1.9 | ns | ns | 2.50 | 1.96 | 0.4 | 0.8 |

**ตารางที่ 3** ผลผลิตเฉลี่ยและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่ใช้ดัชนีการคัดเลือกของสมิธ (Smith selection index) ในการคัดเลือก

| พันธุ์/ลูกผสม | ผลผลิต | อายุวันออกดอกตัวผู้ | อายุวันออกไหม | เปอร์เซ็นต์ต้นล้ม | เปอร์เซ็นต์ต้นหัก | เปอร์เซ็นต์กะเทาะ | ความชื้นเก็บเกี่ยว | คะแนนทรงต้น | คะแนนทรงฝัก | Smith index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กก./ไร่ | วัน | วัน | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | เปอร์เซ็นต์ | คะแนน | คะแนน | |
| Line 9 x TF7 | 1,744 | 55 | 53 | 0 | 0 | 79.7 | 31.4 | 2.8 | 2.3 | 776 |
| Line 12 x TF7 | 1,759 | 53 | 54 | 1.5 | 0 | 80.4 | 29.9 | 3.0 | 2.2 | 748 |
| Line 5 x TF7 | 1,641 | 56 | 56 | 1.5 | 0 | 81.1 | 30.2 | 2.5 | 2.8 | 713 |
| DK7212C | 1,903 | 55 | 55 | 0 | 0 | 80.1 | 35.8 | 2.2 | 1.5 | 712 |
| Line 4 x TF7 | 1,684 | 54 | 55 | 1.5 | 0 | 81.4 | 31.1 | 3.0 | 2.3 | 708 |
| Line 2 x TF7 | 1,671 | 54 | 54 | 0 | 0 | 81.9 | 29.1 | 2.7 | 2.5 | 673 |
| Mean of Selected Individuals | 1,734 | 54 | 54 | 0.8 | 0 | 80.8 | 31.2 | 2.7 | 2.3 | |
| Mean of all Individuals | 1,589 | 55 | 55 | 0.4 | 0.4 | 79.2 | 31.5 | 2.7 | 2.6 | |
| Selection Differential | 145 | -1 | -1 | 0.4 | -0.4 | 1.6 | -0.3 | 0.0 | -0.4 | |
| Expected Genetic Gain for 20% | 145 | -1 | -1 | -0.1 | 0.1 | 1.4 | -0.2 | -0.1 | -0.3 | |

**ภาพที่ 1** สภาพต้นระยะเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม (เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 100 วันหลังปลูก)

**ภาพที่ 2** สภาพฝักตัวอย่างข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลผลิตสูง และมีลักษณะทางการเกษตรดี

# ศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น NSX202001 และ NSX202002

# Evaluating the Yield Potential of Elite Late Maturity Maize Hybrid NSX202001 and NSX202002

ชัยวัฒน์ นันทโชติ[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] ปริญญา การสมเจตน์[2/]
เพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง[3/] เฌอรัชด์พัชร เขียววิชัย[4/] กมลทิพย์ สังข์แก้ว[5/] ฉัตรชีวิน ดาวใหญ่[6/]
Chaiyawat Nantachot[1/] Suriphat Thaitad[2/] Thadsanee Budthong[1/]
Parinya Kansomjet[2/] Penrat Thiempeng[3/] Choeratphatchra Khieowichai[4/]
Kamontip Sungkaew[5/] Chatchewin Dawyai[6/]

## ABSTRACT

Evaluation of the yield potential of hybrid maize for selected genotypes with high yield performance and stability across multiple environments is a crucial step in maize breeding. Nakhon Sawan Field Crops Research Center conducted a maize breeding project to select new varieties with high yield adapted to major maize plantations. The purpose of this experiment was to evaluate the yield potential of elite late-maturing maize hybrids across 10 environments during 2022-2023. Results indicated that NSX202001 and NSX202002 achieved the highest yields of 1,360 and 1,352 kg/rai, respectively, surpassing DOA Nakhon Sawan 3 (1,134 kg/rai) by 19-20% and showing non-significant differences compared to P 4546 (1,293 kg/rai) and CP888 New (1,323 kg/rai). Yield stability analysis revealed that NSX202001 and NSX202002 exhibited non-significant differences from a regression coefficient of 1.0 and deviations from the

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190
[1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan, 60190
[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900
[2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok 10900
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
[3/] Phetchabun Agricultural Research and Development Center, Muang, Phetchabun 67000
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี อ.เมืองลพบุรี จ.ลพบุรี 15210
[4/] Lopbori Seed Research and Development Center, Muang Lopbori, Lopbori 15210
[5/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย อ.เมืองเลย จ.เลย 42000
[5/] Loei Agricultural Research and Development Center, Muang Loei, Loei 42000
[6/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย 64120
[6/] Sukhothai Agricultural Research and Development Center, Si Samrong, Sukhothai 64120

regression of 0.0, suggesting good stability in yield for both elite hybrids. The GGE biplot showed the order of desirable genotype of NSX202001 CP888 New NSX202002 P4546 DOA. Nakhon Sawan 4 and DOA. Nakhon Sawan 3 respectively. The NSX202001 and NSX202002 showed high yield potential suitable promoted to farmer.

**Keywords:** yield potential, late Maturity, elite hybrid maize

**บทคัดย่อ**

การประเมินศักยภาพการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เพื่อคัดเลือกพันธุกรรมที่มีความสามารถแสดงลักษณะการให้ผลผลิตสูง และเป็นพันธุกรรมที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตสูงในหลายสภาพแวดล้อมเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ มีหน้าที่วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศไทยได้ดี การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น จากการประเมินผลผลิต 10 สภาพแวดล้อม ตั้งแต่ปี 2565-2566 พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ให้ผลผลิตสูงเท่ากับ 1,360 และ 1,352 กก./ไร่ ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 3 (1,134 กก./ไร่) ร้อยละ 19 -20 และให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้า พันธุ์ P 4546 (1,293 กก./ไร่) และ CP888 New (1,323 กก./ไร่) ในส่วนของการวิเคราะห์เสถียรภาพการให้ผลผลิต พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1.0 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 0.0 แสดงว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นทั้ง 2 คู่ผสมมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตดี นอกจากนั้นเมื่อพิจารณา GGE biplot ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมแสดงความมีคุณค่าของพันธุกรรมดังนี้ NSX202001 ซีพี 888 นิว NSX202002 พี 4546 กวก.นครสวรรค์ 4 และกวก.นครสวรรค์ 3 ตามลำดับ NSX202001 และ NSX202002 แสดงถึงความมีศักยภาพการให้ผลผลิตและมีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตที่ดีเหมาะสมเพื่อเสนอขอการรับรองพันธุ์ใหม่สำหรับเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

**คำหลัก:** ศักยภาพการให้ผลผลิต อายุยาว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น

**คำนำ**

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ปี 2564/2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6.74 ล้านไร่ มีผลผลิต 4.89 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 731 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้น ตามการขยายตัวของการเลี้ยงปศุสัตว์

(กรมการค้าต่างประเทศ, 2565) ซึ่งความต้องการข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตลาดเฉลี่ยปีละ 7.95 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) กรมวิชาการเกษตร ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงมีการดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อายุยาว ผลผลิตสูง มีความทนแล้งในระยะออกดอก ต้านทานโรคทางใบที่สำคัญ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง เพื่อลดปัญหาการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย และสร้างความยั่งยืนให้กับเกษตรกรผู้ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสอดคล้องกับความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอนาคต ในปี 2562 ได้รับรองพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว และเผยแพร่สู่เกษตรกร คือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 4 เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยว อายุยาว สามารถเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 110-120 วัน ผลผลิตสูง ทนทานแล้งในระยะออกดอก สามารถปลูกได้ทั่วไปในพื้นที่การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้กำหนดขั้นตอนของการเปรียบเทียบพันธุ์ และการประเมินผลพันธุ์ เพื่อเป็นการประเมินว่าพันธุ์ใหม่ที่ปรับปรุงขึ้นมานั้นจะดีกว่าพันธุ์เก่าอย่างไร และดีพอที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ได้หรือไม่ ซึ่งพันธุ์ใหม่ที่คิดค้นขึ้นมาควรมีลักษณะที่ดีกว่าพันธุ์เดิม เช่น มีผลผลิตสูงกว่า มีความทนแล้งดีกว่าพันธุ์เดิม เป็นต้น ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เมื่อได้พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมดีเด่นแล้วก่อนที่จะเผยแพร่สู่เกษตรกร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หลายสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการตอบสนองในการให้ผลผลิตของข้าวโพดลูกผสมแต่ละพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม (Eberhart และ Russel, 1966) พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมบางพันธุ์สามารถปรับตัว หรือให้ผลผลิตสูงได้ในหลายสภาพแวดล้อม จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพ ขณะที่บางพันธุ์สามารถปรับตัว และให้ผลผลิตสูงในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ที่จำเพาะ ดังนั้นการทดสอบผลผลิตในหลายสภาพแวดล้อม จึงเป็นขั้นตอนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์พืชก่อนการตัดสินใจคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นพันธุ์แนะนำแก่เกษตรกร โดยสามารถวิเคราะห์หาเสถียรภาพของพันธุ์ได้ตามวิธีของ Eberhart และ Russel (1966) โดยพิจารณาจากพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของพันธุ์บนดัชนีสภาพแวดล้อม (b) ไม่แตกต่างจาก 1 และมีค่าผลบวกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชั่น ($S^2d$) ไม่แตกต่างจาก 0 และวิธี GGE – biplot ที่เสนอโดย Yan *et al.* (2000) เป็นอีกวิธีหนึ่งในการหาเสถียรภาพ และการปรับตัวของพันธุ์ โดยการวิเคราะห์จัดกลุ่มพันธุ์ สภาพแวดล้อม และรูปแบบการตอบสนองของกลุ่มพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อประเมินศักยภาพในการให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาวดีเด่น NSX202001 และ NSX202002

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นและลูกผสมการค้า

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น จำนวน 2 ลูกผสม ได้แก่ NSX202001 และ NSX202002 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมการค้าเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 3 กวก.นครสวรรค์ 4 พี 4546 และ ซีพี 888 นิว

2. แผนการทดลองและการปฏิบัติการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block design) จำนวน 3 ซ้ำ 10 สภาพแวดล้อม ตั้งแต่ปี 2565-2566 ได้แก่ 1.ศูนยวิจัยพืชไรนครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2565 (NSW1) 2. ศูนยวิจัยพืชไรนครสวรรค์ ฤดูฝน ปี 2565 (NSW2) 3.ศูนยวิจัยพืชไรนครสวรรค์ ฤดูฝน ปี 2566 (NSW3) 4. ศูนยวิจัยและพัฒนาการเพชรบูรณ ฤดูฝน ปี 2565 (PBN1) 5.ศูนยวิจัยและพัฒนาการเพชรบูรณ ฤดูฝน ปี 2566 (PBN2) 6.ศูนยวิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ฤดูฝน ปี 2565 (LOB1) 7.ศูนยวิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ฤดูฝน 2566 (LOB2) 8.ศูนยวิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ฤดูฝน ปี 2565 (LOI1) 9.ศูนยวิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ฤดูฝน ปี 2566 (LOI2) และ10.ศูนยวิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ฤดูฝน ปี 2566 (SKT) ใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอด 2 เมล็ดต่อหลุม ใส่ปุ๋ยรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ หลังปลูกพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนและอะลาคลอร์ อัตรา 200 กรัม+300 ซีซี/ไร่ ขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ ถอนแยกเหลือ 1 ต้น/หลุม พร้อมกับใส่ปุ๋ยเคมี 21-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 โดยใช้ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ การปฏิบัติอื่น ๆ จัดการตามความเหมาะสมจนถึงเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุ 115-120 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.8 ตารางเมตร

**การบันทึกข้อมูล**

- ผลผลิตต่อไร่

$$\text{ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักฝัก} \times 1{,}600 \times \text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} \times (100-\text{ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว})}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว} \times (100-\text{ความชื้นมาตรฐาน*})}$$

*ความชื้นมาตรฐานในการคำนวณผลผลิตต่อไร่ คือ 15 เปอร์เซ็นต์

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม STAR- Statistical Tool for Agricultural Research, Version 2.0.1 ประเมินเสถียรภาพของพันธุ์และการปรับตัวของพันธุ์ ตามวิธีของ Eberhart and Russel (1966) และวิธี GGE – biplot ที่เสนอโดย Yan *et al.* (2000) โดยใช้โปรแกรม Plant Breeding Tools, Version 1.4 (IRRI, 2014)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเสถียรภาพของพันธุกรรม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิต พบว่า แหล่งความแปรปรวนสภาพแวดล้อม (ENV) พันธุกรรม (GEN) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (ENV x GEN) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) แสดงว่า สภาพแวดล้อม พันธุกรรม และ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม เมื่อพิจารณาขนาดแหล่งของความแปรปรวน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต (Percentage of sum square; %SS) พบว่า ขนาดความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมมีขนาดใหญ่มาก (68.45%) (ตารางที่ 1) แสดงว่า ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ของผลผลิตข้าวโพดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมในการทดลองนี้ เกิดจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมที่ทำการทดสอบ รองลงมา เกิดจากความแปรปรวนพันธุกรรม (GEN) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม ตามลำดับ แต่ยังคงมีความสำคัญต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิต สอดคล้องกับความเห็นของ Yan และ Kang (2003) ที่กล่าวว่า ความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม และ พันธุกรรม มักจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม

**ตารางที่ 1** แหล่งความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว จาก 10 สภาพแวดล้อม ในปี 2565 ถึงปี 2566

| แหล่งของความแปรปรวน | องศาอิสระ | %SS[1/] | F-test |
|---|---|---|---|
| สภาพแวดล้อม (ENV) | 9 | 68.45 | 43.88** |
| ซ้ำ (REP) | 20 | 3.47 | 2.24* |
| พันธุกรรม (GEN) | 5 | 10.87 | 28.12** |
| ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (ENV x GEN) | 45 | 9.48 | 2.72** |
| ความคลาดเคลื่อน | 100 | 7.73 | |

[1/] Percentage of sum square = อัตราส่วนของความแปรปรวนที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตาลำดับ

อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมนั้นสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 2 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 อยู่ในระดับเดียวกับพันธุ์ พี 4546 และ ซีพี 888 นิว ทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้นสภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ฤดูฝน ปี 2566 (LOB2) ที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์ พี 4546 และ CP888 New และสภาพแว้ดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูฝน ปี 2565 (NSW2) ที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ พี 4546 เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) (Eberhart and Russell, 1966) (ตารางที่ 3) พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และNSX202002 มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันไม่แตกต่างจาก 1.0 เช่นเดียวกับพันธุ์ พี 4546 ซีพี 888 นิว กวก.นครสวรรค์ 3 และกวก.นครสวรรค์ 4 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ($S^2d$) พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และNSX202002 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ($S^2d$) ไม่แตกต่างจาก 0.0 เช่นเดียวกับพันธุ์ ซีพี 888 นิว กวก.นครสวรรค์ 3 และกวก.นครสวรรค์ 4 ยกเว้นพันธุ์ พี 4546 ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันแตกต่างจาก 0.0 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจจะเกิดจากการตอบสนองของพันธุกรรมต่อสภาพแวดล้อมไม่เป็นเส้นตรง จึงเป็นสาเหตุให้ส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชันมีขนาดใหญ่ (พีระศักดิ์ และ ประเสริฐ, 2564) และทำให้เส้นรีเกรสชันไม่เป็นตัวแทนที่ดีของพันธุกรรมในการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ (ประวิตร, 2548)

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว (กก./ไร่) จาก 10 สภาพแวดล้อม ในปี 2565 ถึงปี 2566

| พันธุกรรม | สภาพแวดล้อม[1/] | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NSW1 | NSW2 | NSW3 | PBN1 | PBN2 | LOB1 | LOB2 | LOI1 | LOI2 | SKT |
| NSX202001 | 1,268 ab | **1,339 cd** | 1,661 a | 1,352 a | 1,164 ab | 1,251 a | **1,265 a** | 1,852 ab | 1,273 ab | 1,177 a |
| NSX202002 | 1,276 ab | **1,397 bc** | 1,730 a | 1,211 a | 1,159 ab | 1,277 a | **1,204 a** | 1,771 abc | 1,399 a | 1,101 a |
| พี 4546 | 1,299 a | 1,597 a | 1,663 a | 993 b | 1,315 a | 1,132 a | 930 bc | 1,808 ab | 1,059 cd | 1,128 a |
| ซีพี 888 นิว | 1,339 a | 1,553 ab | 1,700 a | 1,243 a | 1,163 ab | 1,169 a | 906 bc | 1,892 a | 1,170 bcd | 1,092 a |
| กวก.นครสวรรค์ 3 | 1,101 b | 1,204 d | 1,381 b | 1,012 b | 1,119 b | 867 b | 1,006 b | 1,677 bc | 1,187 bc | 785 b |
| กวก.นครสวรรค์ 4 | 1,251 ab | 1,324 cd | 1,408 b | 1,017 b | 1,069 b | 1,137 a | 819 c | 1,602 c | 996 d | 843 b |
| ค่าเฉลี่ย | 1,256 | 1,402 | 1,591 | 1,138 | 1,165 | 1,139 | 1,022 | 1,767 | 1,181 | 1,021 |
| C.V. (%) | 8.16 | 5.79 | 4.76 | 9.51 | 9.22 | 7.86 | 11.61 | 5.82 | 9.95 | 13.21 |
| F-test | * | ** | ** | ** | * | ** | ** | * | * | * |

[1/]ผลผลิตที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ 0.05

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตาลำดับ

NSW1: ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2565

NSW2: ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูฝน ปี 2565

NSW3: ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูฝน ปี 2566

PBN1: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพชรบูรณ์ ฤดูฝน ปี 2565

PBN2: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพชรบูรณ์ ฤดูฝน ปี 2566

LOB1: ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ฤดูฝน ปี 2565

LOB2: ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ฤดูฝน ปี 2566

LOI1: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ฤดูฝน ปี 2565

LOI2: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ฤดูฝน ปี 2566

SKT: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย ฤดูฝน ปี 2566

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยผลผลิต (กก./ไร่) ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน (b) ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ($S^2d$) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมอายุยาว จาก 10 สภาพแวดล้อม ในปี 2565 ถึงปี 2566

| พันธุกรรม | ผลผลิต[1/] (กก./ไร่) | b | $S^2d$ |
|---|---|---|---|
| NSX202001 | 1,360 a | 0.83 | 0.07 |
| NSX202002 | 1,352 a | 0.88 | 0.05 |
| พี 4546 | 1,293 a | 1.15 | **0.11*** |
| ซีพี 888 นิว | 1,323 a | 1.20 | 0.04 |
| กวก.นครสวรรค์ 3 | 1,134 b | 0.97 | 0.08 |
| กวก.นครสวรรค์ 4 | 1,147 b | 0.97 | 0.05 |
| ค่าเฉลี่ย | 1,268 | - | - |
| C.V. (%) | 21.48 | - | - |
| F-test | ** | - | - |

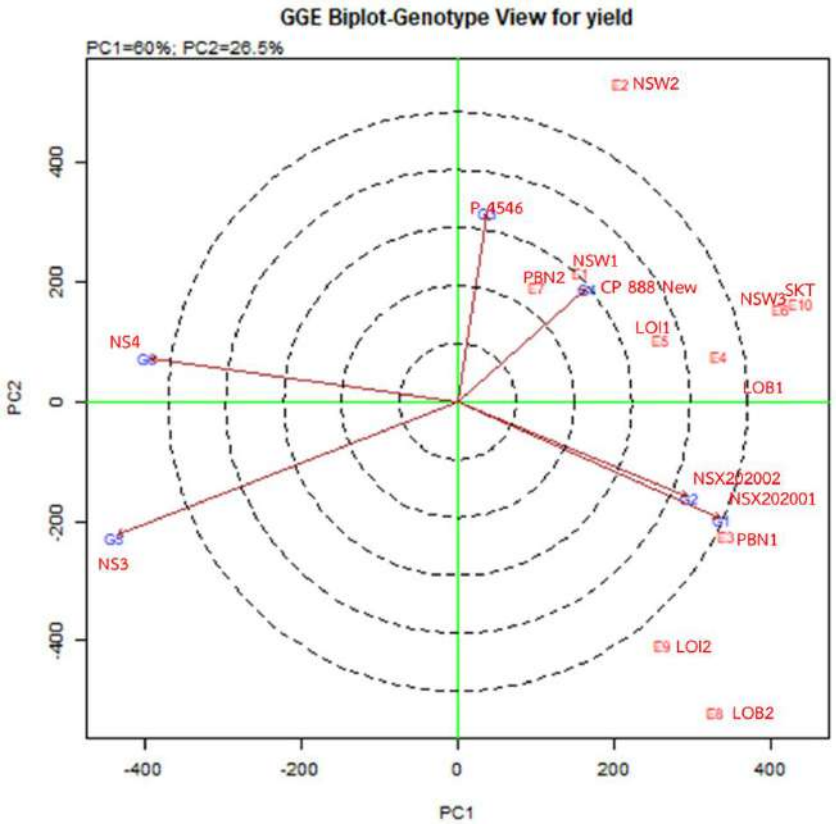
[1/]ผลผลิตที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ 0.05

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตาลำดับ

หากเลือกพันธุกรรมที่มีเสถียรภาพตามวิธีการของ Eberhart and Russell (1966) จะต้องมีคุณสมบัติครบ 3 ประการ คือ 1) มีค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน ไม่ต่างหรือเท่ากับ 1.0 2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ไม่ต่างหรือเท่ากับ 0.0 และ 3) มีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูง ดังนั้นพันธุ์ พี 4546 กวก.นครสวรรค์ 3 และกวก.นครสวรรค์ 4 จึงจัดว่าเป็นพันธุ์ที่ไม่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตตามวิธีการของ Eberhart and Russell (1966) เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ครบ 3 ประการ (ตารางที่ 3)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และNSX202002 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,360 และ 1,352 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมการค้าให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 1,134-1,323 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และNSX202002 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ พี 4546 (1,293 กิโลกรัมต่อไร่) และ ซีพี 888 นิว (1,323 กิโลกรัมต่อไร่) แต่สูงกว่าพันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 3 (1,134 กิโลกรัมต่อไร่) และกวก.นครสวรรค์ 4 (1,147 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**2. การวิเคราะห์ GGE biplot**

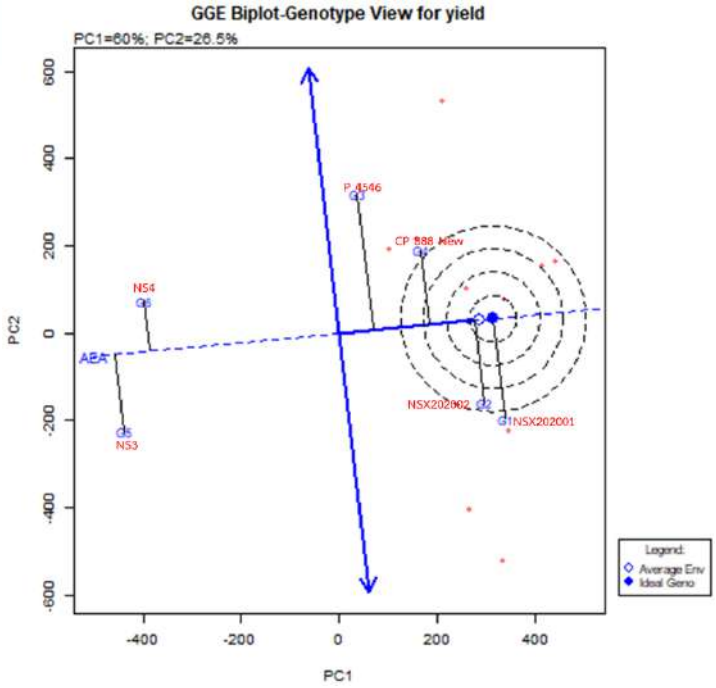



**ภาพที่ 1** ความสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม

GGE Biplot แสดงอิทธิพลหลักที่ 1 (PC1=60 %) และอิทธิพลหลักที่ 2 (PC2=26.5%) คิดเป็น 86.5 เปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวน ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและการจัดกลุ่มพันธุกรรม โดยความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมพิจารณาได้จากมุมระหว่างเวกเตอร์มุมระหว่างเวกเตอร์ถ้าเป็นมุมแหลม (<90°) จะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ถ้ามุมระหว่างเวกเตอร์เป็นมุมป้าน (>90°) จะมีความสัมพันธ์เป็นลบ และถ้ามุมระหว่างเวกเตอร์เป็นมุมฉาก (90°) จะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ภาพที่ 1 สามารถจัดกลุ่มพันธุกรรมได้ 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย พันธุ์ซีพี 888 นิว และ พี 4546 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย พันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 4 และกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย พันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม พบว่า พันธุกรรมในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่นแสดงความสัมพันธ์กันในทางบวกกับพันธุ์ ซีพี 888 new เนื่องจากมุมระหว่างเวกเตอร์เป็นมุมแหลม (<90°) แต่แสดงความสัมพันธ์กันในทางลบกับพันธุ์การค้าอื่นๆ

ภาพที่ 1 พันธุกรรมที่อยู่ด้านซ้ายของแกนแบ่งครึ่งวงกลม ได้แก่ พันธุ์กวก.นครสวรรค์ 3 และกวก.นครสวรรค์ 4 ทำมุมป้าน (>90°) กับทุกสภาพแวดล้อม แสดงว่า การให้ผลผลิตต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อม สอดคล้องกับ ตารางที่ 2 ขณะที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ทำมุมแหลม (<90°) กับทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้นสภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่

นครสวรรค์ ในฤดูฝน ปี 2565 (NSW2) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ในฤดูฝน ปี 2566 (PBN2) แสดงว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ให้ผลผลิตสูงกว่าค่าเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้นสภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในฤดูฝน ปี 2565 (NSW2) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ในฤดูฝน ปี 2566 (PBN2) สอดคล้องกับตารางที่ 2

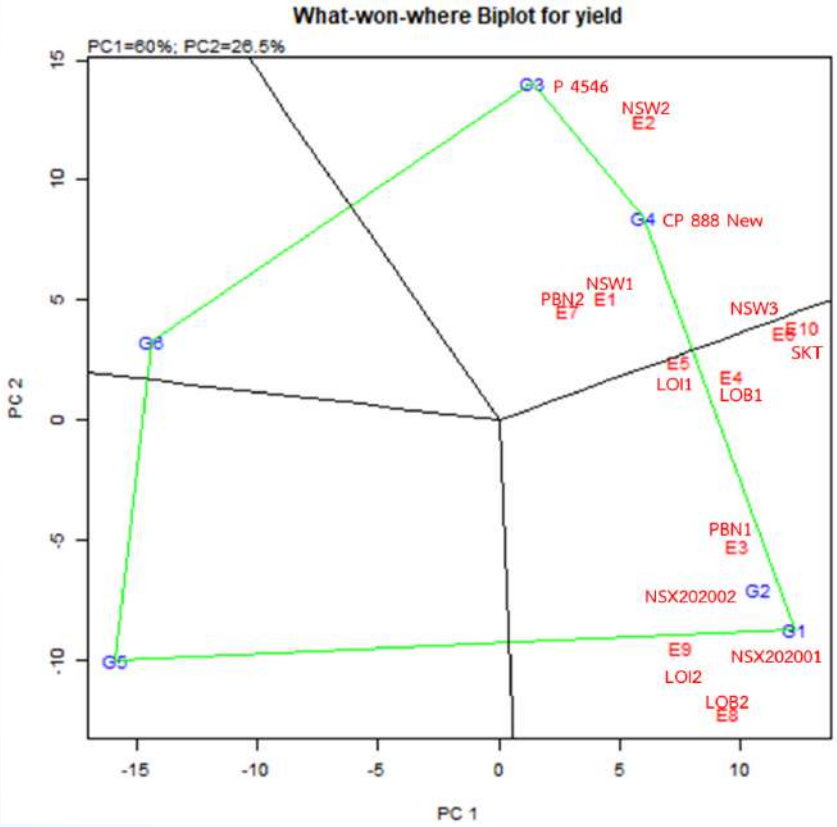



**ภาพที่ 2** ศักยภาพในการให้ผลผลิตและเสถียรภาพของพันธุกรรม

ภาพที่ 2 แสดงเส้นลูกศรหัวเดียวบนแกน AEA ชี้ให้เห็นถึงทิศทางการให้ผลผลิตเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อมของพันธุกรรม ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 มีระยะทางห่างจากจุดตัดแกน AEA มากที่สุด แสดงว่า มีค่าเฉลี่ยผลผลิตจากทุกสภาพแวดล้อมมากที่สุด 1,308 และ 1,319 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ พันธุ์ ซีพี 888 นิว และ พี 4546 ตามลำดับ ส่วนเส้นลูกศรสองหัว หมายถึง ขนาดของความแปรปรวน (stability) ทั้งสองทิศทาง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ P4545 เป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตต่ำที่สุด เนื่องจาก มีตำแหน่งอยู่ห่างจากเส้น AEA มากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับส่วนเบี่ยงเบนจากเส้นรีเกรสชัน ($S^2d$) แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 มีผลผลิตสูงที่สุด แต่มีเสถียรภาพในการให้ผลผลิตต่ำกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202002 และพันธุ์ ซีพี 888 นิว เนื่องจากมีตำแหน่งอยู่ห่างจากเส้น AEA มากกว่า

พันธุกรรมในอุดมคติ (ideal genotype) ต้องมีการแสดงออกทางพันธุกรรมสูง (high performance) และมีเสถียรภาพสูง (high stability) นั่นคือ ต้องมีตำแหน่งอยู่ห่างจากจุดตัดของแกน AEA และวางตัวอยู่บนเส้น AEA คือ ตำแหน่งของวงกลมเล็กทึบ พันธุกรรมที่อยู่ใกล้ตำแหน่งของ

พันธุกรรมในอุดมคติจึงถือได้ว่าเป็นพันธุกรรมที่มีคุณค่า (desirable genotype) มากกว่าพันธุกรรมอื่นๆ (Yan and Tinker, 2006) จาก ภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าพันธุกรรมที่มีคุณค่าในลักษณะการให้ผลผลิตมากที่สุด คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202002 รองลงมา ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ ซีพี 888 นิว และ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Yan and Tinker (2006) ได้กล่าวว่า พันธุกรรมที่มีเสถียรภาพสูงจะมีคุณค่าได้เมื่อมีการแสดงออกทางพันธุกรรมในลักษณะนั้นๆ สูงด้วย




**ภาพที่ 3** ความเหมาะสมของพันธุกรรมในแต่ละสภาพแวดล้อม.

รูปแบบของ what-won-where biplot (ภาพที่ 3) ได้แบ่งสภาพแวดล้อมออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในฤดูแล้ง ปี 2565 (NSW1) ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในฤดูฝน ปี 2565 (NSW2) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ในฤดูฝน ปี 2566 (PBN2) พันธุกรรมที่ดีที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมในส่วนนี้ คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์ ซีพี 888 นิว และ พี 4546 ส่วนที่ 2 ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ในฤดูฝน ปี 2566 (NSW3) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ในฤดูฝน ปี 2565 (PBN1) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ในฤดูฝน ปี 2565 (LOB1) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ในฤดูฝน ปี 2566 (LOB2) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ในฤดูฝน ปี 2565 (LOI1) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ในฤดูฝน ปี 2566 (LOI2) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการ

เกษตรสุโขทัย (SKT) พันธุกรรมที่ดีที่สุดสำหรับสภาพแวดล้อมในส่วนนี้ คือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 ให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้า พันธุ์ พี 4546 และ ซีพี 888 นิว แต่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงดีกว่าพันธุ์ กวก.นครสวรรค์ 3 และ กวก.นครสวรรค์ 4 ในสภาพแวดล้อมที่ทดสอบทั้ง 10 สภาพแวดล้อม นอกจากนั้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202002 ยังจัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพการให้ผลผลิตดีที่สุด

## สรุปผลการทดลอง

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมดีเด่น NSX202001 และ NSX202002 มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ทดสอบได้ดี เหมาะสมเพื่อเสนอขอการรับรองพันธุ์ใหม่สำหรับเผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


กรมการค้าต่างประเทศ. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พิกัด 1005.90.90.002. แหล่งที่มา: URL:https://api.dtn.go.th, สืบค้น: 26 เมษายน 2565

ประวิตร พุทธานนท์. 2548. ไบโอเมตริกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. 243 หน้า.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และ ประเสริฐ ฉัตรวชิรวงศ์. 2564. *พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 340 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. สถานการณ์การผลิตและการตลาดปี 2561. แหล่งที่มา: https://www.moac.go.th/news-preview-401491791323, สืบค้น: 20 กรกฎาคม 2561

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2565.แหล่งที่มา from:URL:http://www.oae.go.th, สืบค้น: 31 พฤษภาคม 2566

Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 6: 36-40.

IRRI. 2014. PBTools, version 1.4. Biometrics and Breeding Informatics, PBGB Division, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna

Rao, P. S., P. S. Reddy, A. Ratore, B.V.S. Reddy, S. Panwar. 2011. Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype 9 environment interaction and seasonal adaptation. *Indian J. Agric. Sci*. 81:438–444.

Yan, W., L. A. Hunt, W. Q. Sheng and Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci*. 40: 597–605.

Yan, W. and M. S. Kang. 2003. *GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Yan, W. and N. A. Tinker. 2006. Biplot Analysis of Multi-Environment Trial Data: Principles and Applications. *Canadian Journal of Plant Science*. 86: 623-645.

# การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการฟื้นตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง

# Physiological Response and Recovery of Drought Tolerant Maize

ทัศนีย์ บุตรทอง[1/] สุริพัฒน์ ไทยเทศ[2/] ปริญญา การสมเจตน์[2/] ชัยวัฒน์ นันทโชติ[1/]

Thadsanee Budthong[1/] Suriphat Thaitad[2/] Parinya Karnsomjet[2/] Chaiyawat Nantachot[1/]

## ABSTRACT

The study on the response of physiological traits and recovery of 10 inbred lines was carried out during the dry season of 2023 under well-watered (WW) and water-stress (WS) conditions (irrigation stopped at the 9th leaf stage for one month) at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. A randomized complete block design with three replications was used. Each plot consisted of six rows, five meters long, with a row spacing of 75 cm and 20 cm between plants. Observations were made on grain yield components, some agronomic traits, physiological traits, and crop growth rate. The experiment showed that TF7, Nei532005, TF5, and NS2 produced high yields and exhibited drought tolerance. Under water stress, the inbred lines exhibited longer flowering periods than the well-watered condition, resulting in a longer anthesis-silking interval, though pollen shedding duration remained nearly the same. The shelling percentage decreased under water stress. Correlation analysis under water stress conditions revealed that grain yield correlated positively with chlorophyll content but negatively with leaf rolling. Crop growth rate correlated positively with relative growth rate. Leaf area ratio correlated positively with the net assimilation rate. Leaf area index correlated positively with leaf senescence. These findings indicate that yield potential is associated with physiological traits. Lines with high chlorophyll content produced higher yields due to the positive effect of chlorophyll content on the photosynthetic rate. Increasing leaf area ratio enhanced net assimilation rate, while increasing leaf senescence reduced leaf area index, resulting in decreased photosynthetic rate and yield. Under water stress, the crop growth rate of inbred lines Nei532005, TF5, Nei542012, TF3, and TF7 showed good recovery, attributed to high leaf area index and leaf area ratio.

**Keywords:** maize, inbred line, water stress, physiological traits, recovery, growth rate

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ 60190

[1/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Tak Fa, Nakhon Sawan, 60190, Thailand

[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Ladyao, Jatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

**บทคัดย่อ**

ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการฟื้นตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาวะขาดน้ำ จำนวน 10 สายพันธุ์ ดำเนินการปี 2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ภายใต้ 2 สภาพ คือ สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ และสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม เป็นระยะเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) 3 ซ้ำ 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5.0 เมตร โดยใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางสรีรวิทยา ค่าวิเคราะห์การเจริญเติบโต พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ TF7 Nei532005 TF5 และ NS2 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมข้าวโพดสายพันธุ์แท้มีอายุวันออกดอกยาวนานขึ้นเมื่อเทียบกับในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ส่งผลให้มีช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้มากขึ้น แต่ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ไม่แตกต่างใน 2 สภาพ ขณะที่เปอร์เซ็นต์กะเทาะในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าต่ำกว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ พิจารณาค่าสหสัมพันธ์ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มสีเขียวของใบ (Chlorophyll content) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนการม้วนของใบ (Leaf rolling) ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (CGR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นพืช (RGR) ขณะที่ค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) และค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนการแก่ของใบ (Leaf senescence) นั่นคือ ข้าวโพดที่มีค่าความเข้มสีเขียวของใบสูง มักจะให้ผลผลิตสูง เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และหากข้าวโพดสายพันธุ์ใดมีค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มาก ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) ก็มากยิ่งขึ้น ขณะที่สายพันธุ์ที่มีค่าคะแนนการแก่ของใบสูงจะมีค่าดัชนีใบลดลงเนื่องจากการหลุดร่วงของใบ ส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่จะสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้ผลผลิตลดลงเช่นกัน การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม สายพันธุ์ Nei532005 TF5 Nei542012 TF3 และ TF7 จัดเป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการฟื้นตัวได้ดี เนื่องจากมีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงและค่าการกระจายตัวของใบสูง แสดงว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีปริมาณพื้นที่ใบต่อพื้นที่มาก ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงจะมากหรือน้อยขึ้นกับพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบที่รับแสงมากหรือน้อยเช่นเดียวกัน ส่งผลให้สายพันธุ์เหล่านี้มีการสังเคราะห์แสงสูงแม้ว่าจะอยู่ในสภาพขาดน้ำ

**คำหลัก :** ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สายพันธุ์แท้ สภาวะขาดน้ำ สรีรวิทยา การฟื้นตัว การเจริญเติบโต

## บทนำ

สภาวะแห้งแล้งนอกจากจะมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ยังมีผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโต รวมถึงมีผลต่อการเจริญทางสรีรวิทยา และองค์ประกอบของผลผลิตด้วย Lorens et al., (1987) รายงานว่า เมื่อข้าวโพดขาดน้ำทำให้ค่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop growth rate) น้ำหนักแห้งรวม ผลผลิต และดัชนีเก็บเกี่ยวลดลง ซึ่งน้ำหนักแห้งเป็นสิ่งหนึ่งที่ถูกใช้เป็นดัชนีบ่งบอกระดับการเจริญเติบโตของพืช มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับผลผลิต ขณะที่ค่าอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop growth rate) ขึ้นอยู่กับอัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการสังเคราะห์แสงจะมากหรือน้อย ขึ้นกับพื้นที่ใบ และดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index) ที่รับแสง (เฉลิมพล, 2542) สอดคล้องกับ Hugh and Richard (2003) ได้ศึกษาผลกระทบจากสภาวะแห้งแล้งที่มีผลต่อใบประสิทธิภาพในการรับแสง และผลผลิตของข้าวโพด พบว่า ผลผลิตลดลงเนื่องจากพื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงลดลง ดัชนีการเก็บเกี่ยวลดลง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Moosavi (2012) ที่รายงานว่าดัชนีพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด รวมถึงความกว้างฝัก และความยาวของฝักด้วย ดังนั้นงานปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการฟื้นตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้สภาวะแล้ง เพื่อสามารถใช้เป็นดัชนีประกอบการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้งต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ จำนวน 10 สายพันธุ์
2. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และปุ๋ยเคมี 46-0-0
3. สารเคมีควบคุมวัชพืชอะทราซีน และอะลาคลอร์
4. เครื่องมือวัดความเข้มสีเขียวของใบ SPAD 502

### วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block (RCB) 3 ซ้ำ 6 แถว/แปลงย่อย แถวยาว 5.0 เมตร ใช้ระยะ 75x20 เซนติเมตร ดำเนินการในฤดูแล้ง ปี 2566 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ภายใต้ 2 สภาพ คือ

1) สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ (Well watered, WW): โดยการให้น้ำแบบพ่นฝอย (sprinkle) ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ

2) สภาพขาดน้ำในระยะออกดอก (Water stress, WS): โดยการให้น้ำแบบพ่นฝอย (sprinkle) ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในระยะแรกจนถึงระยะก่อนออกดอก 2 สัปดาห์ เมื่อข้าวโพดมีใบคลี่เต็มที่ 9 ใบ ทำการหยุดให้น้ำ และเมื่อออกดอกได้ 2 สัปดาห์ จึงทำการให้น้ำต่อจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ

การปฏิบัติดูแลรักษา พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอกอาทราซีน อัตรา 200 กรัม/ไร่ ผสมกับอะลาคลอร์ อัตรา 300 ซีซี/ไร่ หลังปลูกขณะดินมีความชื้น เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ถอนแยกเหลือ 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 รองพื้น อัตรา 40 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 3 สัปดาห์ เก็บเกี่ยว 2 แถวกลาง พื้นที่เก็บเกี่ยว 7.80 ตารางเมตร (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว)

**การบันทึกข้อมูล**

บันทึกข้อมูลจาก 2 แถวกลาง (เว้นต้นหัว-ท้ายแถว) ได้แก่

1) บันทึกข้อมูลลักษณะทางการเกษตร

- อายุวันออกไหม 50% อายุวันออกดอกตัวผู้ 50% ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (Anthesis silking interval, ASI) ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ (Pollen shedding duration)
- ความสูงต้น ความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ความชื้นของเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว
- ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15% และองค์ประกอบผลผลิต

2) บันทึกข้อมูลการประเมินความทนแล้ง

- คะแนนการม้วนของใบ (leaf rolling) คะแนน 1-5 (1=ใบปกติ 5=ใบห่อม้วนคล้ายใบหอม)
- คะแนนการแก่ของใบ (leaf senescence) คะแนน 1-10 (1=ใบปกติ 10=ใบเหี่ยวทั้งต้น)
- ดัชนีทนแล้ง (drought index, DI)

$$\text{ดัชนีทนแล้ง} = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times \frac{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}}{\text{ผลผลิตเฉลี่ยการทดลองในสภาพขาดน้ำ}}$$

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (yield loss)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ} - \text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพขาดน้ำ}}{\text{ผลผลิตของพันธุ์ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ}} \times 100$$

3) บันทึกค่าวิเคราะห์การเจริญเติบโต ได้แก่

- ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI)
- ค่าการกระจายตัวของใบของในทรงพุ่ม (Leaf area ratio, LAR)
- ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net assimilation rate, NAR)
- ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop growth rate, CGR)
- ค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นพืช (Relative growth rate, RAR)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**ลักษณะผลผลิตและความทนแล้ง**

ลักษณะผลผลิต พบว่า ทั้ง 2 สภาพมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอสายพันธุ์ Nei542012 ให้ผลผลิตสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ TF7 โดยให้ผลผลิต 694 และ 597 กิโลกรัม/ไร่ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมสายพันธุ์ TF7 ให้ผลผลิตสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ TF4 และ Nei542012 โดยให้ผลผลิต 257 167 และ 164 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตทั้ง 2 สภาพ พบว่า สายพันธุ์ TF7 Nei532005 TF5 และ NS2 ให้ผลผลิตสูงทั้ง 2 สภาพ มีค่าดัชนีทนแล้ง (Drought index) มากกว่า 1 และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (Yield loss) ต่ำ (ตารางที่ 1) จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง

**ตารางที่ 1** ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/ไร่) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (%) และดัชนีทนแล้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566

| สายพันธุ์แท้ | ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่) | | | | เปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลผลิต (%) | ดัชนีทนแล้ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ | | สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม | | เฉลี่ย | |
| NS1 | 463 | cd | 98 | bc | 281 | 79 | 0.68 |
| NS2 | 317 | e | 99 | bc | 208 | 69 | 1.00 |
| TF1 | 370 | de | 87 | bc | 229 | 76 | 0.76 |
| TF2 | 336 | e | 79 | bc | 207 | 77 | 0.75 |
| TF3 | 196 | f | 42 | c | 119 | 78 | 0.70 |
| TF4 | 558 | bc | 167 | ab | 363 | 70 | 0.97 |
| TF5 | 347 | e | 128 | bc | 237 | 63 | 1.18 |
| TF7 | 597 | ab | 257 | ab | 427 | 57 | 1.39 |
| Nei542012 | 694 | ab | 164 | ab | 429 | 76 | 0.76 |
| Nei532005 | 482 | c | 233 | a | 358 | 52 | 1.56 |
| เฉลี่ย | 436 | | 135 | | 286 | 70 | 0.97 |
| C.V. (%) | 13.93 | | 40.76 | | | | |

**ลักษณะทางการเกษตร**

ในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ พบว่า อายุวันออกไหม อายุวันออกดอกตัวผู้ ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ ความสูงต้น ความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว และจำนวนฝักต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 57-67 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 58-65 วัน โดยสายพันธุ์ที่มีการออกดอกเร็วที่สุด คือ TF7 และสายพันธุ์ที่มีการออกดอกช้าสุด คือ NS2 ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง -1 ถึง 2 วัน ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้อยู่ในช่วง 6-8 วัน ความสูงต้นอยู่ในช่วง 140-194 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 65-103 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์TF2 มีความสูงต้นและฝักสูงสุด เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ในช่วง 46.81-76.48 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ TF7 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ Nei542012 ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 30.49-44.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566

| สายพันธุ์แท้ | อายุวันออกดอกตัวผู้ (วัน) | อายุวันออกไหม (วัน) | ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (วัน) | ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ (วัน) | ความสูงต้น (ซม) | ความสูงฝัก (ซม) | เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย (%) | เปอร์เซ็นต์กะเทาะ (%) | ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (%) | จำนวนฝัก/ต้น |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NS1 | 63 bc | 64 cd | 1 c | 8 a | 149 ef | 70 cd | 24.9 bc | 63.06 cd | 38.29 b | 1.2 c |
| NS2 | 65 a | 66 ab | 1 c | 7 bcd | 158 de | 75 c | 22.6 c | 53.35 ef | 44.23 a | 1.2 cde |
| TF1 | 64 ab | 63 de | -1 d | 6 def | 148 ef | 73 cd | 15.5 cd | 67.13 bc | 37.71 b | 1.0 f |
| TF2 | 64 ab | 65 a-d | 1 bc | 7 bcd | 194 a | 103 a | 13.5 cde | 57.69 de | 42.76 a | 1.0 ef |
| TF3 | 64 ab | 67 a | 2 a | 6 ef | 166 cd | 88 b | 41.7 a | 46.81 f | 38.51 b | 1.0 f |
| TF4 | 64 ab | 65 bcd | 1 c | 6 ef | 175 bc | 92 b | 14.3 cd | 68.35 bc | 42.21 a | 1.4 b |
| TF5 | 64 ab | 65 abc | 2 ab | 7 cde | 168 bcd | 77 c | 19.2 cd | 50.66 f | 42.14 a | 1.2 cde |
| TF7 | 58 e | 57 f | -1 d | 8 ab | 140 f | 65 d | 2.5 e | 76.48 a | 36.02 b | 1.0 f |
| Nei542012 | 61 d | 62 e | 1 c | 6 def | 158 de | 75 c | 9.3 de | 71.82 ab | 30.49 c | 1.1 def |
| Nei532005 | 62 cd | 64 cd | 2 a | 6 f | 178 b | 86 b | 34.2 ab | 49.34 f | 41.37 a | 1.6 a |
| เฉลี่ย | 63 | 64 | 1 | 7 | 163 | 80 | 20.0 | 60.47 | 39.37 | 1.2 |
| C.V. (%) | 1.55 | 1.57 | 59.78 | 6.64 | 3.90 | 5.67 | 31.30 | 6.19 | 3.91 | 6.67 |

สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า อายุวันออกไหม อายุวันออกดอกตัวผู้ ความสูงต้น ความสูงฝัก เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น คะแนนการแก่ของใบ และคะแนนการม้วนของใบ มีความแตกต่างกันทางสถิติ อายุวันออกไหมอยู่ในช่วง 61-70 วัน อายุวันออกดอกตัวผู้อยู่ในช่วง 59-67 วัน โดยสายพันธุ์ที่มีการออกดอกเร็วที่สุด คือ TF7 และสายพันธุ์ที่มีการออกดอกช้าสุด คือ TF2 ความสูงต้นอยู่ในช่วง 114-164 เซนติเมตร ความสูงฝักอยู่ในช่วง 60-89 เซนติเมตร โดยสายพันธุ์ TF2 และ Nei532005 มีความสูงต้นและฝักสูงไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ในช่วง 30.04-71.58 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ TF7 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงสุด ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 33.37-44.41 เปอร์เซ็นต์ คะแนนการแก่ของใบอยู่ในช่วง 2.7-6.3 คะแนนการม้วนของใบอยู่ในช่วง 1.0-3.3 (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** ลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566

| สายพันธุ์แท้ | อายุวันออกดอกตัวผู้ (วัน) | อายุวันออกไหม (วัน) | ช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้ (วัน) | ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ (วัน) | ความสูงต้น (ซม) | ความสูงฝัก (ซม) | เปอร์เซ็นต์ฝักเสีย (%) | การกะเทาะ (%) | ความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยว (%) | จำนวนฝัก/ต้น | การแก่ของใบ (1-10) | การม้วนของใบ (1-5) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NS1 | 64 c | 66 ab | 2 | 8 | 114 d | 60 d | 49.9 ab | 38.03 c | 37.26 de | 0.8 b-e | 3.3 cd | 2.3 b |
| NS2 | 66 ab | 68 ab | 3 | 7 | 135 bcd | 66 cd | 37.0 bcd | 33.76 cd | 42.36 abc | 0.7 b-e | 2.7 d | 1.0 d |
| TF1 | 65 bc | 66 ab | 1 | 7 | 118 d | 62 cd | 41.7 abc | 58.47 b | 35.35 ef | 0.5 e | 3.3 cd | 1.3 cd |
| TF2 | 67 a | 69 ab | 2 | 7 | 151 ab | 89 a | 48.3 ab | 41.23 c | 42.87 ab | 0.5 de | 3.7 bcd | 2.3 b |
| TF3 | 65 bc | 70 a | 5 | 7 | 121 cd | 73 bcd | 60.0 a | 30.04 d | 39.06 cd | 0.6 cde | 6.3 a | 3.3 a |
| TF4 | 65 bc | 66 ab | 1 | 8 | 142 abc | 85 ab | 23.4 cd | 60.26 b | 43.57 ab | 0.8 b-e | 4.3 bcd | 2.0 bc |
| TF5 | 64 c | 66 ab | 2 | 7 | 143 abc | 74 bcd | 38.4 bcd | 38.66 c | 44.41 a | 0.9 ab | 3.7 bcd | 2.3 b |
| TF7 | 59 e | 61 c | 2 | 7 | 120 cd | 63 cd | 18.7 d | 71.58 a | 36.39 def | 0.9 abc | 2.7 d | 1.7 bcd |
| Nei542012 | 62 d | 65 b | 3 | 7 | 127 cd | 66 cd | 40.3 abc | 57.84 b | 33.37 f | 0.6 cde | 3.7 bcd | 1.3 cdc |
| Nei532005 | 62 d | 66 ab | 4 | 7 | 164 a | 88 a | 41.0 abc | 38.97 c | 40.82 bc | 1.1 a | 5.0 ab | 1.3 cd |
| เฉลี่ย | 64 | 66 | 2 | 7 | 134 | 72 | 39.9 | 46.89 | 39.55 | 1.0 | 39.9 | 1.9 |
| C.V. (%) | 1.29 | 3.22 | 67.07 | 9.84 | 9.35 | 9.42 | 26.17 | 9.48 | 4.66 | 20.33 | 20.88 | 24.60 |

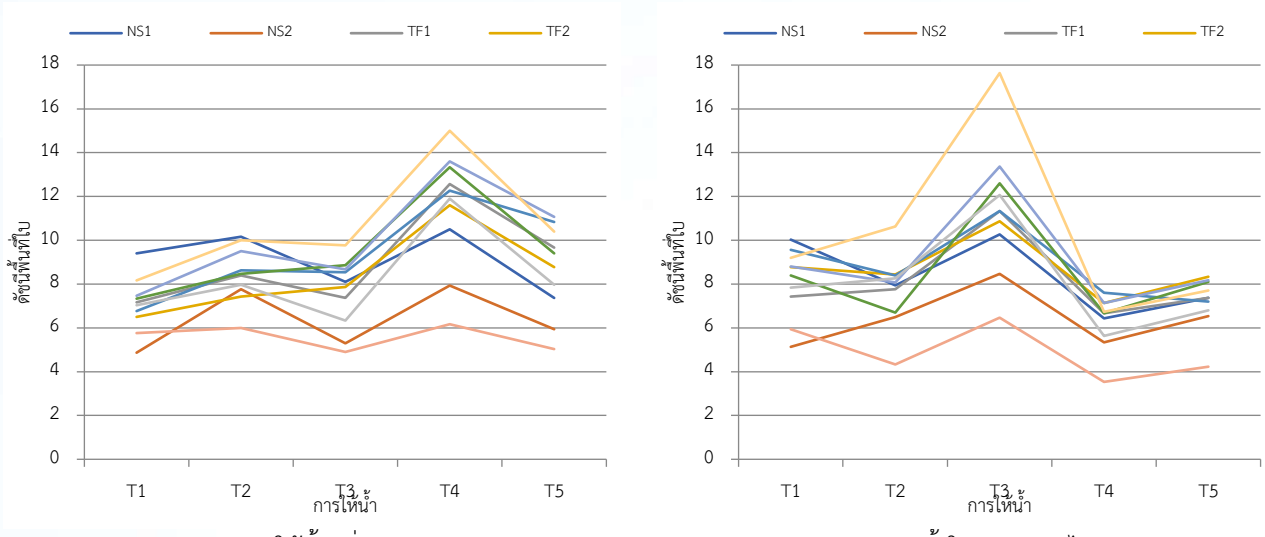
เมื่อพิจารณาทั้ง 2 สภาพ พบว่า ลักษณะทางการเกษตรในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ข้าวโพดสายพันธุ์แท้มีอายุวันออกดอกยาวนานขึ้นเมื่อเทียบกับในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ส่งผลให้มีช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้มากขึ้น แต่ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ไม่แตกต่างใน 2 สภาพ โดยสายพันธุ์ที่มีการออกดอกเร็วที่สุด คือ TF7 และสายพันธุ์ที่มีการออกดอกช้าสุด คือ NS2 และ TF2 ลักษณะความสูงต้นและความสูงฝักในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอมีความสูงต้นสูงกว่าในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แต่มีความสูงฝักต่ำกว่า ขณะที่เปอร์เซ็นต์กะเทาะในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าต่ำกว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ เนื่องจากเรื่องของการติดเมล็ด

**การตอบสนองทางสรีรวิทยาและการฟื้นตัว**

วิเคราะห์การเจริญเติบโตเพื่อประเมินการตอบสนองทางสรีรวิทยา และการฟื้นตัวของข้าวโพดสายพันธุ์แท้ พบว่า ค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI) และค่าการกระจายตัวของใบ (Leaf area ratio, LAR) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 2 สภาพ โดยในระยะสัปดาห์ที่ 1 หลังการงดน้ำ (T1) ซึ่งเป็นระยะก่อนออกดอก (ระยะ V10) ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าใกล้เคียงกับในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ จากนั้นค่าจะเพิ่มขึ้นจนถึงระยะออกดอก ซึ่งมีระยะที่ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบสูงสุด และเริ่มลดลงในระยะหลังออกดอก

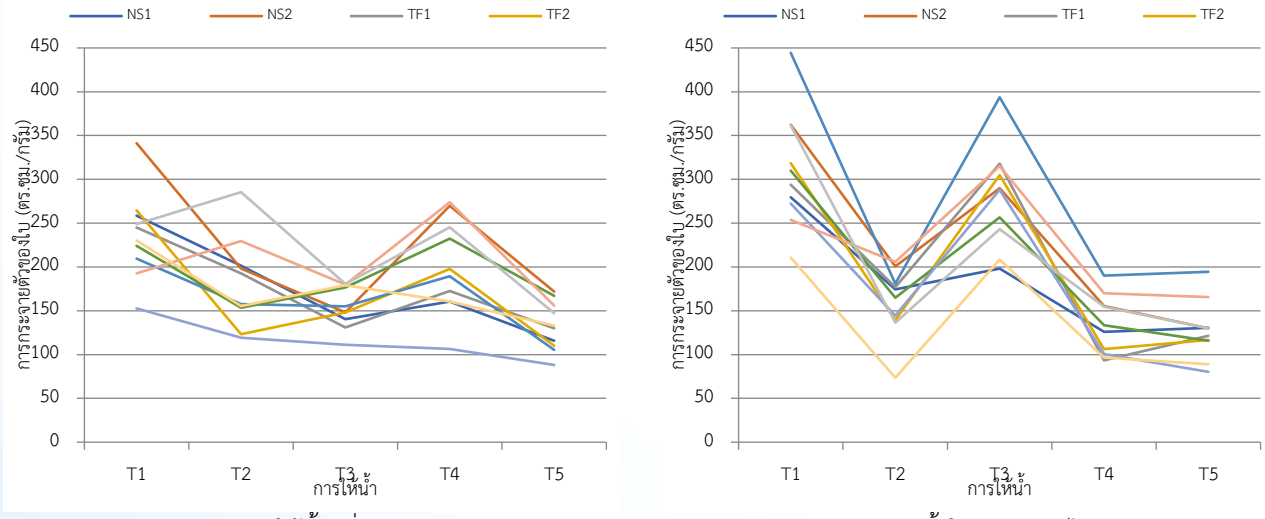
ที่ระยะสัปดาห์ที่ 4 หลังการงดน้ำ (T4) ซึ่งเป็นระยะออกดอกของข้าวโพด ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าต่ำกว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม สายพันธุ์ Nei532005 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด รองลงมาคือ TF5 และ Nei542012 (แผนภูมิที่ 1) ขณะที่ค่าการกระจายตัวของใบ สายพันธุ์ TF3 ค่าสูงสุด รองลงมาคือ TF7 และ Nei542012 (แผนภูมิที่ 2) สายพันธุ์เหล่านี้จัดเป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการฟื้นตัวได้ดี ในช่วงที่มีการงดน้ำในระยะออกไหม เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้มีปริมาณพื้นที่ใบต่อพื้นที่มาก ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงจะมากหรือน้อยขึ้นกับพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) ที่รับแสงมากหรือน้อยเช่นเดียวกัน (เฉลิมพล, 2535) (Hugh and Richard, 2003) ส่งผลให้สายพันธุ์เหล่านี้มีการสังเคราะห์แสงสูงแม้ว่าจะอยู่ในสภาพขาดน้ำ

ขณะที่ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (Net assimilation rate, NAR) ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (Crop growth rate, CGR) และค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นพืช (Relative growth rate, RAR) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ




สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม

**แผนภูมิที่ 1** ดัชนีพื้นที่ใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ ภายใต้สภาพให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566




สภาพให้น้ำสม่ำเสมอ สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม

**แผนภูมิที่ 2** ค่าการกระจายตัวของใบ (ตร.ซม./กรัม) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566

**หมายเหตุ :** T1 = 1 สัปดาห์หลังการงดน้ำ T2 = 2 สัปดาห์หลังการงดน้ำ
T3 = 3 สัปดาห์หลังการงดน้ำ T4 = 4 สัปดาห์หลังการงดน้ำ
T5 = 1 สัปดาห์หลังการให้น้ำใหม่

**วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r)**

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างลักษณะทางสรีรวิทยาในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม พบว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มสีเขียวของใบ (Chlorophyll content) (0.5843**) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนการม้วนของใบ (Leaf rolling) (r=-0.3836*) ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (CGR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้ง (RGR) (r=0.8817*) ขณะที่ค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) (0.5655**) และค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนการแก่ของใบ (Leaf senescence) (0.3957*) (ตารางที่ 4) นั่นคือสายพันธุ์ที่มีค่าความเข้มสีเขียวของใบสูง มักจะให้ผลผลิตสูง เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และหากสายพันธุ์ใดมีค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มาก ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) ก็มากยิ่งขึ้น ขณะที่สายพันธุ์ที่มีค่าคะแนนการแก่ของใบสูงจะมีค่าดัชนีใบลดลงเนื่องจากการหลุดร่วงของใบ ส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่จะสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้ผลผลิตลดลงเช่นกัน

**ตารางที่ 4** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างผลผลิตและลักษณะสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สายพันธุ์แท้ภายใต้สภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ฤดูแล้ง ปี 2566

| | อัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้ง | การสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ | ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง | การกระจายตัวของใบ | ดัชนีพื้นที่ใบ | การม้วนของใบ | การแก่ของใบ | ความเข้มสีเขียวของใบ | ผลผลิต |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| อัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้ง | 1 | 0.8817** | -0.3360 | -0.0424 | -0.1738 | -0.3836* | -0.1281 | 0.1506 | 0.0075 |
| การสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ | | 1 | -0.1390 | 0.1642 | -0.1636 | -0.3304 | -0.0914 | 0.1280 | -0.0492 |
| ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ | | | 1 | 0.5655** | -0.0267 | 0.3047 | 0.1192 | -0.1772 | 0.0445 |
| การกระจายตัวของใบ | | | | 1 | -0.4507* | 0.1647 | 0.0710 | -0.1725 | 0.0291 |
| ดัชนีพื้นที่ใบ | | | | | 1 | 0.2155 | 0.3957* | -0.2389 | -0.3589 |
| การม้วนของใบ | | | | | | 1 | 0.5007** | -0.7094** | -0.5292** |
| การแก่ของใบ | | | | | | | 1 | -0.4985** | -0.1377 |
| ความเข้มสีเขียวของใบ | | | | | | | | 1 | 0.5843** |
| ผลผลิต | | | | | | | | | 1 |

**หมายเหตุ** * มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 % ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 %

## สรุปผลการทดลอง

**1) ผลผลิตและความทนแล้ง**

จากการประเมินผลผลิตในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอและสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม สายพันธุ์ TF7 Nei532005 TF5 และ NS2 จัดเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและทนแล้ง ลักษณะทางการเกษตรในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมข้าวโพดสายพันธุ์แท้มีอายุวันออกดอกยาวนานขึ้นเมื่อเทียบกับในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ส่งผลให้มีช่วงห่างระหว่างอายุวันออกไหมและวันออกดอกตัวผู้มากขึ้น แต่ระยะเวลาการโปรยละอองเกสรตัวผู้ไม่แตกต่างใน 2 สภาพ โดยสายพันธุ์ที่มีการออกดอกเร็วที่สุด คือ TF7 และสายพันธุ์ที่มีการออกดอกช้าสุด คือ NS2 และ TF2 ลักษณะความสูงต้นและความสูงฝักในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอมีความสูงต้นสูงกว่าในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม แต่มีความสูงฝักต่ำกว่า ขณะที่เปอร์เซ็นต์กะเทาะในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าต่ำกว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ เนื่องจากเรื่องของการติดเมล็ด

**2) ความสัมพันธ์ของลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้สภาวะแล้ง**

ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม ผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มสีเขียวของใบ (Chlorophyll content) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนการม้วนของใบ (Leaf rolling) ค่าการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ (CGR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าอัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นพืช (RGR) ขณะที่ค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) และค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนการแก่ของใบ (Leaf senescence) นั่นคือ ข้าวโพดที่มีค่าความเข้มสีเขียวของใบสูง มักจะให้ผลผลิตสูง เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และหากข้าวโพดสายพันธุ์ใดมีค่าการกระจายตัวของใบ (LAR) มาก ค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) ก็มากยิ่งขึ้น ขณะที่สายพันธุ์ที่มีค่าคะแนนการแก่ของใบสูงจะมีค่าดัชนีใบลดลงเนื่องจากการหลุดร่วงของใบ ส่งผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ที่จะสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้ผลผลิตลดลงเช่นกัน

**3) การตอบสนองทางสรีรวิทยา และการฟื้นตัวของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทนทานแล้ง**

ระยะสัปดาห์ที่ 1 หลังการงดน้ำ (T1) ซึ่งเป็นระยะก่อนออกดอก (ระยะ V10) ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าใกล้เคียงกับในสภาพให้น้ำสม่ำเสมอ จากนั้นค่าจะเพิ่มขึ้นจนถึงระยะออกดอก ซึ่งมีระยะที่ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบสูงสุด และเริ่มลดลงในระยะหลังออกดอก

ที่ระยะสัปดาห์ที่ 4 หลังการงดน้ำ (T4) ซึ่งเป็นระยะออกดอกของข้าวโพด ค่าดัชนีพื้นที่ใบและค่าการกระจายตัวของใบในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหมมีค่าต่ำกว่าในสภาพการให้น้ำสม่ำเสมอ ในสภาพขาดน้ำในระยะออกไหม สายพันธุ์ Nei532005 TF5 และ Nei542012 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูง ขณะที่สายพันธุ์ TF3 TF7 และ Nei542012 มีค่าการกระจายตัวของใบสูง สายพันธุ์เหล่านี้จัดเป็นสายพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการฟื้นตัวได้ดี เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้มีปริมาณพื้นที่ใบต่อพื้นที่มาก ซึ่งอัตรา

การสังเคราะห์แสงจะมากหรือน้อยขึ้นกับพื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบที่รับแสงมากหรือน้อยเช่นเดียวกัน ส่งผลให้สายพันธุ์เหล่านี้มีการสังเคราะห์แสงสูงแม้ว่าจะอยู่ในสภาพขาดน้ำ

**คำขอบคุณ**

การทดลองครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือ การสนับสนุน และอำนวยความสะดวก ในการปฏิบัติงานจาก นักวิชาการ เจ้าพนักงาน ตลอดจนผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

**เอกสารอ้างอิง**

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. กรุงเทพฯ. 188 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. โครงการตำรามหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

Fischer, K.S., E.C. Johnson, and G.O. Edmeades, 1983. Breeding and Selection for Drought Resistance in Tropical Maize. CIMMYT, Mexico. 16 p.

Hugh, J. Earl, and F. Davis Richard. 2003. Effect of Drought Stress on Leaf and Whole Canopy Radiation Use Efficiency and Yield of Maize. Agro. J. 95: 688-696.

Lorens, G. F., J. M. Bennett and L. B. Loggale. 1987. Differences in Drought Resistance between Two Corn Hybrids. I. Water Relations and Root Length Density 1. Agronomy journal, 79(5), 802-807.

Moosavi, S. G. 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits, yield and leaf area index in maize. Pak. J. Bot, 44(4), 1351-1355.

# การประเมินข้าวโพดหวานลูกผสมชุดปี 2566

# Evaluation of Sweet Corn Hybrids, Series 2023

ภานุวัฒน์ ศิลปศักดิ์ขจร[1/] ฉลอง เกิดศรี[1/] วรรษมน มงคล[1/]
พงศ์พันธุ์ เบ้าทอง[1/] ธีระยุทธ อุดมสันติสุข[1/]
Panuwat Sinlapasakkajohn[1/] Chalong Kerdsri[1/] Wassamon Mongkol[1/]
Pongpan Baotong[1/] Theerayuth Udom-suntisuk[1/]

## ABSTRACT

The evaluation for yield potential of sweet corn hybrids, series 2023 compared with 6 commercial sweet corn hybrids were conducted using augmented in RCBD at Chai Nat Field Crops Research Center in the early rainy season, 2023. There were two sets of hybrids, a set of 1,200 hybrids were tested at Chao Phraya Dam experimental field and another set of 336 hybrids were tested at Dong Khen Luang experimental field. Fifty-nine hybrids were selected in the first set. The yield with husk and without husk of the best ten ears, ranging from 3.1-5.1 and 2.1-3.7 kg, respectively. Their sweetness range of 11.4-16.8 °Brix. The diameter, length, and tip blank of their ears were 4.4-5.5, 16.2-23.0, and 0.0-4.6 cm, respectively. Eighteen hybrids were selected in the second set. They showed those important agronomic traits as follows: 3.8-5.1 kg, 2.6-3.0 kg, 13.9-16.9 °Brix., 4.4-5.2 cm, 17.5-22.5 cm, and 0.0-3.4 cm, respectively. However, the result of this study was based on only one trial. Therefore, these selected hybrids will need to further evaluate in the standard trial.

**Keywords:** sweet corn, breeding, hybrid, trial

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

[1/] Chai Nat Field Crops Research Center. Bang Luang, Sapphaya Chai Nat 17150

**บทคัดย่อ**

การประเมินข้าวโพดหวานลูกผสมชุดปี 2566 แบ่งลูกผสมเป็น 2 ชุด ประเมินที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทโดยชุดที่ 1 จำนวน 1,200 ลูกผสม และชุดที่ 2 จำนวน 336 ลูกผสม เปรียบเทียบกับลูกผสมพันธุ์การค้า วางแผนการทดลองแบบ Augmented in RCB เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ คัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 จำนวน 59 ลูกผสม มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 3.1-5.1 กิโลกรัม น้ำหนักฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝักอยู่ระหว่าง 2.1-3.7 กิโลกรัม ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.4-16.8 องศาบริกซ์ ความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.4-5.5 เซนติเมตร ความยาวฝักอยู่ระหว่าง 16.2-23.0 เซนติเมตร และความยาวส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-4.6 เซนติเมตร สำหรับข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 คัดเลือกลูกผสมได้ 18 ลูกผสม มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 3.8-5.1 กิโลกรัม น้ำหนักฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝักอยู่ระหว่าง 2.6-3.0 กิโลกรัม ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 13.9-16.9 องศาบริกซ์ ความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.4-5.2 เซนติเมตร ความยาวฝักอยู่ระหว่าง 17.5-22.5 เซนติเมตร และความยาวส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-3.4 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดปี 2566 ที่คัดเลือกไว้ทั้ง 2 ชุดจะนำเข้าสู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐานเพื่อทดสอบศักยภาพในการให้ผลผลิตต่อไป

**คำหลัก:** ข้าวโพดหวาน ปรับปรุงพันธุ์ ลูกผสม การทดสอบพันธุ์

**บทนำ**

ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีและปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน 226,690 ไร่ ให้ผลผลิต 492,824 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,938 ล้านบาท โดยพื้นที่เก็บเกี่ยวและผลผลิตลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2564 ซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 228,406 ไร่ ผลผลิต 494,108 ตัน ส่วนมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ในปี 2565 สูงกว่าปี 2564 ประมาณ 500 ล้านบาท โดยผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ในปี 2564 คิดเป็นมูลค่า 3,498 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) โดยเมื่อเทียบกับผู้ผลิตข้าวโพดหวาน จำนวน 44 ประเทศทั่วโลก ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่อันดับที่ 9 เท่ากับ คิดเป็นร้อยละ 3.4 ปริมาณผลผลิต คิดเป็นร้อยละ 3.4 (FAO, 2024) โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานปรุงแต่งมากที่สุดในโลก จาก 84 ประเทศ โดยมีปริมาณการส่งออก ในปี พ.ศ. 2565 เท่ากับ 192,653 ตัน คิดเป็นร้อยละ 21.7 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด มูลค่ารวม 7,124 ล้านบาท สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานแช่แข็งในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยส่งออกปริมาณ 24,447 ตัน อยู่ในลำดับที่ 10 ของผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์ทั้งหมด และคิดเป็นมูลค่า 859 ล้านบาท (World Bank, 2024) จึงเห็นได้ว่าข้าวโพดหวานเป็นพืชที่นอกจากจะบริโภคในประเทศแล้วยังส่งออกเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปสร้างมูลค่าให้กับประเทศไทย

การผลิตข้าวโพดหวานในประเทศไทยเกษตรกรใช้พันธุ์ข้าวโพดหวานประเภทพันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) มากกว่าร้อยละ 98 เนื่องจากข้าวโพดหวานประเภทลูกผสมมีการพัฒนาพันธุ์ให้มี

ผลผลิตสูง คุณภาพบริโภคดี มีความแข็งแรงและการเจริญเติบโตดี รวมถึงผลผลิตได้มาตรฐานของตลาดและโรงงานอุตสาหกรรมสูง อีกทั้งความสม่ำเสมอของพันธุ์ ทำให้การปฏิบัติดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวผลผลิต กระทำได้ง่ายขึ้นกว่าในอดีต (ทวีศักดิ์, 2540) สิ่งที่ทำให้พันธุ์ลูกผสมมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นดีกว่าพันธุ์ประเภทผสมเปิด (open-pollinated variety) ซึ่งเป็นประเภทพันธุ์ข้าวโพดหวานในอดีตนั้น คือ ความเหนือระดับของลูกผสม (heterosis) ที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์โดยรวมของยีนทั้งหมด ทำให้ลูกผสมแสดงลักษณะต่างๆ ออกมาได้เหนือกว่า หรือเกินค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (กฤษฎา, 2546; 2559) การพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมมีขั้นตอน ดังนี้ คือ 1) การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรด (inbred line) และคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น (elite inbred line) เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ (parental line) 2) การนำสายพันธุ์พ่อแม่ผสมข้ามเพื่อสร้างลูกผสม (experimental hybrid) 3) การทดสอบและประเมินผลลูกผสม และ 4) การรักษาความตรงต่อพันธุ์ของสายพันธุ์พ่อแม่ของลูกผสมที่ดีเด่น (elite hybrid) การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดใช้วิธีการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่อง (consecutive selfing) ร่วมกับการคัดพันธุ์สืบประวัติ (pedigree method) (กฤษฎา, 2544; Acquaah, 2007) ส่วนการสร้างใช้วิธีการผสมข้ามสายพันธุ์พ่อแม่ที่มีประวัติพันธุ์แตกต่างกันทางพันธุกรรม และมีอายุวันออกดอกตัวผู้และตัวเมียใกล้เคียงกัน หรือมีความแตกต่างของรูปแบบความเหนือระดับของลูกผสม (heterosis pattern) หรือใช้วิธีการผสมข้ามกับสายพันธุ์ทดสอบ (testcross) จากนั้นลูกผสมที่สร้างขึ้น จะนำเข้าการทดสอบและประเมินศักยภาพ ซึ่งมีขั้นตอนมาตรฐานของสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้แก่ การเปรียบเทียบเบื้องต้น การเปรียบเทียบมาตรฐาน การเปรียบเทียบในท้องถิ่น การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร และการทดสอบในไร่เกษตรกร (อาวุธ, 2529; พิเชษฐ์, 2558)

ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาทได้สร้างลูกผสมชุดปี 2566 จำนวน 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ได้จากสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น (elite inbred line) ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ได้รับการจัดกลุ่มแบบต่างๆ เช่น กลุ่มสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยการตรวจระดับโมเลกุล กลุ่มสายพันธุ์ฝักใหญ่และกลุ่มสายพันธุ์ฝักยาว กลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง กลุ่มที่ให้คุณภาพบริโภคสูง กลุ่มสายพันธุ์ดีเด่นและกลุ่มของสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมสูง โดยใช้วิธีการผสมข้ามกลุ่มแบบ factorial cross ได้ 1,200 ลูกผสม ส่วนชุดที่ 2 ได้พัฒนาสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 7 ของประชากรข้าวโพดหวาน CN-NLBHX75-RRSC1-F2 และประชากรข้าวโพดหวาน CN-NLBCH66-RRSC1-F2 ผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างกลุ่ม ได้ข้าวโพดหวานลูกผสม จำนวน 336 ลูกผสม จึงประเมินพันธุ์ในขั้นตอนการเปรียบเทียบเบื้องต้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม ชุดที่ 1 จำนวน 1,200 ลูกผสม
- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม ชุดที่ 2 จำนวน 336 ลูกผสม
- เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้า จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ กวก.ชัยนาท 2 ไฮบริกซ์ 59 จัมโบ้สวีท กวก.สงขลา 84-1 ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1351 และด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54
- ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก เพนดิเมทาลิน 33% W/V EC และอะเซโทคลอร์ 50% W/V EC
- สารเคมีป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด อีมาเมกตินเบนโซเอต 1.92% W/V EC และ เมทอกซีฟีโนไซด์+ สไปนีโทแรม 30% + 6% W/V SC
- สารเคมีป้องกันกำจัดหนูซิงค์ฟอสไฟด์ 80%PW
- ถุงตาข่ายเก็บผลผลิต
- ซองและถุงกระดาษเก็บเมล็ดพันธุ์
- ไม้วัดความสูง ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง ดินสอ กระดาษ

ปลูกข้าวโพดหวานลูกผสมชุดปี 2566 แยกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ลูกผสม 1,200 ลูกผสม ร่วมกับข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าเป็นพันธุ์ตรวจสอบ จำนวน 6 พันธุ์ จำนวน 1 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 4 เมตร วางแผนการทดลองแบบ augmented in RCB (Federer, 1961; Federer and Raghavarao, 1975; Kempton and Fox, 1997) ทดสอบที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท แปลงทดลองเขื่อนเจ้าพระยา ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท บันทึกลักษณะทางการเกษตรตามกำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยว และบันทึกข้อมูลผลผลิตหลังจากไหมโผล่พ้นเปลือกฝักแล้ว 20 วัน ตามคู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน (สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, 2562) วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบระหว่างลูกผสมกับพันธุ์ตรวจสอบที่มีค่าลักษณะที่ดีที่สุดในแต่ละค่าโดยใช้การเปรียบเทียบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยจะคัดเลือกลูกผสมที่ดีกว่าหรือไม่แตกต่างกับพันธุ์เปรียบเทียบ เพื่อคัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นเข้ารับการเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐานต่อไป

ปลูกข้าวโพดหวานลูกผสม ชุดที่ 2 จำนวน 336 ลูกผสม ร่วมกับข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 6 พันธุ์ จำนวน 1 แถวต่อแปลงย่อย แถวยาว 4 เมตร วางแผนการทดลองแบบ augmented in RCB ทดสอบที่แปลงทดลองและขยายพันธุ์พืชดงเกณฑ์หลวง ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตำบลหนองขุ่น อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกับลูกผสมชุดที่ 1

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

## ข้าวโพดหวานลูกผสม ชุดที่ 1

**น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดแรกจำนวน 1,200 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 2.4-5.1 กิโลกรัม กลุ่มของข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกอยู่ระหว่าง 3.4-4.5 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสมจำนวน 144 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกไม่แตกต่างจากพันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงสุด (ตารางที่ 1)

**น้ำหนักฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด**

ข้าวโพดหวานลูกผสม 1,200 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 1.7-3.7 กิโลกรัม กลุ่มของข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกอยู่ระหว่าง 2.5-3.2 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสมจำนวน 156 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกไม่แตกต่างจากพันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 ที่ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด (ตารางที่ 1)

**ค่าความหวาน**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.0-17.3 องศาบริกซ์ ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 12.2-14.4 องศาบริกซ์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสม 189 ลูกผสม ให้ค่าความหวานไม่แตกต่างจากพันธุ์กวก.สงขลา 84-1 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่ให้ค่าความหวานสูงที่สุด (ตารางที่ 1)

**ความกว้างฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 มีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.2-5.5 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.9-5.2 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสม 1 ลูกผสม มีความกว้างฝักมากกว่าพันธุ์พันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 และลูกผสม 105 ลูกผสม มีความกว้างฝักไม่แตกต่างจากพันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่มีค่าความกว้างฝักสูงที่สุด (ตารางที่ 1)

**ความยาวฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 15.8-23.0 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 19.4-21.8 เซนติเมตร โดยพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 เป็นพันธุ์การค้าที่มีความยาวฝักมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมพบว่า 118 ลูกผสมมีความยาวฝักไม่แตกต่างกับพันธุ์ไฮบริกซ์ 59 (ตารางที่ 1)

**ส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-4.6 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.1-1.5 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างข้าวโพดหวานลูกผสมกับพันธุ์การค้าพบว่า มี 184 ลูกผสมมีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักไม่แตกต่างกับพันธุ์ดีอกเตอร์เป็กหวาน 54 ที่เป็นพันธุ์การค้าที่มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักสั้นที่สุด ในการทดสอบครั้งนี้มีข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 จำนวน 48 ลูกผสมติดเมล็ดเต็มปลายฝักโดยที่ไม่มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก (ตารางที่ 1)

**ข้าวโพดหวานลูกผสม ชุดที่ 2**

**น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 จำนวน 336 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด อยู่ระหว่าง 2.1-4.5 กิโลกรัม กลุ่มของข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้าให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก อยู่ระหว่าง 3.5-4.5 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสมจำนวน 47 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกไม่แตกต่างกับพันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1351 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงสุด (ตารางที่ 2)

**น้ำหนักฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 จำนวน 336 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุด อยู่ระหว่าง 1.7-3.0 กิโลกรัม กลุ่มของข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้าให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกอยู่ ระหว่าง 2.3-3.0 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสมจำนวน 26 ลูกผสม ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกไม่แตกต่างจากพันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน1351 ที่ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด (ตารางที่ 2)

**ค่าความหวาน**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 มีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 12.4-18.1 องศาบริกซ์ ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 13.9-15.7 องศาบริกซ์ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างลูกผสมและพันธุ์การค้าพบว่า ลูกผสม 42 ลูกผสม ให้ค่าความหวานไม่แตกต่างจากพันธุ์ กวก.สงขลา 84-1 ซึ่งเป็นพันธุ์การค้าที่ให้ค่าความหวานสูงที่สุด (ตารางที่ 2)

**ความกว้างฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 มีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 3.9-5.2 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.7-5.2 เซนติเมตร ในส่วนของพันธุ์การค้าพันธุ์หวาน 54 เป็นพันธุ์การค้าที่มีค่าความกว้างฝักสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมพบว่า มี 23 ลูกผสม มีความกว้างฝักไม่แตกต่างกับพันธุ์พันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 (ตารางที่ 2)

**ความยาวฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 มีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 14.2-23.1 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นพันธุ์การค้ามีความยาวฝักอยู่ระหว่าง 17.2-20.5 เซนติเมตร โดยพันธุ์พันธุ์ด๊อกเตอร์เป็กหวาน1351 เป็นพันธุ์การค้ามีความยาวฝักมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลูกผสมพบว่า มี 1 ลูกผสมมีความยาวฝักมากกว่าและมี 53 ลูกผสมที่มีความยาวฝักไม่แตกต่างกับพันธุ์การค้าพันธุ์ดังกล่าว (ตารางที่ 2)

**ส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก**

ข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-4.2 เซนติเมตร ข้าวโพดหวานลูกผสมที่เป็นการค้ามีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.1-0.6 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างข้าวโพดหวานลูกผสมที่คัดเลือกไว้กับพันธุ์การค้าพบว่า มี 24 ลูกผสม

มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักไม่แตกต่างกับพันธุ์กวก.ชัยนาท 2 ที่เป็นพันธุ์การค้าที่มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักสั้นที่สุด ซึ่งข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 จำนวน 12 ลูกผสมติดเมล็ดเต็มปลายฝักโดยที่ไม่มีส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก (ตารางที่ 2)

ดังนั้นข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 1 เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก ค่าความหวาน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก และส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝัก สามารถคัดเลือกลูกผสมได้ 59 ลูกผสม ซึ่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 3.1-5.1 กิโลกรัม น้ำหนักฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝักอยู่ระหว่าง 2.1-3.7 กิโลกรัม ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.4-16.8 องศาบริกซ์ ความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.4-5.5 เซนติเมตร ความยาวฝักอยู่ระหว่าง 16.2-23.0 เซนติเมตร และความยาวส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-4.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

สำหรับข้าวโพดหวานลูกผสมชุดที่ 2 เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญ สามารถคัดเลือกลูกผสมได้ 18 ลูกผสม ซึ่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก 10 ฝักที่ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 3.8-5.1 กิโลกรัม น้ำหนักฝักปอกเปลือกที่ดีที่สุด 10 ฝักอยู่ระหว่าง 2.6-3.0 กิโลกรัม ค่าความหวานอยู่ระหว่าง 13.9-16.9 องศาบริกซ์ ความกว้างฝักอยู่ระหว่าง 4.4-5.2 เซนติเมตร ความยาวฝักอยู่ระหว่าง 17.5-22.5 เซนติเมตร และความยาวส่วนไม่ติดเมล็ดปลายฝักอยู่ระหว่าง 0.0-3.4 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

## สรุปผลการทดลอง

คัดเลือกข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นชุดที่ 1 จำนวน 59 ลูกผสม และชุดที่ 2 จำนวน 18 ลูกผสม เพื่อนำเข้าเปรียบเทียบพันธุ์มาตรฐานในการทดสอบศักยภาพการให้ผลผลิตต่อไป

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

## เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2544. *ปรับปรุงพันธุ์พืช: ความหลากหลายของแนวคิด*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 288 น.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2546. *ปรับปรุงพันธุ์พืช: พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2559. *ปรับปรุงพันธุ์ลูกผสม*. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 83 น.

ทวีศักดิ์ ภู่หลำ. 2540. *ข้าวโพดหวาน: การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.* โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 188 น.

ทวีศักดิ์ ภู่หลำ. 2551. สถานการณ์การผลิตข้าวโพดฝักสดของโลก. หน้า 5/1-5/20. *ใน : เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสดไทยในหลากหลายมุมมอง*. วันที่ 29-30 กรกฎาคม 2551 ณ โรงแรมลพบุรีอินน์ รีสอร์ท จ.ลพบุรี.

พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2558. *แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่.* เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่แบบผสมผสาน. 20-23 มกราคม 2558 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ. ระยอง.

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2562. *คู่มือการบันทึกข้อมูลงานวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน.* สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน, กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565.* สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ. 194 น.

อาวุธ ณ ลำปาง. 2529. ข้อสังเกตและคำแนะนำในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่. *วารสารวิชาการเกษตร* 4: 85-92.

Acquaah, G. 2007. *Principles of Plant Genetics and Breeding.* Blackwell Publishing, UK. 569 p.

Federer, W. T. 1961. Augmented designs with one-way elimination of heterogeneity. *Biometrics* 17:447-473.

Federer, W. T. and D. Raghavarao. 1975. On Augmented Designs. *Biometrics* 31(1): 29-35.

Food and Agriculture Organization. 2024. Food and Agriculture Organization: Statistics. Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Accessed July 10, 2024.

Kempton, R. A. and P. N. Fox. 1997. Statistical methods for plant variety evaluation. Chapman & Hall, London. 191 p.

World Bank. 2024. World Integrated Trade Solution (WITS). *Trade Statistics by Product (HS 6-digit).* Available at: https://wits.worldbank.org/trade/country-byhs6product.aspx?lang=en. Accessed: July 10, 2024.

**ตารางที่ 1** ลูกผสม 59 ลูกผสมที่คัดเลือกจากน้ำหนักฝักและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญจากลูกผสมชุดที่ 1 ทั้งหมด 1,200 ลูกผสม เปรียบเทียบกับลูกผสมพันธุ์การค้า 6 พันธุ์ ทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ในฤดูต้นฝน ปี 2566

| ลูกผสม | น้ำหนัก 10 ฝักที่ดีที่สุด (กก.) | | ความหวาน (°บริกซ์) | ขนาดฝัก (ซม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทั้งเปลือก | ปอกเปลือก | | กว้าง | ยาว | ส่วนที่ไม่ติดเมล็ด |
| S230049 | 4.2 | 3.0 | 11.5 | 5.1 | 20.8 | 1.0 |
| S230052 | 4.3 | 3.0 | 12.7 | 5.0 | 19.8 | 0.2 |
| S230082 | 4.1 | 2.8 | 15.3 | 5.1 | 19.0 | 1.8 |
| S230088 | 3.3* | 2.3 | 15.7 | 4.7 | 21.2 | 2.2* |
| S230102 | 3.3* | 2.1* | 15.2 | 5.0 | 18.6* | 0.6 |
| S230140 | 4.9 | 2.9 | 13.4 | 4.9 | 20.0 | 0.4 |
| S230173 | 4.6 | 3.1 | 12.2 | 4.9 | 22.0 | 1.4 |
| S230191 | 3.1* | 2.1* | 14.9 | 4.4 | 20.6 | 0.2 |
| S230220 | 5.1 | 3.1 | 14.5 | 5.1 | 20.4 | 1.2 |
| S230282 | 4.2 | 2.6 | 15.1 | 5.2 | 19.6 | 1.2 |
| S230295 | 4.4 | 2.7 | 15.0 | 5.0 | 18.4* | 0.2 |
| S230307 | 4.1 | 2.6 | 15.1 | 4.6 | 21.4 | 1.2 |
| S230321 | 3.4* | 2.3 | 15.2 | 4.6 | 19.8 | 0.2 |
| S230327 | 3.4* | 2.3 | 14.9 | 4.7 | 19.0 | 0.8 |
| S230342 | 4.3 | 2.6 | 15.5 | 4.8 | 20.4 | 1.6 |
| S230345 | 3.9 | 2.7 | 15.8 | 5.2 | 18.8* | 2.6* |
| S230382 | 4.2 | 3.0 | 14.7 | 5.2 | 19.6 | 0.0 |
| S230390 | 4.4 | 2.9 | 13.0 | 5.1 | 19.4 | 0.2 |
| S230399 | 4.4 | 2.8 | 15.0 | 5.0 | 20.2 | 0.0 |
| S230412 | 3.3* | 2.5 | 15.5 | 4.8 | 17.6* | 0.8 |
| S230415 | 4.3 | 2.8 | 16.8 | 5.0 | 20.4 | 2.0 |
| S230418 | 4.3 | 2.9 | 14.7 | 5.0 | 20.0 | 0.2 |
| S230425 | 3.9 | 2.4 | 15.3 | 4.9 | 17.2* | 0.4 |
| S230471 | 4.4 | 3.1 | 11.4 | 5.3 | 18.0* | 0.0 |
| S230474 | 4.2 | 2.8 | 12.3 | 4.9 | 19.8 | 0.0 |
| S230540 | 4.5 | 3.3 | 12.9 | 5.5* | 21.2 | 4.6* |
| S230599 | 5.0 | 3.1 | 12.8 | 5.2 | 19.8 | 1.0 |
| S230611 | 4.2 | 3.0 | 12.1 | 5.2 | 19.4 | 0.4 |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ลูกผสม | น้ำหนัก 10 ฝักที่ดีที่สุด (กก.) | | ความหวาน (°บริกซ์) | ขนาดฝัก (ซม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทั้งเปลือก | ปอกเปลือก | | กว้าง | ยาว | ส่วนที่ไม่ติดเมล็ด |
| S230638 | 4.4 | 3.0 | 14.1 | 5.1 | 21.4 | 0.2 |
| S230649 | 3.8 | 2.6 | 15.5 | 5.0 | 19.4 | 0.0 |
| S230700 | 4.3 | 2.6 | 15.4 | 4.7* | 21.2 | 0.4 |
| S230706 | 4.0 | 2.8 | 14.7 | 4.8 | 20.8 | 0.8 |
| S230717 | 4.0 | 2.8 | 16.1 | 5.1 | 19.6 | 1.4 |
| S230726 | 3.5 | 2.3 | 15.3 | 5.2 | 17.4* | 0.4 |
| S230793 | 4.2 | 2.8 | 13.3 | 4.8 | 20.6 | 0.0 |
| S230804 | 4.3 | 3.0 | 14.4 | 4.7* | 21.2 | 0.8 |
| S230827 | 4.2 | 3.1 | 13.3 | 4.8 | 21.2 | 1.0 |
| S230897 | 3.1* | 2.2* | 15.0 | 4.8 | 17.5* | 1.6 |
| S230957 | 3.7 | 2.3 | 15.1 | 4.6* | 20.0 | 0.2 |
| S230959 | 3.4* | 2.2* | 14.7 | 4.6* | 20.6 | 0.2 |
| S230982 | 4.1 | 2.8 | 14.8 | 5.2 | 19.6 | 1.0 |
| S230984 | 4.1 | 2.8 | 14.0 | 5.0 | 20.2 | 0.2 |
| S230985 | 4.6 | 3.7 | 14.8 | 5.4 | 20.8 | 0.4 |
| S230986 | 4.5 | 3.2 | 12.8 | 5.1 | 18.8* | 0.6 |
| S231001 | 4.4 | 3.0 | 13.9 | 5.4 | 21.2 | 0.0 |
| S231007 | 4.2 | 3.7 | 14.2 | 4.6 | 22.2 | 2.2* |
| S231016 | 3.1* | 2.2* | 14.8 | 4.5 | 19.2 | 1.8 |
| S231024 | 3.8 | 2.5 | 15.5 | 4.7* | 20.8 | 0.0 |
| S231075 | 4.6 | 2.8 | 12.4 | 4.8 | 20.2 | 0.0 |
| S231078 | 4.8 | 3.3 | 12.2 | 5.0 | 22.6 | 1.8 |
| S231121 | 3.1* | 2.2* | 14.9 | 5.0 | 16.2* | 0.9 |
| S231144 | 4.2 | 2.8 | 13.4 | 5.3 | 19.4 | 0.6 |
| S231148 | 4.1 | 2.8 | 13.0 | 5.1 | 18.6* | 0.0 |
| S231149 | 4.6 | 3.1 | 11.8 | 5.3 | 19.2 | 0.0 |
| S231168 | 4.6 | 3.2 | 13.6 | 5.0 | 23.0 | 2.6* |
| S231170 | 4.4 | 2.8 | 14.9 | 4.9 | 20.6 | 0.0 |
| S231176 | 4.1 | 2.8 | 14.6 | 4.9 | 20.7 | 0.6 |
| S231195 | 4.3 | 2.8 | 13.0 | 4.9 | 20.2 | 0.0 |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ลูกผสม | น้ำหนัก 10 ฝักที่ดีที่สุด (กก.) | | ความหวาน | ขนาดฝัก (ซม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทั้งเปลือก | ปอกเปลือก | (°บริกซ์) | กว้าง | ยาว | ส่วนที่ไม่ติดเมล็ด |
| S231200 | 4.4 | 2.8 | 14.2 | 5.1 | 20.0 | 0.4 |
| ลูกผสมที่มีค่าต่ำสุดจาก 1,200 ลูกผสม | 2.4* | 1.7* | 11.0 | 4.2* | 15.8* | 0.0 |
| ลูกผสมที่มีค่าสูงสุดจาก 1,200 ลูกผสม | 5.1 | 3.7 | 17.3 | 5.5 | 23.0 | 4.6* |
| กวก.ชัยนาท 2 | 4.3 | 2.8 | 12.2 | 5.1 | 19.9 | 0.4 |
| ไฮบริกซ์ 59 | 4.4 | 2.9 | 13.7 | 5.1 | **21.8** | 0.4 |
| จัมโบ้สวีท | 4.3 | 2.8 | 14.2 | 5.0 | 21.1 | 1.5 |
| กวก.สงขลา 84-1 | 3.5 | 2.5 | **14.4** | 4.9 | 19.4 | 1.0 |
| ด๊อกเตอร์เป๊กหวาน1351 | 4.5 | 2.9 | 13.8 | 5.0 | 21.1 | 1.3 |
| ด๊อกเตอร์เป๊กหวาน 54 | **4.5**[1] | **3.2** | 14.0 | **5.2** | 19.8 | **0.1** |
| ค่าเฉลี่ย | 3.8 | 2.6 | 13.7 | 4.8 | 19.5 | 0.7 |
| C.V. (%) | 10.30 | 12.52 | 8.07 | 2.90 | 4.57 | 27.95 |

[1] พันธุ์การค้าเปรียบเทียบที่มีลักษณะดีที่สุด (ตัวอักษรหนา)

* แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้าที่มีลักษณะดีที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางที่ 2** ลูกผสม 18 ลูกผสมที่คัดเลือกจากน้ำหนักฝักและลักษณะทางการเกษตรที่สำคัญจากลูกผสมชุดที่ 2 ทั้งหมด 336 ลูกผสม เปรียบเทียบกับลูกผสมพันธุ์การค้า 6 พันธุ์ ทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ในฤดูต้นฝน ปี 2566

| ลูกผสม | น้ำหนัก 10 ฝักที่ดีที่สุด (กก.) | | ความหวาน (°บริกซ์) | ขนาดฝัก (ซม.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ทั้งเปลือก | ปอกเปลือก | | กว้าง | ยาว | ส่วนที่ไม่ติดเมล็ด |
| NC23003 | 4.3 | 2.6 | 14.8 | 4.9 | 19.7 | 1.6 * |
| NC23004 | 4.4 | 2.8 | 15.1 | 4.9 | 17.5 * | 2.0 * |
| NC23010 | 4.0 | 2.7 | 14.7 | 4.8 | 20.9 | 1.4 * |
| NC23015 | 4.0 | 2.8 | 14.7 | 4.6 * | 22.5 | 2.8 * |
| NC23020 | 4.1 | 2.6 | 13.7 * | 4.8 | 19.6 | 3.4 * |
| NC23021 | 4.2 | 2.8 | 15.0 | 4.7 | 21.3 | 2.0 * |
| NC23024 | 4.4 | 2.6 | 13.3 * | 4.5 * | 19.7 | 0.2 |
| NC23030 | 4.0 | 2.6 | 14.1 | 4.6 * | 21.1 | 0.2 |
| NC23036 | 4.5 | 2.6 | 13.5 * | 4.4 * | 22.5 | 1.4 * |
| NC23088 | 3.9 | 3.0 | 15.7 | 5.1 | 18.8 | 0.2 |
| NC23093 | 4.0 | 3.0 | 16.7 | 5.2 | 19.6 | 2.0 * |
| NC23143 | 4.1 | 2.9 | 16.9 | 5.2 | 20.9 | 2.6 * |
| NC23159 | 4.2 | 2.7 | 14.8 | 4.8 | 19.5 | 0.0 |
| NC23172 | 3.8 | 2.8 | 14.6 | 4.9 | 19.8 | 2.2 * |
| NC23187 | 4.0 | 2.7 | 16.5 | 4.7 | 20.2 | 0.0 |
| NC23215 | 3.9 | 2.6 | 15.7 | 4.5 * | 20.4 | 0.2 |
| NC23297 | 4.2 | 2.7 | 14.4 | 4.5 * | 22.1 | 2.2 * |
| NC23321 | 4.2 | 2.8 | 15.4 | 4.6 * | 19.8 | 2.4 * |
| ลูกผสมที่มีค่าต่ำสุดจาก 336 ลูกผสม | 2.1 * | 1.7 * | 12.4 * | 3.9 * | 14.2 * | 0.0 |
| ลูกผสมที่มีค่าสูงสุดจาก 336 ลูกผสม | 4.5 | 3.0 | 18.1 | 5.2 | 23.1 | 4.2 * |
| กวก.ชัยนาท 2 | 4.4 | 3.0 | 13.9 * | 5.1 | 18.7 * | **0.1** |
| ไฮบริกซ์ 59 | 4.3 | 2.8 | 14.2 * | 5.1 | 20.2 | 0.2 |
| จัมโบ้สวีท | 4.2 | 3.0 | 15.3 | 5.0 | 20.3 | 0.6 |
| กวก.สงขลา 84-1 | 3.4 * | 2.3 * | **15.7** | 4.7 * | 17.2 * | 0.5 |
| ด๊อกเตอร์เป็กหวาน1351 | **4.5**[1] | **3.0** | 15.4 | 5.1 | **20.5** | 0.5 |
| ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 54 | 4.2 | 2.8 | 15.0 | **5.2** | 19.9 | 0.2 |
| ค่าเฉลี่ย | 3.8 | 2.4 | 14.8 | 4.6 | 19.5 | 1.2 |
| C.V. (%) | 2.00 | 0.85 | 1.27 | 2.86 | 3.40 | 16.00 |

[1] พันธุ์การค้าเปรียบเทียบที่มีลักษณะดีที่สุด (ตัวอักษรหนา)

* แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์การค้าที่มีลักษณะดีที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

# การประเมินความต้านทานของข้าวโพดฝักสดสายพันธุ์ดีเด่นต่อเชื้อรา *Exserohilum turcicum* สาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

# Evaluation of Elite Vegetable Corn Lines for Resistance to Northern Corn Leaf Blight Disease Caused by *Exserohilum turcicum*


สุวรา วุฒิอำพล[1/] เชาวนาถ พฤทธิเทพ[2/] กัลยา วิธี[3/] ฉลอง เกิดศรี[1/] วรรษมน มงคล[1/]
ศิวิไล ลาภบรรจบ[4/] ภานุวัฒน์ ศิลปศักดิ์ขจร[1/] วลัยลักษณ์ พลพิชัย[1/]

Suwara Wutthiamphon[1/] Chaowanart Phruetthithep[2/] Kallaya Withee[3/]
Chalong Kerdsri[1/] Wassamon Mongkol[1/] Panuwat Sinlapasakkajohn[1/]
Siwilai Lapbanjob[4/] Walailak Ponpichai[1/]



## ABSTRACT

Northern corn leaf blight (NCLB) caused by *Exserohilum turcicum* is an important foliar disease that damaged yield loss of up to 50%. This research aimed to evaluate the resistance level of elite inbred lines and hybrids of waxy corn and sweet corn to NCLB. A randomized complete block design (RCB) with two replicates was conducted at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry season, 2023 using thirty-four elite inbred lines and twenty-one elite hybrids of waxy corn compared with nine commercial waxy corn hybrids, and twenty-five elite sweet corn hybrids compared with ten commercial sweet corn hybrids. The spreader row technique was carried out using Hibrix 3 as the outer rows of inoculation. At 28 days after planting, sixteen inbred lines and twelve hybrids of waxy corn showed resistance level (R) ranging of 8.0-10.0 and 8.1-9.9% of leaf area infected. Additionally, twenty-five sweet corn hybrids showed moderately resistance level (MR) ranged of 11.2-17.0%. At 55 days after planting, the NCLB disease severity was increased. Nine inbred lines and fourteen hybrids of waxy corn exhibited moderately resistance level ranged of 27.8-29.7 and



[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

[1/] Chai Nat Field Crops Research Center, Sapphaya, Chai Nat 17150

[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร. 10900

[2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok, 10900

[3/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[3/] Chiang Mai Field Crops Research Center, San-sai, Chiang Mai 50290

[4/] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 60190

[4/] Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Takfa, Nakhon Sawan 60190

25.1-30.0% while two check waxy corn varieties showed moderately resistance level (26.4-29.2%) and seven check waxy corn varieties showed moderately susceptible level (MS) (26.4-29.2%). Moreover, twenty-five sweet corn hybrids presented moderately susceptible level ranged of 40.9–61.1%. Similarly, ten check sweet corn varieties showed moderately susceptible level ranged of 44.9-67.8%.

**Keywords:** waxy corn, sweet corn, Northern corn leaf blight, resistance

**บทคัดย่อ**

โรคใบไหม้แผลใหญ่ (northern corn leaf blight) สาเหตุจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* เป็นโรคที่สำคัญ สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวโพดฝักสดได้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินระดับความต้านทานของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดหวานในสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น และลูกผสมดีเด่นต่อเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 ซ้ำ ใช้ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น จำนวน 34 สายพันธุ์ ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น จำนวน 21 ลูกผสม เปรียบเทียบกับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้าจำนวน 9 พันธุ์ และข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 25 ลูกผสม เปรียบเทียบกับข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้า จำนวน 10 พันธุ์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้งปี 2566 ผลการประเมินที่อายุ 28 วัน พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรด จำนวน 16 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 8.0-10.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม จำนวน 12 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 8.1-9.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทาน (R) และข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 25 คู่ผสม เป็นโรคระหว่าง 11.2-17.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง (MR) การประเมินที่อายุ 55 วัน พบว่า ความรุนแรงของโรค มีระดับเพิ่มมากขึ้น โดยข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรด จำนวน 9 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 27.8-29.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ และลูกผสม จำนวน 14 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 25.1-30.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง (MR) ในขณะที่พันธุ์เปรียบเทียบ จำนวน 2 พันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 26.4-29.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลาง (MR) และจำนวน 7 พันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 30.1-32.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลาง (MS) สำหรับข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นทั้ง 25 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 40.9-61.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลาง (MS) ให้ผลใกล้เคียงกับข้าวโพดหวานพันธุ์การค้า เป็นโรคระหว่าง 44.9-67.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ ที่มีระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS)

**คำหลัก:** ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดหวาน โรคใบไหม้แผลใหญ่ ความต้านทาน

## บทนำ

โรคใบไหม้แผลใหญ่ (northern corn leaf blight, NCLB) เกิดจากเชื้อรา *Exserohilum turcicum* เป็นโรคที่พบการระบาดทุกแหล่งของการปลูกข้าวโพดฝักสด ซึ่งอาการของโรคจะเกิดแผลไหม้ขนาดใหญ่ไปตามความยาวของใบจนเป็นแผลขนาดใหญ่ประมาณ 2-20 เซนติเมตร การเกิดโรคจะแสดงอาการที่ใบล่างก่อนแล้วลุกลามไปทั่วต้น ส่วนบนของรอยแผลจะมีกลุ่มสปอร์ของเชื้อราอยู่ด้านบน สามารถแพร่กระจายโดยการปลิวไปตามลมและน้ำ ทำให้ขนาดของการแพร่กระจายของเชื้อไปได้ไกล เมื่อมีอาการรุนแรงแผลจะขยายขนาดใหญ่ ทำให้ใบข้าวโพดไหม้ ไม่สามารถเกิดการสังเคราะห์แสงได้ จึงทำให้พืชไม่สมบูรณ์ และแห้งตายในที่สุด (จินตนา และคณะ, 2562; Wathaneeyawech *et al.,* 2015) ซึ่งความเสียหายนี้จะรุนแรงในระยะก่อนออกไหม และเมื่อใบบนเหนือฝักถูกทำลาย (Shurtleff, 1980) ความรุนแรงของโรคขึ้นกับระยะของพืชที่ถูกเข้าทำลาย ความรุนแรงของเชื้อสาเหตุ และสภาพแวดล้อม (Juliatti *et al.,* 2007) ซึ่งโรคนี้จะทำให้คุณภาพและผลผลิตลดลงได้มากกว่า 30-50 เปอร์เซ็นต์ (จินตนา และคณะ, 2562) ในการพัฒนา และปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักสด จึงจำเป็นต้องประเมินความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ทั้งในสายพันธุ์อินเบรด และลูกผสมดีเด่นเพื่อใช้เป็นข้อมูลลักษณะเฉพาะของพันธุ์ และเป็นข้อมูลสำหรับคัดเลือกแหล่งเชื้อพันธุกรรมที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความต้านทานของข้าวโพดข้าวเหนียวในสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น และลูกผสมดีเด่น และข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นต่อเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น จำนวน 34 สายพันธุ์ ลูกผสมดีเด่นจำนวน 21 ลูกผสม และข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์การค้า จำนวน 9 พันธุ์ ได้แก่ กวก.ชัยนาท 2 กวก.ชัยนาท 84-1 สวีทแว็กซ์ 254 สวีทไวโอเล็ท ข้าวเหนียวสองสี แปซิฟิค เบอร์ 1 แฟนซีสีม่วง 111 สวีทไวท์ 25 ไวโอเล็ทไวท์ 926 และบิ๊กไวท์ 852
2. ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 25 ลูกผสม และข้าวโพดหวานลูกผสมพันธุ์การค้า จำนวน 10 พันธุ์ ได้แก่ ไฮบริกซ์ 3 ไฮบริกซ์ 59 ไฮบริกซ์ 72 ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 56 ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1351 ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1796 ชูการ์ 75 อินทรี 2 กวก.สงขลา 84-1 และ กวก.ชัยนาท 2
3. เชื้อรา *Exserohilum turcicum*
4. อาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato Dextrose Agar (PDA) และ Water Agar (WA)
5. เมล็ดข้าวฟ่างสำหรับเลี้ยงขยายเชื้อรา
6. อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์สำหรับใช้ในการปลูกเชื้อรา
7. ปุ๋ยเคมี 15-15-15 และ 46-0-0
8. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรู

**วิธีการ**

การประเมินความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ดำเนินการที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรด และลูกผสมดีเด่น จำนวน 55 สายพันธุ์/ลูกผสม และพันธุ์การค้า 9 พันธุ์ เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ รวมทั้งสิ้น 66 สายพันธุ์/ลูกผสม และข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น จำนวน 25 ลูกผสม และพันธุ์การค้า จำนวน 10 พันธุ์ รวมทั้งสิ้น 35 ลูกผสม/พันธุ์

**การแยกเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่**

เก็บตัวอย่างใบข้าวโพดที่เป็นโรคใบไหม้แผลใหญ่จากแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ นำมาแยกเชื้อราที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท โดยวิธี tissue transplanting method (จินตนา, 2562) จากนั้น นำเส้นใยเชื้อราที่แยกได้มาเลี้ยงบนอาหาร WA และ PDA จนได้เชื้อบริสุทธิ์ ตรวจสอบเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และนำเชื้อที่ตรวจสอบมาพิสูจน์โรคตามวิธีการของ Koch (Koch's postulation) (คณาจารย์ภาควิชาโรคพืช. 2560) จากนั้นเลี้ยงเชื้อราเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อรา *E. turcicum* บนอาหาร PDA

**การเพิ่มปริมาณเชื้อเพื่อทดสอบการก่อโรค**

นำเชื้อรา *E. turcicum* เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 120 นาที บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนเชื้อราเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างเต็มที่แล้ว เขย่าถุงเพื่อให้เชื้อกระจายตัว ไม่เกาะกันเป็นก้อนแข็ง เพื่อใช้ในการปลูกเชื้อโดยวิธีหยอดลงที่ยอดข้าวโพดหวานต่อไป (พีระวรรณ และคณะ, 2554)

**การปลูกและดูแลรักษา**

การเตรียมแปลงแพร่กระจายเชื้อ โดยปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ซึ่งอ่อนแอต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ ใช้เป็นแถวสำหรับแพร่เชื้อ (spreader row) รอบนอกพื้นที่ทดลอง ปลูกเชื้อราสาเหตุโรค เมื่อข้าวโพดอายุ 2-3 สัปดาห์ ปลูกเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้แผลใหญ่โดยการหยอดยอดด้วยเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเชื้อราเจริญปกคลุมเต็มที่

ปลูกข้าวโพดตามกรรมวิธี เมื่อข้าวโพดแถวแพร่กระจายเชื้อแสดงอาการของโรคชัดเจน โดยปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวในพื้นที่แปลงย่อยขนาด 1.5x5.5 เมตร จำนวน 2 แถวต่อแปลงย่อย สำหรับในข้าวโพดหวานใช้พื้นที่แปลงย่อยขนาด 0.75x3.0 เมตร จำนวน 1 แถวต่อแปลงย่อย ใช้ระยะปลูก 75x25 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีรองพื้น 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่อข้าวโพดอายุ 25 และ 45 วัน หลังปลูก ดูแลรักษาตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร

**การประเมินการเป็นโรคและการจัดระดับความรุนแรงของการเกิดโรค**

บันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค และความรุนแรงของการเกิดโรคบนใบข้าวโพด เมื่อข้าวโพด อายุ 28 และ 55 วัน หลังปลูก ให้คะแนนการเป็นโรคตามวิธีของ Min *et al.* (2012) โดยจัดระดับความต้านทาน ดังนี้

ใบแสดงอาการเป็นโรค 0-3% ของพื้นที่ใบ = ต้านทานต่อโรคมาก (highly resistant: HR)

ใบแสดงอาการเป็นโรคมากกว่า 3-10% ของพื้นที่ใบ = ต้านทานต่อโรค (resistant: R)

ใบแสดงอาการเป็นโรค 11-30% ของพื้นที่ใบ = ต้านทานปานกลางต่อโรค (moderately resistant: MR)

ใบแสดงอาการเป็นโรค 31-70% ของพื้นที่ใบ = อ่อนแอปานกลางต่อโรค (moderately susceptible: MS)

ใบแสดงอาการเป็นโรคมากกว่า 70% ของพื้นที่ใบ = อ่อนแอต่อโรคมาก (highly susceptible: HS)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**ข้าวโพดข้าวเหนียว**

การประเมินที่อายุ 28 วัน พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดจำนวน 16 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 8.0-10.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (R) (ตารางที่ 1) และจำนวน 18 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 10.0-12.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MR) สำหรับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม พบว่า ลูกผสมดีเด่นจำนวน 12 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 8.1-9.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (R) และจำนวน 9 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 10.1-11.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MR) ในขณะที่ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ กวก.ชัยนาท 84-1 สวีทแว็กซ์ 254 สวีทไวโอเล็ท แฟนซีสีม่วง 111 สวีทไวท์ 25 และไวโอเล็ทไวท์ 926 เป็นโรค 9.2-10.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (R) และ พันธุ์ กวก.ชัยนาท 2 ข้าวเหนียวสองสี แปซิฟิค เบอร์ 1 และ บิ๊กไวท์ 852 เป็นโรคระหว่าง 10.3-10.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS)

การประเมินที่อายุ 55 วัน พบว่า สายพันธุ์อินเบรด จำนวน 9 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 27.8-29.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรค (MR) (ตารางที่ 1) และจำนวน 25 สายพันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 30.3-35.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS) สำหรับข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม พบว่า ลูกผสมดีเด่นจำนวน 14 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 25.1-30.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรค (MR) และจำนวน 7 ลูกผสม เป็นโรคระหว่าง 30.1-33.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS) ในขณะที่ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์เปรียบเทียบ พันธุ์ กวก.ชัยนาท 84-1 และ

ข้าวเหนียวสองสี แปซิฟิค เบอร์ 1 เป็นโรคระหว่าง 26.4-29.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรค (MR) และพันธุ์ กวก.ชัยนาท 2 สวีทแว็กซ์ 254 สวีทไวโอเล็ท แฟนซีสีม่วง 111 สวีทไวท์ 25 ไวโอเล็ทไวท์ 926 และบิ๊กไวท์ 852 เป็นโรคระหว่าง 30.1-32.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS)

**ข้าวโพดหวาน**

การประเมินที่อายุ 28 วัน พบว่า ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นจำนวน 25 คู่ผสม เป็นโรคระหว่าง 11.2-17.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MR) (ตารางที่ 2) ในขณะที่ข้าวโพดหวานพันธุ์การค้าจำนวน 10 พันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 14.6-21.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับต้านทานปานกลางต่อโรค (MR)

การประเมินที่อายุ 55 วัน พบว่า ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นทุกลูกผสมเป็นโรคระหว่าง 40.9–61.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS) ให้ผลใกล้เคียงกับข้าวโพดหวานพันธุ์การค้าทั้ง 10 พันธุ์ เป็นโรคระหว่าง 44.9-67.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ใบ จัดอยู่ในระดับอ่อนแอปานกลางต่อโรค (MS )

จากผลการทดลอง พบว่า การปลูกเชื้อราร่วมกับมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทำให้การแพร่ระบาดของโรคมีเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค และความรุนแรงของโรคที่เข้าทำลายข้าวโพดฝักสดเพิ่มขึ้นตามอายุของการเจริญเติบโตของพืช สอดคล้องกับการรายงานของ Wathaneeyawech *et al.* (2015) กล่าวว่า โรคนี้สามารถพบได้ตลอดทุกระยะการเจริญเติบโต สร้างความเสียหายต่อผลผลิตข้าวโพดมากถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับระยะที่พืชถูกเข้าทำลาย ความรุนแรงของโรคสภาพแวดล้อม และพันธุ์ โดยโรคจะมีความรุนแรงมากในฤดูแล้ง ถ้าเข้าทำลายในระยะออกดอก หรือก่อนระยะออกไหม สามารถสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ข้าวโพดฝักสดสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น และลูกผสมดีเด่นที่มีความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ทั้งในระดับต้านทาน (R) และต้านทานปานกลาง (MR) สามารถใช้เป็นข้อมูลลักษณะจำเพาะของพันธุ์ และใช้เป็นแหล่งความต้านทานต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดฝักสดต่อไปได้

## สรุปผลการทดลอง

1. ข้าวโพดข้าวเหนียวสายพันธุ์อินเบรดดีเด่น จำนวน 9 สายพันธุ์ มีระดับความต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MR) และ 25 สายพันธุ์ มีความอ่อนแอปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MS)

2. ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมดีเด่น จำนวน 14 ลูกผสม มีระดับความต้านทานปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MR )

3. ข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่น และพันธุ์การค้า ทุกลูกผสม มีความอ่อนแอปานกลางต่อโรคใบไหม้แผลใหญ่ (MS)

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

**เอกสารอ้างอิง**

คณาจารย์ภาควิชาโรคพืช. 2560. *บทปฏิบัติการโรคพืชวิทยาเบื้องต้น*. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 127 หน้า

จินตนา อันอาตม์งาม. 2562. *เทคนิควิจัยเชื้อราสาเหตุโรคพืช.* สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 166 หน้า.

จินตนา อันอาตม์งาม ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล จุฑาเทพ วัชรไชยศุปต์ พิสสวรรณ เจียมสมบัติ ษมาภร ภูวิธกรณ์ ไตรเดช ข่ายทอง บูรณี พั่ววงษ์แพทย์ ทิพวรรณ กันหาญาติ รุ่งนภา ทองเครั่ง อริษา จิตรติกรกุล และสุจินต์ ภัทรภูวดล. 2562. *เทคนิคการปลูกเชื้อโรคพืชเพื่อประเมินระดับความต้านทานของพืช*. สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย. 127 หน้า.

พีระวรรณ พัฒนวิภาส ทัศนาพร ทัศคร บูรณี พั่ววงษ์แพทย์.วัชรี วิทยวรรณกุล และศิวิไล ลาภบรรจบ. 2554. *การควบคุมโรคใบไหม้แผลใหญ่โดยชีววิธี.* หน้า 250-256. *ใน* : เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 35. วันที่ 24-27 พฤษภาคม 2554. ณ โรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพมหานคร.

Juliatti, F.C., A. M. Brandao, J.A. Santos and W.C. Luz. 2007. Fungicides in the aerial. part of maize crop: evolution of fungus diseases, losses, answers of hybrids and improvement of production quality. *Annual Review of Plant Pathology*. 15: 277-334.

Wathaneeyawech, S., P. Sirithunya and P. Smitamana. 2015. Study of the host rang of Northern Corn Leaf Blight disease and effect of *Exserohilum turcicum* toxin on sweet corn. *Journal of Agricultural Technology*. 11: 953-963.

Shurtleff, M.C. 1980. Compendium of Corn Diseases. The American Phytopathological Society. St.Paul, Minnesota. 105 pp.

**ตารางที่ 1** เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบเกิดโรค และระดับความรุนแรงของการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดข้าวเหนียวจำนวน 64 สายพันธุ์/ลูกผสม ที่อายุ 28 และ 55 วัน หลังปลูกเชื้อ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

| ลำดับ | สายพันธุ์/ลูกผสม | ชนิด | 28 วันหลังปลูกเชื้อ | | 55 วันหลังปลูกเชื้อ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค |
| 1 | PKAG01 | อินเบรด | 9.6 | R | 32.6 | MS |
| 2 | PKAG03 | อินเบรด | 9.3 | R | 30.9 | MS |
| 3 | PKAG10 | อินเบรด | 12.0 | MR | 35.2 | MS |
| 4 | SUWX01 | อินเบรด | 8.0 | R | 31.3 | MS |
| 5 | JPK805 | อินเบรด | 9.8 | R | 27.8 | MR |
| 6 | JPK817 | อินเบรด | 9.7 | R | 34.0 | MS |
| 7 | FEB201 | อินเบรด | 9.0 | R | 32.1 | MS |
| 8 | FEB201 | อินเบรด | 9.0 | R | 31.1 | MS |
| 9 | PM07 | อินเบรด | 10.6 | MR | 32.8 | MS |
| 10 | PM17 | อินเบรด | 9.2 | R | 31.1 | MS |
| 11 | EEB223 | อินเบรด | 10.4 | MR | 34.1 | MS |
| 12 | EEB204 | อินเบรด | 10.3 | MR | 28.7 | MR |
| 13 | PC01 | อินเบรด | 10.2 | MR | 30.3 | MS |
| 14 | PC03 | อินเบรด | 9.4 | R | 30.7 | MS |
| 15 | PC11 | อินเบรด | 10.5 | MR | 28.5 | MR |
| 16 | TWN08 | อินเบรด | 11.3 | MR | 33.3 | MS |
| 17 | EEB202 | อินเบรด | 10.7 | MR | 33.8 | MS |
| 18 | PC10 | อินเบรด | 10.0 | MR | 28.3 | MR |
| 19 | TWN66 | อินเบรด | 9.6 | R | 32.1 | MS |
| 20 | TWN48 | อินเบรด | 10.4 | MR | 35.1 | MS |
| 21 | MSM09 | อินเบรด | 10.1 | MR | 32.4 | MS |
| 22 | MSM10 | อินเบรด | 10.2 | MR | 34.0 | MS |
| 23 | MSM11 | อินเบรด | 10.6 | MR | 33.9 | MS |
| 24 | MSM17 | อินเบรด | 12.7 | MR | 35.9 | MS |
| 25 | MSM25 | อินเบรด | 10.7 | MR | 32.5 | MS |
| 26 | SMB01 | อินเบรด | 10.8 | MR | 32.6 | MS |
| 27 | SMB20 | อินเบรด | 9.5 | R | 29.4 | MR |
| 28 | MSM23 | อินเบรด | 9.5 | R | 31.1 | MS |
| 29 | SPK0903 | อินเบรด | 11.0 | MR | 31.3 | MS |
| 30 | A3063 | อินเบรด | 8.9 | R | 32.0 | MS |
| 31 | CHIWR11 | อินเบรด | 7.2 | R | 24.7 | MR |
| 32 | FD08(W) | อินเบรด | 9.3 | R | 26.3 | MR |
| 33 | M80 | อินเบรด | 10.0 | R | 29.7 | MR |
| 34 | FA305 | อินเบรด | 10.2 | MR | 28.4 | MR |
| 35 | CNW2080 | ลูกผสม | 8.6 | R | 28.7 | MR |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ลำดับ | สายพันธุ์/ลูกผสม | ชนิด | 28 วันหลังปลูกเชื้อ | | 55 วันหลังปลูกเชื้อ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค |
| 36 | CNW2082 | ลูกผสม | 10.5 | MR | 28.9 | MR |
| 37 | CNW2089 | ลูกผสม | 11.4 | MR | 30.1 | MS |
| 38 | CNW2182 | ลูกผสม | 9.6 | R | 30.8 | MS |
| 39 | CNW2144 | ลูกผสม | 8.1 | R | 27.4 | MR |
| 40 | CNW21010 | ลูกผสม | 11.0 | MR | 33.1 | MS |
| 41 | CNW21022 | ลูกผสม | 11.4 | MR | 32.1 | MS |
| 42 | CNW21025 | ลูกผสม | 9.7 | R | 29.4 | MR |
| 43 | CNW21117 | ลูกผสม | 10.4 | MR | 30.1 | MS |
| 44 | CNW21127 | ลูกผสม | 10.7 | MR | 29.4 | MR |
| 45 | CNW21165 | ลูกผสม | 10.7 | MR | 31.1 | MS |
| 46 | CNW21166 | ลูกผสม | 9.7 | R | 30.6 | MS |
| 47 | CNW21204 | ลูกผสม | 9.7 | R | 29.5 | MR |
| 48 | CNW21206 | ลูกผสม | 9.3 | R | 28.9 | MR |
| 49 | CNW21213 | ลูกผสม | 8.8 | R | 27.1 | MR |
| 50 | CNW21245 | ลูกผสม | 9.0 | R | 27.4 | MR |
| 51 | CNW21040 | ลูกผสม | 9.5 | R | 29.5 | MR |
| 52 | CNW21092 | ลูกผสม | 10.1 | MR | 30.0 | MR |
| 53 | CNW21235 | ลูกผสม | 9.9 | R | 25.1 | MR |
| 54 | CNW21251 | ลูกผสม | 10.3 | MR | 29.3 | MR |
| 55 | CNW22006 | ลูกผสม | 9.6 | R | 29.1 | MR |
| 56 | กวก.ชัยนาท 2 | ลูกผสม | 10.8 | MR | 30.1 | MS |
| 57 | กวก.ชัยนาท 84-1 | ลูกผสม | 9.2 | R | 28.0 | MR |
| 58 | สวีทแว็กซ์ 254 | ลูกผสม | 10.0 | R | 31.2 | MS |
| 59 | สวีทไวโอเล็ท | ลูกผสม | 9.9 | R | 31.9 | MS |
| 60 | ข้าวเหนียวสองสี แปซิฟิค เบอร์ 1 | ลูกผสม | 10.3 | MR | 28.8 | MR |
| 61 | แฟนซีสีม่วง 111 | ลูกผสม | 9.6 | R | 30.1 | MS |
| 62 | สวีทไวท์ 25 | ลูกผสม | 9.7 | R | 31.8 | MS |
| 63 | ไวโอเล็ทไวท์ 926 | ลูกผสม | 10.0 | R | 32.7 | MS |
| 64 | บิ๊กไวท์ 852 | ลูกผสม | 10.4 | MR | 30.3 | MS |

[1]ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค: 0-3% พื้นที่ใบเป็นโรค= ต้านทานมาก (HR), 3-10% พื้นที่ใบเป็นโรค = ต้านทาน (R), 11-30% พื้นที่ใบเป็นโรค = ต้านทานปานกลาง (MR), 31-70% พื้นที่ใบเป็นโรค = อ่อนแอปานกลาง (MS) และมากกว่า 70% พื้นที่ใบเป็นโรค = อ่อนแอมาก (HS)

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบเกิดโรค และระดับความรุนแรงของการเกิดโรคใบไหม้แผลใหญ่ของข้าวโพดหวานลูกผสมดีเด่นจำนวน 35 ลูกผสม ที่อายุ 28 และ 55 วัน หลังปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ในฤดูแล้ง ปี 2566

| ลำดับ | ลูกผสม | 28 วันหลังปลูกเชื้อ | | 55 วันหลังปลูกเชื้อ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค | % พื้นที่ใบเกิดโรค | ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค |
| 1 | SW2301 | 15.6 | MR | 59.8 | MS |
| 2 | SW2302 | 16.2 | MR | 50.2 | MS |
| 3 | SW2303 | 16.9 | MR | 61.1 | MS |
| 4 | SW2304 | 16.5 | MR | 58.1 | MS |
| 5 | SW2305 | 15.1 | MR | 56.0 | MS |
| 6 | SW2306 | 15.7 | MR | 53.2 | MS |
| 7 | SW2307 | 11.2 | MR | 44.4 | MS |
| 8 | SW2308 | 14.0 | MR | 40.9 | MS |
| 9 | SW2309 | 14.1 | MR | 45.1 | MS |
| 10 | SW23010 | 14.5 | MR | 48.3 | MS |
| 11 | SW23011 | 17.0 | MR | 46.9 | MS |
| 12 | SW23012 | 14.6 | MR | 46.7 | MS |
| 13 | SW23013 | 12.7 | MR | 54.0 | MS |
| 14 | SW23014 | 15.4 | MR | 56.7 | MS |
| 15 | SW23015 | 15.2 | MR | 52.6 | MS |
| 16 | SW23016 | 15.6 | MR | 50.2 | MS |
| 17 | SW23017 | 18.3 | MR | 54.7 | MS |
| 18 | SW23018 | 15.0 | MR | 54.6 | MS |
| 19 | SW23019 | 13.7 | MR | 49.2 | MS |
| 20 | SW23020 | 13.5 | MR | 56.7 | MS |
| 21 | SW23021 | 15.2 | MR | 47.4 | MS |
| 22 | SW23022 | 12.6 | MR | 52.9 | MS |
| 23 | SW23023 | 14.9 | MR | 46.9 | MS |
| 24 | SW23024 | 13.9 | MR | 50.8 | MS |
| 25 | SW23025 | 16.1 | MR | 55.4 | MS |
| 26 | ไฮบริกซ์ 3 | 14.7 | MR | 55.6 | MS |
| 27 | ไฮบริกซ์ 59 | 21.2 | MR | 67.8 | MS |
| 28 | ไฮบริกซ์ 72 | 16.5 | MR | 61.6 | MS |
| 29 | ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 56 | 16.1 | MR | 64.1 | MS |
| 30 | ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1351 | 16.3 | MR | 56.1 | MS |
| 31 | ด๊อกเตอร์เป็กหวาน 1796 | 14.6 | MR | 47.1 | MS |
| 32 | ชูการ์ 75 | 14.8 | MR | 54.8 | MS |
| 33 | อินทรี 2 | 18.1 | MR | 59.7 | MS |
| 34 | กวก.สงขลา 84-1 | 14.8 | MR | 44.9 | MS |
| 35 | กวก.ชัยนาท 2 | 17.4 | MR | 59.1 | MS |

[1]ระดับความรุนแรงของการเกิดโรค: 0-3% พื้นที่ใบเป็นโรค= ต้านทานมาก (HR), 3-10% พื้นที่ใบเป็นโรค = ต้านทาน (R), 11-30% พื้นที่ใบเป็นโรค = ต้านทานปานกลาง (MR), 31-70% พื้นที่ใบเป็นโรค = อ่อนแอปานกลาง (MS) และมากกว่า 70% พื้นที่ใบเป็นโรค = อ่อนแอมาก (HS)

# ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วเหลือง

# Efficiency of Integrated Fertilizer Application on Growth and Yield of Soybean

โสพิศ ใจปาละ[1/] จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[1/] ละอองดาว แสงหล้า[1/] กัลยา วิธี[1/]

Sopit Jaipala[1/] Jongrak Phunchaisri[1/] Laongdown Sangla[1/] Kallaya Whithee[1/]

## ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the efficiency of integrated fertilizer application on the growth and yield of soybean. It was conducted at the Chiang Mai Field Crops Research Center both in the dry and rainy seasons during 2019 - 2021. DOA Chiang Mai 60 variety was used in this experiment, and the design of 2 x 6 factorial in RCB with 3 replications was set. The application of DOA Rhizobium bio-fertilizer and six levels of combination between chemical and organic fertilizers were factors of the experiment. The results revealed that the soybean yield and growth had no interaction between the two factors.in both seasons. In the dry season, the chemical fertilizer with organic fertilizers treatments (cow manure, chicken manure, and compost) gave higher yield and growth (plant height) than non-organic fertilizer applications (523, 525, and 485 kg/rai, respectively) but it is not worth the investment in all treatments. While the application of Rhizobium bio-fertilizer only had the most cost-effective return on investment. In the rainy season, all treatments had no significance and were not worth the investment. The use of two fertilizer types had a similar tendency to the dry season. Therefore, using organic fertilizers could increase yield but it made a higher production cost. Farmers had an alternative way of reducing soybean production costs by producing their organic fertilizer. However, they could not be accessible for rhizobium bio-fertilizers due to their being availability for sale in the market.

**Keywords:** integrated fertilizer application, soybean, rhizobium biofertilizer, chemical fertilizer, organic fertilizers

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ 80 หมู่ 12 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[1/] Chiang Mai Field Crop Research Center 80 moo 12 Nong Han, Sansai, Chiangmai 50290

**บทคัดย่อ**

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยผสมผสานต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วเหลือง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 โดยใช้พันธุ์ กวก. เชียงใหม่ 60 วางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2 ระดับ ดังนี้ การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปัจจัยที่ 2 คือ การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตและการเจริญเติบโตทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ในฤดูแล้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 523 525 และ 485 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ใส่แต่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว ในฤดูฝนพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เช่นเดียวกับฤดูแล้ง และทุกกรรมวิธีไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ แต่มีต้นทุนการผลิตสูง หากเกษตรกรมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้เองก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้และเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตถั่วเหลือง ส่วนการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมยังมีข้อจำกัด คือ เกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงได้ เนื่องจากไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

**คำหลัก:** การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสาน ถั่วเหลือง ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์

**บทนำ**

การปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ปุ๋ยถือว่าเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมี เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชในปริมาณสูง ใช้ในปริมาณน้อยก็เพียงพอต่อความต้องการของพืช สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้เร็ว มีธาตุอาหารครบถ้วน แต่หากปลูกพืชอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงดิน ตลอดจนการจัดการดินที่ไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงและมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืชลดลง การปลูกถั่วเหลืองก็เช่นกัน หากเกษตรกรปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ไม่มีการปรับปรุงดิน ก็จะทำให้ดินขาดอินทรียวัตถุ และมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

ถั่วเหลือง รวมทั้งในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น แนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีคุณสมบัติในการปรับโครงสร้างของดินทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ในการใช้ธาตุอาหารและปุ๋ยที่ใส่ให้แก่ต้นพืช รวมทั้งการใช้ธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง จะใช้ชนิดและอัตราใดขึ้นอยู่กับชนิดและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยวิเคราะห์จากค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในพืชไร่ จะทำการหว่านให้ทั่วแปลงแล้วไถคราดกลบ โดยใช้อัตรา 1-1.5 ตันต่อไร่ ในปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลไก่ใช้อัตรา 0.3-1.0 ตันต่อไร่ (สมปองและคณะ, 2550; กรมวิชาการเกษตร, 2547 ) ส่วนการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถช่วยประหยัดเงินลงทุนการใช้ปุ๋ยได้มาก เป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ (สุวพันธ์, 2541) นอกจากนี้การนำปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมาใช้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตลง (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง เพื่อให้ดินมีความอุดมสมบรูณ์เหมาะต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน และเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

1. ถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60
2. ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 0-42-0 และ 0-0-60
3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม
4. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก
5. สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูพืช

**วิธีการ**

ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ในฤดูแล้งและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์กวก.เชียงใหม่ 60 วางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัยดังนี้ ปัจจัยที่ 1 การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2 ระดับ คือ การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปัจจัยที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการเตรียมดินโดยไถพรวนและเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีจากนั้นเตรียมแปลงและแบ่งแปลงเป็นแปลงย่อย ขนาด 4 x 6 เมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่กำหนดโดยหว่านบนแปลงแล้วกลบ ก่อนปลูกคลุกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเมทาแลกซิลเพื่อป้องกันโรคราน้ำค้าง สำหรับกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ใช้อัตรา 1 ถุงต่อเมล็ดพันธุ์ 12 กิโลกรัมคลุกเมล็ดก่อนปลูก ทำการปลูกถั่วเหลืองโดยหยอด 4-5 เมล็ดต่อหลุม ระยะปลูก 50 X 20 เซนติเมตร หลังจากงอกแล้ว

ถอนแยกให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม เมื่อถั่วเหลืองอายุได้ประมาณ 15-20 วันหลังงอก ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยโรยข้างแถวพร้อมพูนโคนต้น และปฏิบัติดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองถึงระยะสุกแก่ (R8) พื้นที่เก็บเกี่ยว 2 x 4 เมตร บันทึกข้อมูลดังนี้ สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโต (ความสูงต้น) ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz *et al.,* 2004)

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### สมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า แปลงทดลองมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในระดับเป็นกลาง คือ 6.6 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (%OM) 0.64 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) อยู่ในระดับสูงมาก 146 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) อยู่ในระดับปานกลาง 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนผลวิเคราะห์ดินหลังการทดลองฤดูฝน ปี 2564 พบว่า กรรมวิธีส่วนใหญ่ดินมีค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ลดลงจากก่อนการทดลอง โดยมีค่าความเป็นกรดด่างในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง คือ 6.0-7.5 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง (0.34-2.24 %) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) อยู่ในระดับสูงมาก 74-452 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับต่ำสูง (18-73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 1) จากผลวิเคราะห์ดินในทั้ง 3 ปี ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) สมบัติทางเคมีของดิน ยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้นนั้น จะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน และต่อเนื่อง รวมทั้งใช้ปริมาณมาก

### ผลการทดลองฤดูแล้งปี 2562-2564

**ความสูงต้น** ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยในการทดลองทั้งสามปี โดยในปี 2562 ต้นถั่วเหลืองมีความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยมีความสูงเฉลี่ย 45.3 เซนติเมตร ปี 2563 และ 2564 พบว่าต้นถั่วเหลืองมีความสูงแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) ในปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เท่านั้น โดยกรรมวิธีที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงมากที่สุด คือ 59.1 และ 59.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ปี 2563) และ 57.5 และ 57.7 เซนติเมตร ตามลำดับ (ปี 2564)

แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2) ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดลองทั้งสามปี เห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Li *et al*.,2007; Jin, 1997)

**ผลผลิต** ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยในการทดลองทั้งสามปี ในปี 2562 และ 2563 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) ของผลผลิตเฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยปี 2562 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 545 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (526 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตน้อยที่สุด 403 กิโลกรัมต่อไร่ ปี 2563 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 543 563 และ 555 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในปี 2564 ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติในทั้งสองปัจจัย โดยมีค่าเฉลี่ย 456 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาผลผลิตในทั้งสามปี จะเห็นได้ว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 523 525 และ 485 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Zhu *et al*., (2010) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีรวมกันในสัดส่วนที่แตกต่างกันมีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 50% และปุ๋ยเคมี 50% ให้ผลผลิตสูงสุดเพิ่มขึ้น 44.7% และ 32.2% เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยทั่วไป เช่นเดียวกับ Yamika and Ikawati พบว่า การผสมระหว่างปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง โดยการผสมปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 225 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ 1 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับทำให้ได้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงสุดเท่ากับ 3.51 ตันต่อเฮกตาร์ และการรวมกันนี้ยังเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง 41% เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยอนินทรีย์เพียงอย่างเดียวที่ปริมาณ 75 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ – อนินทรีย์สามารถยืดระยะเวลาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและเพิ่มความสูง กิ่งก้านฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ดน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ผลผลิตโปรตีนและไขมันของถั่วเหลือง โดยการใส่ปุ๋ยปุ๋ยอินทรีย์ – อนินทรีย์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ – อนินทรีย์ ไม่เพียงแต่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองด้วย ปุ๋ยชีวภาพสามารถปรับปรุงคุณภาพของถั่วเหลืองได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความสามารถในการเพิ่มผลผลิตจะคล้ายกับปุ๋ยเคมี

(Li *et al.*,2007) ซึ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตถั่วเหลืองที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้ แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้องใช้ในปริมาณมาก ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน หากเกษตกรมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้เองจึงจะช่วยลดต้นทุนการผลิต ส่วนการใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมไม่มีผลต่อผลผลิต ถึงแม้ว่าดินที่ปลูกถั่วเหลืองจะมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำก็ตาม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดินที่ปลูกมีปริมาณไรโซเบียมเดิมอยู่ก่อนแล้วทำให้การใช้ไรโซเบียมไม่ได้ผล เพราะพื้นที่ที่ใช้วิจัยมีการปลูกถั่วเหลืองมาอย่างต่อเนื่อง

**จำนวนฝักต่อต้น** พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยในการทดลองทั้งสามปี โดยในปี 2562 พบความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีจำนวนฝักมากที่สุด คือ 36.7 ฝัก เมื่อพิจารณาด้านการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 38.6 ฝัก แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (36.5 และ 37.1 ฝัก ตามลำดับ) ปี 2563 จำนวนฝักต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองปัจจัย โดยมีค่าเฉลี่ย 35.1 ฝัก และปี 2564 จำนวนฝักต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 43.4 และ 44.4 ฝัก ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 2)

**น้ำหนัก 100 เมล็ด** พบว่า ในทั้งสามปีไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย แต่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เท่านั้น โดยปี 2562 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด (18.0 18.1 และ 18.1 กรัม ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (17.7 กรัม) ปี 2563 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด (17.4 และ 17.6 กรัม ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (17.0 กรัม) และปี 2564 กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด คือ 17.1 กรัม

แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (16.8 กรัม) (ตารางที่ 2)

**ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์** จากผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้งสามปี ราคาขายเมล็ดถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 17.37 บาท (ราคาเฉลี่ยในเดือนเมษายน 2562 2563 และ 2564) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) พบว่า กรรมวิธีที่มีอัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (VCR) มากกว่า 2 คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว มีค่า VCR เท่ากับ 17.4 ดังนั้นกรรมวิธีนี้จึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ มีค่า VCR อยู่ระหว่าง -1.2 ถึง 1.9 จึงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (ตารางที่ 3) เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้งสามปีที่ได้จะเห็นว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลลิตสูง แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้องใช้ในปริมาณมาก ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มค่าตอการลงทุน

**ผลการทดลองฤดูฝนปี 2562 และ 2564**

**ความสูงต้น** พบว่า ปี 2562 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีความสูงเฉลี่ย 99.2 เซนติเมตร ในปี 2564 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เท่านั้น โดยกรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงมากที่สุด คือ 106.5 เซนติเมตร และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 4)

**ผลผลิต** พบว่าในทั้งสองปีไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 437 และ 233 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**จำนวนฝักต่อต้น** พบว่า ปี 2562 ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 38.7 ฝัก ในปี 2564 พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยกรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 47.1 และ 46.3 ฝักต่อต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (45.8 ฝักต่อต้น) (ตารางที่ 6)

**น้ำหนัก 100 เมล็ด** พบว่า ในทั้งสองปีไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 17.0 และ 14.7 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์** จากผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้งสองปี ราคาขายเมล็ดถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 15.37 บาท (ราคาเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายน 2562 และ 2564 ) พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่า VCR อยู่ระหว่าง- 33.2 ถึง 0.5 (ตารางที่ 5) จึงไม่มีกรรมวิธีใดที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

## สรุปผลการทดลอง

1. ฤดูแล้ง ผลผลิตและการเจริญเติบโตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 523 525 และ 485 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว

2. ฤดูฝน ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่มีแนวโน้มว่ากรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนเช่นเดียวกับฤดูแล้ง และทุกกรรมวิธีไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

3. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตถั่วเหลืองที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้ แต่เกษตรกรต้องผลิตปุ๋ยอินทรีย์เองเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต

4. การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในฤดูแล้งมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่ยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เนื่องจากไม่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด

## คำขอบคุณ

ผู้ดำเนินการวิจัยและคณะขอขอบพระคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว) งบประมาณในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2541. การวิเคราะห์ดิน และพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงค์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 141 หน้า

สมปอง หมื่นแจ้ง, สุวพันธ์ รัตนะรัต, สมบรูณ์ ประภาพรรณพงศ์, ภาวนา ลิกขนานนท์, และ ไพฑูรย์ พูลสวัสดิ์. 2550. คู่มือ ปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับนักวิชาการ), โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ถั่วเหลือง: ราคาถั่วเหลืองคละรายเดือนที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ทั้งประเทศ ปี 2542 - 2564. แหล่งข้อมูล: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/soybeans.pdf. สืบค้น: 21 ธันวาคม 2564.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2541. การจัดการดิน ปุ๋ยและไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง ใน อรอนันต์ เลขะกุล, พรรณนีย์ วิชชาชู, ประเวศ แสงเพรช, สมศักดิ์ ทองศรี, อิสิวีฒน์ บีณฑราภิวัฒน์, และ อมรา เวียงวีระ (บ.ก.) ,เอกสารวิชาการถั่วเหลือง. (น. 39-54). กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์

Bray II, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Jin Ping. 1997. Influence of Organic Manure Combination with Chemical Fertilizers on Grain Yeild and Quality of Soybean. Available at: https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-HLJN702.001.htm. Accessed: April 23, 2021

Li Minglei; Gu Jie and Gao Hua. 2007. Effects of different organic fertilizer on plant character, quality and yield of soybean. Journal of Northwest A & F University - Natural Science Edition, 2007, Vol. 35, No. 9, 67-72

Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity. pp. 914-926. In Methods of Soil Analysis Part 2. C.A. Black (ed.) American society of Agronomy, Inc., Publisher. USA

Pervaiz Z., Hussain K., Kazmi S.S.H. and Gill K.H. (2004). Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. *International Journal of Agriculture & Biology* 6 (3): 455–457.

Walkley, A. and I.A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. Soil. Sci. Amer. Proc. 63: 257.

Yamika W.S.D. and K.R. Ikawati. 2012. Combination Inorganic and Organic Fertilizer increased Yield Production of Soybean in Rain-Field Malang, Indonesia. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 6 (1): 14-17

Zhu Bao-guo, YU Zhong-he, WANG Nan-nan and MENG Qing-ying. 2010. Effect of Different Proportion Combined Application of Organic and Chemical Fertilizer on Soybean Yield and Quality. Available at: https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-DDKX201001028.htm. Accessed: April 23, 2021

**ตารางที่ 1** สมบัติทางเคมีของดิน ณ. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ก่อนปลูกถั่วเหลือง ปี 2562 และหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ในฤดูฝน ปี 2564

| กรรมวิธี | สมบัติทางเคมีของดิน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | pH [1] | OM (%)[2] | Avai P (mg/kg) [3] | Avai K (mg/kg) [4] |
| ก่อนปลูกถั่วเหลือง ปี 2562 | 6.6 | 0.64 | 146 | 41 |
| หลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในฤดูฝน 2564 | | | | |
| 1. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 6.5 | 0.37 | 74 | 18 |
| 2. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 6.4 | 0.40 | 107 | 36 |
| 3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 6.5 | 0.34 | 118 | 24 |
| 4. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 6.6 | 0.40 | 131 | 57 |
| 5. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 7.5 | 1.17 | 398 | 64 |
| 6. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 7.0 | 0.57 | 131 | 50 |
| 7. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 6.6 | 2.24 | 113 | 36 |
| 8. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 6.3 | 0.67 | 120 | 30 |
| 9. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 6.0 | 0.44 | 105 | 36 |
| 10. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 6.6 | 0.64 | 172 | 67 |
| 11. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 7.2 | 0.84 | 452 | 68 |
| 12. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 6.9 | 0.77 | 194 | 73 |

[1] Peech (1965), [2] Walkley and Black (1947), [3] Bray and Kurtz. (1945) and [4] Jongrak (2541)

**ตารางที่ 2** ความสูงต้น ผลผลิต จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน ณ. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2562-2564

| กรรมวิธี | ความสูงต้น (ซม.) | | | ผลผลิต (กก./ไร่) | | | | จน.ฝัก/ต้น | | | นน.100 เมล็ด. (กรัม) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2562 | 2563 | 2564 | 2562 | 2563 | 2564 | เฉลี่ย | 2562 | 2563 | 2564 | 2562 | 2563 | 2564 |
| *ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (A)* | | | | | | | | | | | | | |
| 1. ใส่ | 44.7 | 57.4 | 54.0 | 466 | 517 | 458 | 480 | 32.1 b | 35.4 | 37.9 | 17.6 | 17.0 | 16.5 |
| 2. ไม่ใส่ | 45.8 | 56.6 | 52.6 | 460 | 500 | 454 | 471 | 36.7 a | 34.8 | 39.2 | 17.7 | 16.8 | 16.6 |
| *ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (B)* | | | | | | | | | | | | | |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย | 43.7 | 56.0 abc | 51.6 b | 403 c | 473 b | 438 | 438 | 27.8 d | 32.2 | 34.8 bc | 17.2 bc | 17.0 ab | 17.1 a |
| 2. ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 42.5 | 54.3 c | 50.1 b | 418 c | 432 b | 448 | 433 | 34.3 bc | 36.6 | 35.5 bc | 16.8 c | 16.2 b | 16.0 c |
| 3. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 44.2 | 55.4 bc | 49.0 b | 441 bc | 482 b | 422 | 448 | 32.2 c | 35.9 | 33.4 c | 18.0 a | 16.2 b | 16.4 bc |
| 4. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 46.1 | 59.1 a | 57.5 a | 545 a | 543 a | 481 | 523 | 36.5 ab | 34.9 | 43.4 a | 18.1 a | 17.4 a | 16.8 ab |
| 5. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 47.6 | 57.9 ab | 53.7 ab | 526 ab | 563 a | 487 | 525 | 37.1 ab | 35.6 | 44.4 a | 17.7 ab | 17.6 a | 16.3 c |
| 6. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 47.4 | 59.4 a | 57.7 a | 442 bc | 555 a | 459 | 485 | 38.6 a | 35.4 | 40.1 ab | 18.1 a | 17.0 ab | 16.5 bc |
| ค่าเฉลี่ย | 45.3 | 57.0 | 53.3 | 463 | 508 | 456 | | 34.4 | 35.1 | 38.6 | 17.6 | 16.9 | 16.5 |
| F-test A | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | ** | ns | ns | ns | ns | ns |
| F-test B | ns | * | ** | * | ** | ns | | ** | ns | ** | * | * | ** |
| F-test A*B | ns | ns | ns | ns | ns | ns | | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 7.6 | 5.2 | 8.5 | 17.1 | 9.6 | 13.1 | | 9.9 | 12.5 | 12.6 | 3.9 | 4.2 | 2.5 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 3** ผลผลิต รายได้ รายได้เพิ่มจากการใส่ปุ๋ย ต้นทุนปุ๋ยเคมี และ อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (VCR) ของถั่วเหลืองพันธุ์ กวก. เชียงใหม่ 60 ที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน ณ. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2562-2564

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) [1] | รายได้เพิ่มจากการใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่) | ต้นทุนปุ๋ยเคมี (บาท/ไร่) [2] | VCR[3] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 417 | 7,382 | | - | |
| 2. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 397 | 7,348 | - 35 | 648 | -0.1 |
| 3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 439 | 6,983 | - 400 | 324 | -1.2 |
| 4. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 529 | 8,598 | 1,216 | 2,018 | 0.6 |
| 5. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 501 | 8,199 | 816 | 1,013 | 0.8 |
| 6. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 500 | 8,807 | 1,424 | 5,324 | 0.3 |
| 7. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 434 | 7,817 | 434 | 25 | 17.4 |
| 8. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 454 | 8,251 | 869 | 458 | 1.9 |
| 9. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 446 | 7,678 | 295 | 242 | 1.2 |
| 10. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 498 | 8,112 | 730 | 1,935 | 0.4 |
| 11. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 537 | 8,720 | 1,337 | 930 | 1.4 |
| 12. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 455 | 7,139 | - 243 | 5,185 | 0.0 |

[1] ราคาขายถั่วเหลือง 17.37 บาท/กก. (www.oae.go.th (25 ตุลาคม 2564), ราคาเฉลี่ย 3 ปี ในเดือนเมษายน (2562 2563 และ 2564)

[2] ราคาปุ๋ยชีวภาพ: ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม = 25 บาท/ถุง (1 ถุง/เมล็ดพันธุ์ 10-12 กก.); ราคาปุ๋ยเคมี: 46-0-0 = 11 บาท/กก. 0-46-0 = 19 บาท/กก. และ 0-0-60 = 15.8 บาท/กก; ราคาปุ๋ยอินทรีย์: ปุ๋ยมูลวัว = 1.75 บาท/กก. ปุ๋ยมูลไก่ไข่ = 1.49 บาท/กก. Compost = 5 บาท/กก.

[3] อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

**ตารางที่ 4** ความสูงต้น ผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน ณ. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูฝน ปี 2562 และ 2564

| กรรมวิธี | ความสูงต้น (ซม.) | | ผลผลิต (กก./ไร่) | | จน.ฝัก/ต้น | | นน.100 เมล็ด. (กรัม) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2562 | 2564 | 2562 | 2564 | 2562 | 2564 | 2562 | 2564 |
| *ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (A)* | | | | | | | | |
| 1. ใส่ | 98.0 | 96.8 | 432 | 231 | 37.9 | 38.9 | 17.0 | 14.4 |
| 2. ไม่ใส่ | 100.5 | 98.1 | 442 | 234 | 39.5 | 42.1 | 17.0 | 14.9 |
| *ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (B)* | | | | | | | | |
| 1. ไม่ใส่ปุ๋ย | 99.8 | 89.9 c | 411 | 251 | 37.9 | 35.6 c | 16.5 | 15.0 |
| 2. ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 97.0 | 94.7 bc | 452 | 212 | 33.0 | 30.9 c | 16.6 | 15.0 |
| 3. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 94.0 | 91.7 bc | 375 | 201 | 35.9 | 37.3 bc | 16.0 | 14.5 |
| 4. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 100.0 | 100.9 ab | 462 | 233 | 44.2 | 45.8 ab | 17.4 | 14.5 |
| 5. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 101.2 | 101.2 ab | 495 | 243 | 40.3 | 46.3 a | 18.2 | 14.5 |
| 6. ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 103.8 | 106.5 a | 427 | 256 | 40.8 | 47.1 a | 17.3 | 14.6 |
| ค่าเฉลี่ย | 99.2 | 97.5 | 437 | 233 | 38.7 | 40.5 | 17.0 | 14.7 |
| F-test A | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| F-test B | ns | * | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| F-test A*B | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| C.V. (%) | 7.0 | 8.9 | 20.8 | 17.9 | 16.1 | 17.7 | 5.0 | 10.3 |

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ, * = มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P< 0.05, ** = มีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง P< 0.01

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 5** ผลผลิต รายได้ รายได้เพิ่มจากการใส่ปุ๋ย ต้นทุนปุ๋ยเคมี และ อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (VCR) ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่มีการใส่ปุ๋ยแตกต่างกัน ณ. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูฝน ปี 2562 และ 2564

| กรรมวิธี | ผลผลิต (กก./ไร่) | รายได้ (บาท/ไร่) [1] | รายได้เพิ่มจากการใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่) | ต้นทุนปุ๋ยเคมี (บาท/ไร่) [2] | VCR[3] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 359 | 5,518 | | - | |
| 2. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 357 | 5,487 | - 31 | 648 | 0.0 |
| 3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 281 | 4,319 | - 1,199 | 324 | - 3.7 |
| 4. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 334 | 5,134 | - 384 | 2,018 | - 0.2 |
| 5. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 348 | 5,349 | - 169 | 1,013 | - 0.2 |
| 6. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 351 | 5,395 | - 123 | 5,324 | - 0.0 |
| 7. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม | 305 | 4,688 | - 830 | 25 | - 33.2 |
| 8. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน | 307 | 4,719 | - 799 | 458 | - 1.7 |
| 9. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน | 295 | 4,534 | - 984 | 242 | - 4.1 |
| 10. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 362 | 5,564 | 46 | 1,935 | 0.0 |
| 11. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ | 391 | 6,010 | 492 | 930 | 0.5 |
| 12. ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม + ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ | 332 | 5,103 | - 415 | 5,185 | - 0.1 |

[1] ราคาขายถั่วเหลือง 15.37 บาท/กก. (www.oae.go.th (21 ธันวาคม 2564), ราคาเฉลี่ย 2 ปี ในเดือนพฤศจิกายน (2562 และ 2564)

[2] ราคาปุ๋ยชีวภาพ: ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม = 25 บาท/ถุง (1 ถุง/เมล็ดพันธุ์ 10-12 กก.); ราคาปุ๋ยเคมี: 46-0-0 = 11 บาท/กก. 0-46-0 = 19 บาท/กก. และ 0-0-60 = 15.8 บาท/กก; ราคาปุ๋ยอินทรีย์: ปุ๋ยมูลวัว = 1.75 บาท/กก. ปุ๋ยมูลไก่ไข่ = 1.49 บาท/กก. ปุ๋ยหมัก = 5 บาท/กก.

[3] อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

# ผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองในชุดดินสันทราย

# Effects of Compost on Yield and Quality of Soybean in San Sai Soil Series.

**วรกานต์ ยอดชมภู[1/] โสพิศ ใจปาละ[1/] จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี[1/] อัจฉรา ซอวงค์[1/]**

**Worakarn Yodchompoo[1/] Sopit Jaipala[1/] Jongrak Phunchaisri[1/] Audchara Sorwong[1/]**

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to investigate the effects of compost on the yield and quality of soybeans in the San Sai soil series. The experiment was conducted at Chiang Mai Field Crops Research Center (CMFCRC) in the dry season, 2022 and 2023. The experiment was designed in Randomized Complete Blocks (RCB) with 4 replications. The treatments consisted of five compost rates, namely 0, 500, 1,000, 1,500 and 2,000 kg /rai. The results show that the application of compost at the rate of 1,500 kg /rai in the dry season, 2022 and 2023 has a response of soybean DOA Chiang Mai 60 to the highest yield were 265 and 382 kg/rai respectively. Besides, for seed quality testing in the dry season, 2022 and 2023 all compost applied showed the average seed germination and seed vigor were not different. Which is in the seed standard of The Department of Agriculture. In addition, the economic return was analyzed by the value to cost ratio (VCR). It was found that the use of all compost applied in the dry season, 2022 and 2023 has an economic return with VCR less than 1. Therefore, it may still not provide a return that is not worth the investment.

**Keywords:** Compost, Yield, Quality, Soybean, San Sai Soil Series

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองในชุดดินสันทราย ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Blocks (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย อัตราการใส่ปุ๋ยหมัก มี 4 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ปุ๋ยหมักอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ปุ๋ยหมักอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 5) ปุ๋ยหมักอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566 พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1,500

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ 80 หมู่ 12 ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[1/] Chiang Mai Field Crop Research Center 80 moo 12 Nong Han, Sansai, Chiangmai 50290

กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 มีการตอบสนองต่อปุ๋ยหมักในการให้ผลผลิตสูงสุด 265 และ 382 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราให้ค่าเฉลี่ยของความงอก และความแข็งแรงเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งอยู่ในระดับมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ในขณะที่การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR) วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ยหมัก พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในทุกอัตราให้ค่าดังกล่าวน้อยกว่า 1 จึงอาจยังให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

**คำหลัก:** ปุ๋ยหมัก ผลผลิต คุณภาพ ถั่วเหลือง ชุดดินสันทราย

## บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นแหล่งอาหารโปรตีนจากพืชที่สำคัญ การที่จะเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองจำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารในดิน ซึ่งในการจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองนั้นอาจจำเป็นต้องมีแหล่งสำรองธาตุอาหาร จากการใส่อินทรียวัตถุในดิน แหล่งของอินทรียวัตถุที่หาได้ง่ายและเป็นผลพลอยได้ในท้องถิ่น คือ ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยหมักจากเศษพืชเหลือใช้ ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่ถูกปลดปล่อยออกมาให้แก่ต้นพืชอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ ปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารหลักอยู่น้อยกว่าปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยหมักมีข้อดีกว่าตรงที่ ปุ๋ยหมักยังเป็นแหล่งธาตุอาหารเสริมชนิดอื่น ๆ อีก เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมงกานีส โบรอน ทองแดง โมลิบดีนัม ฯลฯ ซึ่งปกติแล้วปุ๋ยเคมีจะไม่มี หรือมีเพียงบางธาตุเท่านั้นแร่ธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยกว่าธาตุอาหารหลัก ดังนั้น ในการจัดการธาตุอาหารโดยการใส่อินทรียวัตถุในรูปปุ๋ยหมักจึงมีความสำคัญในการเพิ่มศักยภาพของดิน การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน และการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเป็นประโยชน์ต่อพืชในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองในชุดดินสันทราย ได้ทำการศึกษาผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลือง ในชุดดินสันทราย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแนะนำเรื่องของการใช้ปุ๋ยหมักในการผลิตถั่วเหลืองต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วิธีการดำเนินการวิจัย

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ปุ๋ยหมักอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ปุ๋ยหมักอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ปุ๋ยหมักอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และ 5) ปุ๋ยหมักอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูก เตรียมดินโดยไถพรวน จากนั้นเตรียมแปลงทดลอง ขนาดแปลงย่อย 3 x 5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 50 เซนติเมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2 x 4 เมตร ใส่ปุ๋ยหมักครั้งแรกอัตราครึ่งหนึ่งของอัตราที่กำหนดในกรรมวิธี (แบ่งใส่ 2 ครั้ง) โดยหว่านบนหน้าแปลงพร้อมสับกลบ คลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ก่อนปลูกด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม อัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10-12 กิโลกรัม ผสมกับสารป้องกันโรคปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ระยะปลูก 50 x 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 4-5 เมล็ดต่อหลุม หลังจากงอกแล้วถอนแยกให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม เมื่อถั่วเหลืองอายุ 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อีกครึ่งอัตราที่เหลือของอัตราในแต่ละกรรมวิธี โดยโรยข้างแถวในขณะที่ดินมีความชื้นแล้วพรวนดินกลบโคนต้น ปฏิบัติดูแลรักษาแปลงทดลองตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เก็บเกี่ยวเมื่อฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของต้น

การบันทึกข้อมูล

1. ลักษณะการเกษตร ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และความชื้นเมล็ด

2. ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด

3. ข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์สมบัติของดิน ข้อมูลคุณภาพเมล็ด (เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี) และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (ความงอก และความแข็งแรงเมล็ด)

4. ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ โดยวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR) (Pevaiz *et al*., 2004) คือ สัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้ (ในที่นี้จะไม่คิดต้นทุนในเรื่องของแรงงาน) และ อื่น ๆ

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

ระยะเวลาทำการทดลอง ฤดูแล้ง ปี 2565-2566

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### ผลวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักก่อนปลูก

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองก่อนปลูกในฤดูแล้ง ปี 2565 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.65 ซึ่งจัดเป็นดินกรดเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้า 19.9 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีอินทรียวัตถุ 0.36 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.54 ซึ่งจัดเป็นดินกรดเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้า 19.3 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีอินทรียวัตถุ 0.38 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่

ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองก่อนปลูกในฤดูแล้ง ปี 2566 ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.07 ซึ่งจัดเป็นดินกรดปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้า 31.5 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีอินทรียวัตถุ 0.64 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ และที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.41 ซึ่งจัดเป็นดินกรดเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้า 15.2 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีอินทรียวัตถุ 0.24 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับสูง และมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยหมักมูลโคที่ใช้ในการทดลองฤดูแล้ง ปี 2565 แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.17 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20:1 ซึ่งเหมาะสมต่อการใส่ให้กับพืช (ธงชัย, 2546) ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าเท่ากับ 21.21 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และ 9.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 0.64  0.20 และ 2.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยหมักมูลโคที่ใช้ในฤดูแล้ง ปี 2566 พบว่ามีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.17 ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 7.12 ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเท่ากับ 1,405 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และ 12.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 0.98 0.48 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ลักษณะทางการเกษตร**

ปี 2565

พบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลลักษณะทางการเกษตรในด้านจำนวนกิ่ง โดยพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 0.58 กิ่งต่อต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกอัตราที่ใช้ในการทดลอง ในขณะที่ความสูงต้น จำนวนข้อต่อต้น และความชื้นเมล็ด การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังกล่าวคือ 52.6 เซนติเมตร 11.2 ข้อต่อต้น และ 11.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ปี 2566

พบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลลักษณะทางการเกษตรในด้านความสูงต้น จำนวนข้อต่อต้น โดยพบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงต้นของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 54.0 เซนติเมตร และการใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 12.0 ข้อต่อต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ

ทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก ในขณะที่จำนวนกิ่งต่อต้น และความชื้นเมล็ด การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตรา ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ย 0.1 กิ่งต่อต้น และ 9.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

**องค์ประกอบผลผลิต**

ปี 2565

พบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลขององค์ประกอบผลผลิตด้านจำนวนฝักต่อต้น โดยการใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 30.9 ฝักต่อต้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนข้อมูลจำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อไร่ จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังกล่าวคือ 44,576 ต้นต่อไร่ 2.28 เมล็ดต่อฝัก และ 16.9 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ปี 2566

ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการใช้ปุ๋ยหมักต่อองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 โดยให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจำนวนต้นเก็บเกี่ยวต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 47,664 ต้นต่อไร่ 27.5 ฝักต่อต้น 2.26 เมล็ดต่อฝัก และ 16.6 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

**ผลผลิต คุณภาพผลผลิต และคุณภาพผลผลิตเมล็ดพันธุ์**

ปี 2565

สำหรับข้อมูลของผลผลิต และคุณภาพในแง่ของการเป็นเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในฤดูแล้ง พบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลของผลผลิต โดยการใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่นั้น ให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 265 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิต และคุณภาพในแง่ของการเป็นเมล็ดพันธุ์ การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ความงอก และความแข็งแรงเมล็ด คือ 88.2 92.1 และ 79.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ปี 2566

พบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลของผลผลิต โดยการใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่นั้น ให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 เฉลี่ยสูงสุด 382 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ ทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนข้อมูลด้านคุณภาพผลผลิต และคุณภาพในแง่ของการเป็นเมล็ดพันธุ์ การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ความงอก และความแข็งแรงเมล็ด คือ 98.1 95.0 และ 98.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากการพิจารณาการตอบสนองต่อปุ๋ยหมักของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566 จะเห็นได้ว่า มีการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต เมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้น และมีการตอบสนองต่อการให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อใช้ปุ๋ยหมักที่อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ผลผลิต เฉลี่ยสูงสุด 265 และ 382 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 1 และ 2) สอดคล้องกับการทดลองผลของปุ๋ยอินทรีย์ในการเพิ่มการเจริญเติบโต คุณภาพเมล็ด และผลผลิตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ใหม่ในเขตร้อน ที่ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (Onyenali *et al*., 2020) และนอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมักนั้นอาจยังให้ผลผลิตถั่วเหลืองที่ต่ำกว่าปุ๋ยเคมีในช่วงปีแรก ๆ เนื่องจากเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วส่วนหนึ่งจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช ส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในดินซึ่งจะสลายตัวแล้วปลดปล่อยเป็นปุ๋ยในปีถัดไป แต่ในระยะยาวจะช่วยปรับปรุงสมบัติกายภาพของดินให้ดีขึ้น อินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน ทำให้ดินมีโครงสร้างดี เก็บน้ำและธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น (สุริยา, 2549)

สำหรับคุณภาพในแง่ของการเป็นเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราให้จำนวนเมล็ดดี ความงอก และความแข็งแรงเมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติ เนื่องจากในระหว่างการปฏิบัติทดลองมีการปฏิบัติดูแลรักษาตามกรรมวิธีเป็นอย่างดีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร นอกจากนี้ในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยวผลผลิตยังมีการเก็บเกี่ยวตรงตามระยะที่เหมาะสม คือ การเก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา R8 ซึ่งเป็นระยะที่พืชสุกแก่เต็มที่ ฝักจะมีสีเช่น น้ำตาล น้ำตาลเข้ม ขึ้นอยู่กับพันธุ์ถั่วเหลือง เป็นระยะที่ฝักมีสีน้ำตาล 95% ของพื้นที่เก็บเกี่ยว และสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้หลังจากระยะ R8 5-10 วัน (สุพรรณณี, 2560) จึงทำให้ทุกกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีคุณภาพอยู่ในระดับมาตรฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ชั้นพันธุ์จำหน่ายของกรมวิชาการเกษตร

**ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์**

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้ปุ๋ยหมักสำหรับถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ได้ทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR) ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ย ในฤดูแล้ง ปี 2565 พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักที่ให้ผลตอบแทนมากที่สุด คือที่อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ค่า VCR เท่ากับ 0.28 (ตารางที่ 9) ในขณะที่ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของการทดลองในฤดูแล้ง ปี 2566 พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักที่ให้ผลตอบแทนมากที่สุด คือที่อัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ค่า VCR เท่ากับ 0.29 (ตารางที่ 10) ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุนแล้ว ค่าดังกล่าวมีค่าน้อยกว่า 1 จึงอาจยังให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้ปุ๋ยหมัก ซึ่งอาจยังให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนนั้น เป็นเพราะปัจจัยต้นทุนของราคาปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลองค่อนข้างสูง แต่ในทางตรงกันข้ามหากผู้ปลูกถั่วเหลืองนั้นสามารถผลิตปุ๋ยหมักไว้ใช้เอง โดยการจัดหาวัตถุดิบจาก

การเกษตรที่มีต้นทุนต่ำหรือวัสดุเหลือใช้จากแต่ละครัวเรือนมาผลิตใช้ภายในชุมชนแล้ว จะส่งผลให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้ปุ๋ยหมักนั้นมีคุ้มค่าแก่การลงทุนมากยิ่งขึ้น และควรมีการทดลองต่อเนื่องในระยะยาวหลาย ๆ ปี เพื่อยืนยันผลการทดลองในการให้ผลผลิตที่ชัดเจนมากขึ้น

## สรุปผลการทดลอง

1. การใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ มีการตอบสนองต่อปุ๋ยหมักในให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566 สูงสุด 265 และ 382 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยหมัก

2. การใส่ปุ๋ยหมักในทุกอัตราให้ผลในทางสถิติด้านคุณภาพผลผลิต และคุณภาพในแง่ของการเป็นเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566 ไม่แตกต่างกัน โดยให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ความงอก และความแข็งแรงเมล็ด ในฤดูแล้ง ปี 2565 เท่ากับ 88.2 92.1 และ 79.1 เปอร์เซ็นต์ และในฤดูแล้ง ปี 2566 เท่ากับ 98.1 95.0 และ 98.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม โดยใช้ Value to Cost Ratio (VCR) ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนการใช้ปุ๋ยหมัก พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักในทุกอัตราให้ค่าดังกล่าวน้อยกว่า 1 จึงอาจยังให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่พิจารณาอนุมัติงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงผู้ร่วมวิจัย ได้แก่ พนักงานราชการ ลูกจ้างประจำ ข้าราชการ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตลอดจนผู้บังคับบัญชาที่ได้คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวก ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพรรณณี เป็งคำ ประพัฒน์ ทองจันทร์ ละอองดาว แสงหล้า และปัทมพร วาสนาเจริญ. 2560. วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. คลัง 25 งานวิจัย กรมวิชาการเกษตร.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2549. คู่มือเทคโนโลยีการผลิตและโรงงานต้นแบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

Onyenali T., V. Olowe, T. Fabunmi and A. Soretire. 2020. Organic fertilizers improve the 3 growth, seed quality and yield of newly released soybean (Glycine max (L.) Merrill) 4 varieties in the tropics. Organic Agriculture. 10:155–170.

Pervaiz, Z., K. Hussain, S. S. H. Kazmi and K. H. Gill. 2004. Agronomic efficiency of different N: P ratios in rain fed wheat. International Journal of Agriculture & Biology 3: 455-457.

**ตารางที่ 1** ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองก่อนปลูก ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566

| ค่าวิเคราะห์ | ปี 2565 | | ปี 2566 | |
|---|---|---|---|---|
| | ระดับความลึก | | ระดับความลึก | |
| | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. | 0-20 ซม. | 20-50 ซม. |
| ความเป็นกรด-ด่าง (ดิน : น้ำ = 1:5) | 6.65 | 6.54 | 6.07 | 6.41 |
| ค่าการนำไฟฟ้า (ดิน : น้ำ = 1:5 ; µS/cm) | 19.9 | 19.3 | 31.5 | 15.2 |
| อินทรียวัตถุ (%) | 0.36 | 0.38 | 0.64 | 0.24 |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.) | 75 | 71 | 86 | 59 |
| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.) | 50 | 50 | 40 | 40 |

**ตารางที่ 2** สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง ในฤดูแล้ง ปี 2565 และ 2566

| สมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร | ผลวิเคราะห์ในฤดูแล้ง | |
|---|---|---|
| | ปี 2565 | ปี 2566 |
| ความเป็นกรดด่าง (ปุ๋ยหมัก : น้ำ = 1:5) | 7.17 | 5.82 |
| ค่าการนำไฟฟ้า (ปุ๋ยหมัก : น้ำ = 1:5; µS/cm) | 21.21 | 1,405 |
| อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน | 8.29 | 7.12 |
| ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) | 9.15 | 12.03 |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | 0.64 | 0.98 |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | 0.20 | 0.48 |
| โพแทสเซียมทั้งหมด (%) | 2.30 | 0.40 |

**ตารางที่ 3** ลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ความสูงต้น (เซนติเมตร) | จำนวนข้อต่อต้น | จำนวนกิ่งต่อต้น | ความชื้นเมล็ด (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 49.2 | 10.6 | 0.26 c | 11.2 |
| 500 | 52.1 | 10.9 | 0.30 bc | 11.1 |
| 1,000 | 54.3 | 11.6 | 0.41 b | 11.1 |
| 1,500 | 52.4 | 11.5 | 0.43 b | 11.0 |
| 2,000 | 54.9 | 11.3 | 0.58 a | 11.1 |
| เฉลี่ย | 52.6 | 11.2 | 0.40 | 11.1 |
| C.V. (%) | 5.02 | 4.63 | 22.09 | 1.00 |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 4** ลักษณะทางการเกษตรของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ความสูงต้น (เซนติเมตร) | จำนวนข้อต่อต้น | จำนวนกิ่งต่อต้น | ความชื้นเมล็ด (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 45.8 b | 11.1 b | 0.1 | 9.08 |
| 500 | 52.6 a | 12.0 a | 0.1 | 8.99 |
| 1,000 | 52.5 a | 11.8 a | 0.1 | 9.18 |
| 1,500 | 53.5 a | 11.9 a | 0.2 | 8.95 |
| 2,000 | 54.0 a | 11.6 a | 0.1 | 8.88 |
| เฉลี่ย | 51.7 | 11.7 | 0.1 | 9.02 |
| C.V. (%) | 5.00 | 3.00 | 62.1 | 3.00 |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 5** องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | จำนวนต้นเก็บเกี่ยว (ต้นต่อไร่) | จำนวนฝักต่อต้น | จำนวนเมล็ดต่อฝัก | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 44,520 | 26.3 b | 2.23 | 16.9 |
| 500 | 45,880 | 29.2 a | 2.24 | 17.0 |
| 1,000 | 43,880 | 30.9 a | 2.35 | 18.2 |
| 1,500 | 44,400 | 30.1 a | 2.30 | 17.4 |
| 2,000 | 44,200 | 30.3 a | 2.27 | 17.9 |
| เฉลี่ย | 44,576 | 29.4 | 2.28 | 16.9 |
| C.V. (%) | 4.27 | 6.26 | 3.19 | 3.97 |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 6** องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | จำนวนต้นเก็บเกี่ยว (ต้นต่อไร่) | จำนวนฝักต่อต้น | จำนวนเมล็ดต่อฝัก | น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 46,640 | 25.6 | 2.27 | 16.6 |
| 500 | 48,280 | 28.4 | 2.26 | 16.4 |
| 1,000 | 47,240 | 27.1 | 2.27 | 16.6 |
| 1,500 | 47,360 | 29.4 | 2.24 | 16.6 |
| 2,000 | 48,800 | 27.1 | 2.27 | 16.8 |
| เฉลี่ย | 47,664 | 27.5 | 2.26 | 16.6 |
| C.V. (%) | 2.28 | 9.80 | 2.60 | 3.30 |

**ตารางที่ 7** ผลผลิต เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) | เมล็ดดี (%) | ความงอกเมล็ด (%) | ความแข็งแรงเมล็ด (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 205 b | 84.2 | 90.9 | 78.3 |
| 500 | 236 ab | 87.4 | 91.5 | 78.5 |
| 1,000 | 262 a | 88.8 | 92.0 | 79.0 |
| 1,500 | 265 a | 91.7 | 93.3 | 79.8 |
| 2,000 | 260 a | 88.8 | 92.9 | 79.8 |
| เฉลี่ย | 245 | 88.2 | 92.1 | 79.1 |
| C.V. (%) | 9.05 | 6.11 | 2.81 | 7.75 |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 8** ผลผลิต เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ที่ใส่ปุ๋ยหมักอัตราแตกต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) | เมล็ดดี (%) | ความงอกเมล็ด (%) | ความแข็งแรงเมล็ด (%) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 303 b | 98.0 | 95.4 | 99.3 |
| 500 | 329 ab | 98.3 | 96.3 | 99.4 |
| 1,000 | 349 ab | 98.4 | 94.4 | 98.3 |
| 1,500 | 382 a | 97.7 | 94.6 | 98.6 |
| 2,000 | 371 ab | 98.3 | 94.5 | 98.5 |
| เฉลี่ย | 347 | 98.1 | 95.0 | 98.8 |
| C.V. (%) | 12.78 | 0.80 | 1.90 | 1.00 |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 9** ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จากการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่ต่างกันของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) | ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม (บาท) [1/] | รายได้จากการขายผลผลิต (บาท) [2/] | รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม (บาท) | VCR [3/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 205 | - | 4,092 | - | - |
| 500 | 236 | 2,250 | 4,714 | 622 | 0.28 |
| 1,000 | 262 | 4,500 | 5,237 | 1,145 | 0.25 |
| 1,500 | 265 | 6,750 | 5,293 | 1,200 | 0.18 |
| 2,000 | 260 | 9,000 | 5,195 | 1,103 | 0.12 |

**หมายเหตุ** [1/] ต้นทุนปุ๋ยหมัก 4.5 บาทต่อกิโลกรัม

[2/] ราคาผลผลิตเมล็ด 20 บาทต่อกิโลกรัม

[3/] VCR: Value to cost ratio = รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม / ต้นทุนปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม

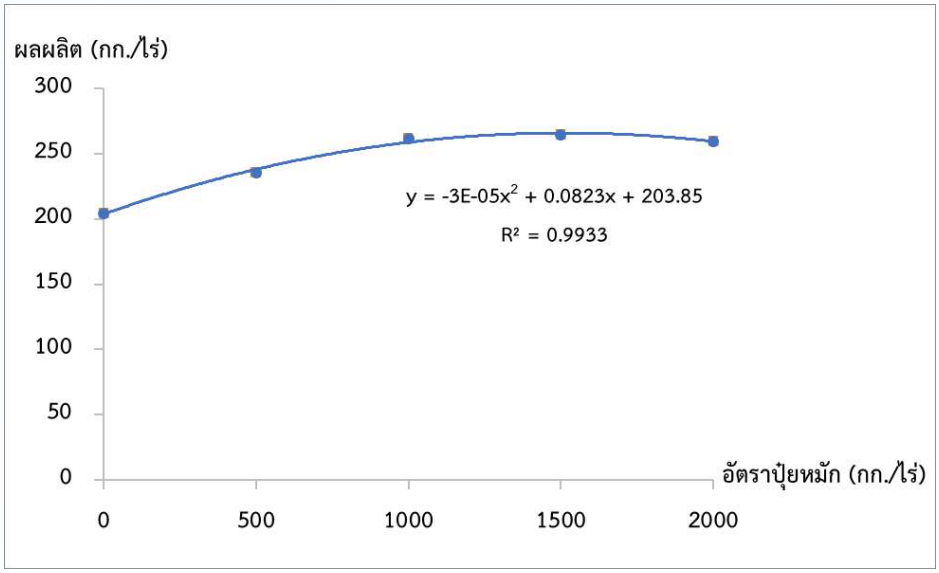
**ตารางที่ 10** ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จากการใช้ปุ๋ยหมักในอัตราที่ต่างกันของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

| อัตราปุ๋ยหมัก (กิโลกรัมต่อไร่) | ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) | ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม (บาท) [1/] | รายได้จากการขายผลผลิต (บาท) [2/] | รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม (บาท) | VCR [3/] |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 303 | - | 7,582 | - | - |
| 500 | 329 | 2,250 | 8,223 | 641 | 0.28 |
| 1,000 | 349 | 4,500 | 8,713 | 1,131 | 0.25 |
| 1,500 | 382 | 6,750 | 9,543 | 1,961 | 0.29 |
| 2,000 | 371 | 9,000 | 9,264 | 1,682 | 0.19 |

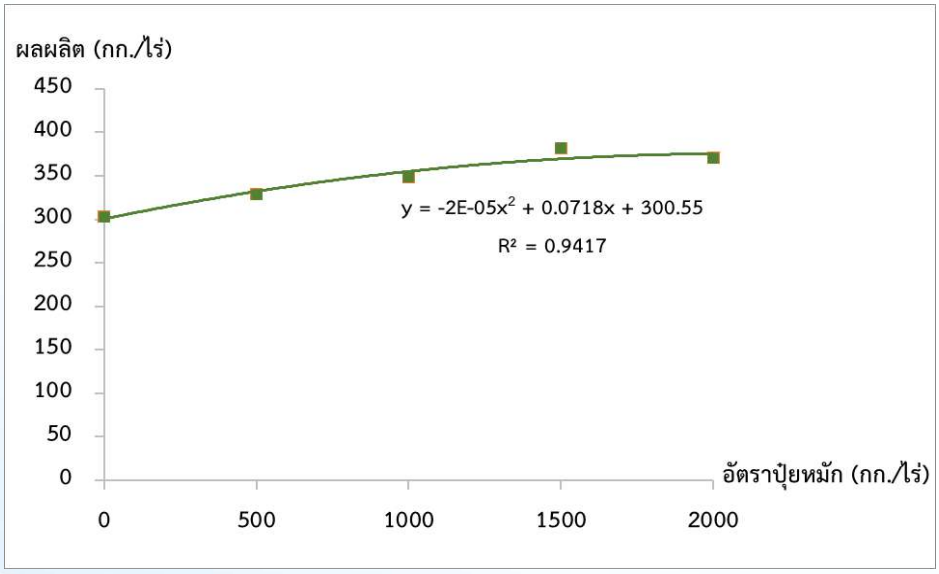
**หมายเหตุ** [1/] ต้นทุนปุ๋ยหมัก 4.5 บาทต่อกิโลกรัม

[2/] ราคาผลผลิตเมล็ด 25 บาทต่อกิโลกรัม

[3/] VCR: Value to cost ratio = รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม / ต้นทุนปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม




**ภาพที่ 1** การตอบสนองต่อปุ๋ยหมักของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2565




**ภาพที่ 2** การตอบสนองต่อปุ๋ยหมักของถั่วเหลืองพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 60 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง ปี 2566

# ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ดีเด่น CM13102-2-14 ให้ผลผลิตสูง

# High Yield Vegetable Soybean Elite Line CM13102-2-14

**รัชนี โสภา[1/] อ้อยทิน ผลพานิช[1/] สุภรัตน์ บำรุงศรี[1/]**

**ณัฐญา ไชยมณี[1/] ปรีชา กาเพ็ชร[1/]**

**Ratchanee Sopha[1/] Auytin Polpanit[1/] Suparat Bumrungsri[1/]**

**Nuttaya Chaimany[1/] Preecha Kapetch[1/]**

## ABSTRACT

CM13102-2-14 is a vegetable soybean elite line developed from a cross between PI424376 and GC89001 for the aim of high yield, at least 5% higher than Chiang Mai 84-2, and suitable for Chiang Mai and Chiang Rai growing areas. Selection and evaluation were conducted at Chiang Mai Field Crops Research Center and farmer's fields in Chiang Mai and Chiang Rai provinces in 2013-2022. The results show that CM13102-2-14 gave a marketable yield of 2,376 kilograms per rai and a standard yield of 854 kilograms, which was 13% and 7% higher than CM 84-2, respectively. For the quality of consumption, sensory tests on freshly boiled pods found that it has a moderately sweet taste, soft texture, and "taro-like" aroma. And its fresh pod quality meets export standards. The elite line CM13102-2-14 can be released as a new variety suitable for Chiang Mai and Chiang Rai growing areas and other area in the same environment.

**Keywords:** vegetable soybean, marketable yield, standard yield

## บทคัดย่อ

ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ PI424376 กับพันธุ์ GC89001 คัดเลือกและประเมินผลผลิตตามขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และแปลงเกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ระหว่างปี 2556 ถึงปี 2565 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดให้มีผลผลิตฝักสดสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 อย่างน้อยร้อยละ 5 เหมาะสำหรับปลูกในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย พบว่าถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้สูง 2,376 กิโลกรัมต่อไร่ และ

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต. หนองหาร อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์ 0 5349 8537

[1/] Chiang Mai Field Crops Research Center. Nonghan, Sansai, Chiang Mai. 50290 Tel. 0 5349 8537

ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐานสูง 854 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ร้อยละ 13 และ 7 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพการบริโภคฝักสดต้มสุกของสายพันธุ์ CM13102-2-14 พบว่า มีรสชาติหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่ม กลิ่นหอมคล้ายกลิ่นเผือก มีคุณภาพฝักผ่านเกณฑ์มาตรฐานการส่งออก จึงคัดเลือกถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 เพื่อเสนอขอรับรองเป็นพันธุ์แนะนำเฉพาะพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกัน

**คำหลัก:** ถั่วเหลืองฝักสด ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน

## บทนำ

การผลิตถั่วเหลืองฝักสดของไทย ในปี 2564/65 มีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 5,311 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 5,521 ตัน โดยจังหวัดอุทัยธานีมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 1,682 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดเพชรบูรณ์ พะเยา ลำพูน และเชียงใหม่ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) โดยมีการผลิต 2 ประเภท คือ การผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก การผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ พบว่า การปลูกยังไม่มากนัก เนื่องจากเมล็ดพันธุ์หายาก พันธุ์ที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 1 กวก. เชียงใหม่ 84-2 และพันธุ์ที่นิยมปลูกในท้องถิ่น โดยพันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 เป็นพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ให้ผลผลิตสูงและได้มาตรฐานสำหรับการส่งออกพันธุ์แรกของประเทศไทย เป็นที่ยอมรับของลูกค้าเพื่อการส่งออก อายุเก็บเกี่ยวฝักสดอยู่ระหว่าง 63-69 วัน (รัชนี และคณะ, 2556) สำหรับการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออก พันธุ์ที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่นำเข้ามาจากต่างประเทศและมีราคาแพง เช่น พันธุ์ Kaori AGS292 75 และ 2808 เป็นต้น จากประโยชน์ของถั่วเหลืองฝักสดที่เป็นแหล่งของโปรตีนราคาถูก จึงมีความต้องการถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภคในหลากหลายรูปแบบเพิ่มมากขึ้น เช่น ฝักสดต้มแช่แข็ง น้ำนมถั่วเหลืองฝักสด เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดอบ และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารหลากหลายรูปแบบ จึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดให้ได้พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตฝักสดสูง มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ เพื่อเป็นทางเลือกแก่เกษตรกร ผู้ประกอบการแปรรูป และผู้ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็งต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**1. การผสมพันธุ์และการคัดเลือกสายพันธุ์** ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูฝน ปี 2556 ปลูกถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์แม่ PI424376 กับพันธุ์พ่อ GC89001 โดยวิธีการผสมพันธุ์แบบมาตรฐาน (conventional breeding) เก็บเกี่ยวเมื่อฝักถั่วเหลืองฝักสดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของต้น ในฤดูแล้งปี 2557 ปลูกเมล็ดชั่วที่ 1 และเก็บเกี่ยวเมล็ดรวมกัน ในฤดูฝนปี 2557 ถึงฤดูแล้งปี 2559 ปลูกชั่วที่ 2-5 เก็บเกี่ยวโดยวิธี single seed descent เก็บต้นละ 1 เมล็ด ส่วนในชั่วที่ 5 เก็บเกี่ยวเมล็ดแต่ละต้นแยก ในฤดูฝนปี 2559 ปลูกเมล็ดชั่วที่ 6 แบบต้นต่อแถว เก็บเกี่ยวแถวที่มีลักษณะการเกษตรดีและให้ผลผลิตสูง และในฤดูแล้งปี 2560 คัดเลือกแถวที่มีลักษณะ

การเกษตรที่ดีและให้ผลผลิตสูง เก็บเกี่ยวทั้งแถว และปลูกขยายเมล็ดในพื้นที่ 3x5 เมตร เก็บเมล็ดเตรียมเข้าประเมินผลผลิต

**2. การประเมินผลผลิต** ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

**2.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น** ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้งและฤดูปลายฝน ปี 2561 รวม 2 แปลง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 2 ซ้ำ ประกอบด้วยถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 45 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแต่สายพันธุ์/พันธุ์ละ 4 แถว แถวยาว 5 เมตร ขนาดแปลงย่อย 3.0x5.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2.5x5.0 เมตร

**2.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน** ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้งและฤดูปลายฝน ปี 2562-2563 รวม 3 แปลง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วยถั่วเหลืองจำนวน 20 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกถั่วเหลืองในแต่สายพันธุ์/พันธุ์ละ 6 แถว แถวยาว 5 เมตร ขนาดแปลงย่อย 4.5x5.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 4.0x5.0 เมตร

**2.3 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร** ดำเนินการที่ไร่เกษตรกร ในฤดูต้นฝนและฤดูปลายฝน ปี 2564-2565 รวม 11 แปลงทดลอง ดำเนินการ ณ ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย ถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกถั่วเหลืองฝักสดในแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 8 แถว แถวยาว 5 เมตร ขนาดแปลงย่อย 6.0x5.5 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 5.5x5.0 เมตร

ในทุกขั้นตอนปลูกถั่วเหลืองฝักสดตามแผนการทดลอง เตรียมแปลงปลูกโดยยกร่องแปลงปลูกขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 5 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยหว่านบนแปลง และใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 8-24-24 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วพรวนดินกลบ ปลูกถั่วเหลืองบนสันร่อง 2 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ดต่อหลุม ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม อัตรา 200 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10-12 กิโลกรัม และคลุกสารเคมีป้องกันเชื้อราเมตาแลกซิล อัตรา 7 กรัมต่อน้ำหนักเมล็ด 1 กิโลกรัม หลังปลูกพ่นสารเคมีคุมวัชพืชโดยใช้อลาคลอร์ อัตรา 500 มิลลิลิตรต่อไร่ในขณะที่ดินมีความชื้น จากนั้นพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงวันหนอนเจาะลำต้นหลังจากปลูก 7 วัน และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชครั้งต่อ ๆ ไป 7-10 วันต่อครั้ง หลังจากถั่วเหลืองฝักสดงอกประมาณ 2 สัปดาห์ถอนแยกให้เหลือจำนวนต้น 2 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยข้างแถวแล้วกลบปุ๋ยพูนโคนต้น ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่โดยหว่านระหว่างแถวบนร่องหลังจากปลูกประมาณ 45-50 วัน พ่นสารเคมีป้องกันโรคแอนแทรกโนสในระยะถั่วเหลืองเริ่มออกดอกและระยะติดฝักอ่อน ปฏิบัติดูแลรักษาแปลงทดลองตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ก่อนเก็บเกี่ยวฝักสดประมาณ 1 เดือนหยุดพ่นสารฆ่าแมลงประเภทดูดซึม และก่อนเก็บเกี่ยวฝักสด 2 สัปดาห์หยุดพ่นสารเคมีทุกชนิด เก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีฝักโตเต่งเต็มฝัก และมีสีเขียวสด (ระยะ $R_6$)

บันทึกข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต คัดเกรดฝัก วัดความกว้างและความยาวฝักมาตรฐาน น้ำหนักฝักสดรวม น้ำหนักฝักสดมาตรฐาน จำนวนฝักสดมาตรฐานต่อกิโลกรัม และน้ำหนัก 100 เมล็ดสด ชิมรสชาติและให้คะแนน ความหวาน เนื้อสัมผัส และการให้กลิ่นความหอม โดยการชิมเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ต้มสุก (ต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที ตักแช่ในน้ำเย็นจัดทันที แล้วพักให้สะเด็ดน้ำ) ใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน บ้วนปากหลังการชิมแต่ละตัวอย่าง เพื่อไม่ให้รสของตัวอย่างเดิมปนกับของตัวอย่างใหม่จะทำให้การรับรสชาติคลาดเคลื่อนได้ และวัดค่าความหวานโดยเครื่องมือภาคสนาม Refractometer วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตโดยใช้โปรแกรม MSTAT และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) นำเสนอข้อมูลเฉพาะสายพันธุ์ที่คัดเลือกเปรียบเทียบกับพันธุ์มาตรฐานโดยดัดแปลงจากผลการทดลองในข้อ 2-1-2.3

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**1. การผสมพันธุ์และการคัดเลือกสายพันธุ์**

ผสมข้ามพันธุ์ได้ลูกชั่วที่ 1 ได้จำนวน 18 เมล็ด คัดเลือกพันธุ์ชั่วที่ 2-5 ได้จำนวน 487 413 351 และ 197 ต้น ตามลำดับ ชั่วที่ 6 คัดเลือกได้จำนวน 28 สายพันธุ์ สามารถขยายเมล็ดสายพันธุ์ CM13102-2-14 ได้ผลผลิต 698 กรัม

**2. การประเมินผลผลิต**

**2.1 การเปรียบเทียบเบื้องต้น** พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ ในฤดูแล้ง 1,696 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 2,191 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก 1,943 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 ร้อยละ 7 และ 9 ตามลำดับ เช่นเดียวกับผลผลิตฝักสดมาตรฐาน พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน ในฤดูแล้ง 458 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 795 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก 626 กิโลกรัมต่อไร่ ต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 ร้อยละ 16 และ 18 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

**2.2 การเปรียบเทียบมาตรฐาน** พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ ในฤดูแล้ง 1,960 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 2,336 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก 2,085 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 ร้อยละ 30 และ 10 ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน ในฤดูแล้ง 402 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 1,055 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก 619 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ร้อยละ 22 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ 75-3 คิดเป็นร้อยละ 2 (ตารางที่ 2)

**2.3 การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร** พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ ในฤดูต้นฝน 3,098 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 3,101 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้ง

สองฤดูปลูก 3,099 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ร้อยละ 19 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ 75-3 ร้อยละ 5 ในขณะที่ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน ในฤดูต้นฝน 1,360 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลายฝน 1,264 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยทั้งสองฤดูปลูก 1,316 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ร้อยละ 14 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ 75-3 ร้อยละ 9 (ตารางที่ 3)

การประเมินผลผลิตระหว่างปี 2561 ถึง 2565 พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ 2,376 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ที่ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ 2,099 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 13 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ 75-3 ที่ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ 2,431 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 2 ในขณะที่ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน พบว่า สายพันธุ์ CM13102-2-14 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน 854 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ที่ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน 801 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 7 แต่ต่ำกว่าพันธุ์ 75-3 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน 947 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 10 (ตารางที่ 4)

คุณภาพการบริโภคฝักสดต้มสุก พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 มีรสชาติหวานปานกลาง เช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 มีเนื้อสัมผัสนุ่ม ในขณะที่พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 มีเนื้อสัมผัสกรอบ มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นเผือก ในขณะที่พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นใบเตย และพันธุ์ 75-3 ไม่มีกลิ่นหอม (ตารางที่ 5)

คุณภาพฝักมาตรฐาน พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 3 พันธุ์/สายพันธุ์ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานการส่งออก ทั้งนี้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับการส่งออก คือ มีความกว้างฝักไม่น้อยกว่า 1.40 เซนติเมตร ความยาวฝักไม่น้อยกว่า 4.50 เซนติเมตร และจำนวนฝักมาตรฐานต่อกิโลกรัมไม่เกิน 350 ฝัก (กรมวิชาการเกษตร, 2543) โดยถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 มีความกว้างและความยาวฝักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.41- 1.47 และ 5.10-5.36 เซนติเมตร จำนวนฝักมาตรฐานต่อกิโลกรัมอยู่ระหว่าง 248-339 ฝัก ในขณะที่พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 มีความกว้างและความยาวฝักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.44- 1.51 และ 5.41-5.79 เซนติเมตร จำนวนฝักมาตรฐานต่อกิโลกรัมอยู่ระหว่าง 237-291 ฝัก และพันธุ์ 75-3 มีความกว้างและความยาวฝักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 1.46- 1.49 และ 5.70-6.03 เซนติเมตร จำนวนฝักมาตรฐานต่อกิโลกรัมอยู่ระหว่าง 219-325 ฝัก (ตารางที่ 6)

**สรุปผลการทดลอง**

ถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ดีเด่น CM13102-2-014 ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ 2,376 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ที่ให้ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ 2,099 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 13 ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน 854 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ กวก. เชียงใหม่ 84-2 ที่ให้ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน 801 กิโลกรัมต่อไร่ ร้อยละ 7 มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี มีรสชาติหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่ม กลิ่นหอมคล้ายกลิ่นเผือก มีคุณภาพฝักผ่าน

เกณฑ์มาตรฐานการส่งออก เหมาะสำหรับปลูกในแหล่งปลูกถั่วเหลืองฝักสดในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และจังหวัดที่มีสภาพแวดล้อมในการปลูกคล้ายคลึงกัน

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตลอดจนนักวิชาการเกษตร พนักงาน และลูกจ้างของศูนย์วิจัยทุกท่าน และเกษตรกรทุกท่านที่ช่วยร่วมปฏิบัติงานวิจัยนี้ จนสำเร็จได้ด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

กรมวิชาการเกษตร. 2543. การผลิตถั่วเหลืองฝักสดอย่างถูกต้องและเหมาะสม. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ พิมพ์ครั้งที่ 1 ที่บริษัท โชตนาพริ้นท์ จำกัด จังหวัดเชียงใหม่. 14 หน้า.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. รายงานข้อมูลภาวการณ์ผลิตพืช. ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร Online. สืบค้นจาก: http//:production.doae.go.th. [ก.พ. 2566].

รัชนี โสภา สุทัด ปินตาเสน อ้อยทิน ผลพานิช และวิระศักดิ์ เทพจันทร์. 2556. ถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์แรกของไทย สู่กระบวนการพัฒนาเชิงพาณิชย์. รายงานวิจัยการประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 4. โรงแรมสามพราน ริเวอร์ไซด์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 27 – 29 สิงหาคม 2556: 1-8.

รัชนี โสภา อ้อยทิน ผลพานิช สุภรัตน์ บำรุงศรี ศิริพงษ์ เต๋จ๊ะ และณัฐญา ไชยมณี. 2562. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ (ชุดปี 55): การเปรียบเทียบเบื้องต้น. รายงานวิจัยการสัมมนาวิชาการถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด และพืชไร่เศรษฐกิจอื่น ๆ ประจำปี 2561. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, 24-25 เมษายน 2562: 41-44.

รัชนี โสภา อ้อยทิน ผลพานิช สุภรัตน์ บำรุงศรี ศิริพงษ์ เต๋จ๊ะ และณัฐญา ไชยมณี. 2564. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ (ชุดปี 55): การเปรียบเทียบมาตรฐาน. รายงานวิจัยการสัมมนาวิชาการถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด และพืชไร่เศรษฐกิจอื่น ๆ ประจำปี 2563. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, 30-31 มีนาคม 2564: 38-41.

รัชนี โสภา อ้อยทิน ผลพานิช สุภรัตน์ บำรุงศรี ศิริพงษ์ เต๋จ๊ะ และณัฐญา ไชยมณี. 2566. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ (ชุดปี 55): การเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร. รายงานวิจัยการสัมมนาวิชาการ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิต และความมั่นคงทางด้านอาหาร. ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร, 23-25 พฤษภาคม 2566: 21-24.

**ตารางที่ 1** ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ และผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการเปรียบเทียบเบื้องต้น ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง และฤดูปลายฝน ปี 2561

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูแล้ง[1] | | ฤดูปลายฝน[2] | | เฉลี่ย | เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 75-3 |
| ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่) | | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 1,696 | a | 2,191 | c | 1,943 | 93 | 91 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 1,488 | b | 2,700 | b | 2,094 | 100 | 98 |
| 75-3 | 1,296 | c | 2,972 | a | 2,134 | 102 | 100 |
| C.V. (%) | 12.0 | | 8.1 | | | | |
| ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน (กก./ไร่) | | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 458 | ab | 795 | c | 626 | 84 | 82 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 488 | a | 998 | b | 743 | 100 | 97 |
| 75-3 | 442 | b | 1,092 | a | 767 | 103 | 100 |
| C.V. (%) | 13.4 | | 15.8 | | | | |
| จำนวนแปลง | 1 | | 1 | | | | |

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2562)

[1] จากการทดลอง 1 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561

[2] จากการทดลอง 1 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561

**ตารางที่ 2** ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ และผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการเปรียบเทียบมาตรฐาน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูแล้ง และฤดูปลายฝน ปี 2562-2563

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูแล้ง[1] | | ฤดูปลายฝน[2] | | เฉลี่ย | เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 75-3 |
| ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่) | | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 1,960 | a | 2,336 | a | 2,085 | 130 | 110 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 1,451 | b | 1,892 | c | 1,598 | 100 | 84 |
| 75-3 | 1,859 | ab | 2,037 | b | 1,900 | 119 | 100 |
| C.V. (%) | 18.4 | | 6.1 | | | | |
| ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน (กก./ไร่) | | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 402 | b | 1,055 | a | 619 | 122 | 98 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 445 | b | 628 | b | 506 | 100 | 80 |
| 75-3 | 651 | a | 507 | c | 630 | 125 | 100 |
| C.V. (%) | 22.7 | | 13.3 | | | | |
| จำนวนแปลง | 2 | | 1 | | | | |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2564)

[1] เฉลี่ยจากการทดลอง 2 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561 และ 2562

[2] เฉลี่ยจากการทดลอง 1 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2562

**ตารางที่ 3** ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ และผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ในฤดูต้นฝน และฤดูปลายฝน ปี 2564-2565

| พันธุ์/สายพันธุ์ | ฤดูต้นฝน[1] | | | ฤดูปลายฝน[2] | | | เฉลี่ย | เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เชียงใหม่ | เชียงราย | เฉลี่ย | เชียงใหม่ | เชียงราย | เฉลี่ย | | กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 75-3 |
| | | | | ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่) | | | | | |
| CM13102-2-14 | 3,055 a | 3,140 b | 3,098 b | 2,660 a | 3,395 a | 3,101 a | 3,099 | 119 | 95 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 2,646 b | 2,718 c | 2,682 c | 2,007 b | 2,848 b | 2,512 c | 2,604 | 100 | 125 |
| 75-3 | 3,144 a | 3,898 a | 3,521 a | 2,135 b | 3,484 a | 2,945 b | 3,259 | 125 | 100 |
| C.V. (%) | 9.2 | 10.7 | 10.0 | 10.4 | 14.8 | 14.0 | 11.8 | | |
| | | | | ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน (กก./ไร่) | | | | | |
| CM13102-2-14 | 1,188 b | 1,532 b | 1,360 b | 1,046 a | 1,410 | 1,264 a | 1,316 | 114 | 91 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 1,237 b | 1,163 c | 1,200 c | 901 b | 1,233 | 1,100 b | 1,154 | 100 | 125 |
| 75-3 | 1,540 a | 1,770 a | 1,655 a | 862 b | 1,415 | 1,194 a | 1,445 | 125 | 100 |
| C.V. (%) | 15.6 | 17.0 | 16.4 | 18.4 | 21.3 | 21.0 | 18.4 | | |
| จำนวนแปลง | 3 | 3 | | 2 | 3 | | 11 | | |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2566)

[1] แปลงทดลองในไร่เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ 3 แปลง จังหวัดเชียงราย 3 แปลง (ปี 2564-2565) รวม 6 แปลง

[2] แปลงทดลองในไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ 2 แปลง และเชียงราย จำนวน 3 แปลง (ปี 2564-2565) รวม 5 แปลง

**ตารางที่ 4** ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ และผลผลิตฝักสดมาตรฐานของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการประเมินผลผลิต ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ในฤดูแล้ง ต้นฝน และปลายฝน ปี 2561-2565

| พันธุ์/สายพันธุ์ | เบื้องต้น[1] | มาตรฐาน[2] | ไร่เกษตรกร[3] | เฉลี่ย | เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 75-3 |
| ผลผลิตฝักสดที่จำหน่ายได้ (กก./ไร่) | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 1,943 b | 2,085 a | 3,099 b | 2,376 | 113 | 98 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 2,094 b | 1,598 c | 2,604 c | 2,099 | 100 | 86 |
| 75-3 | 2,134 a | 1,900 b | 3,259 a | 2,431 | 116 | 100 |
| C.V. (%) | 9.6 | 7.9 | 11.8 | | | |
| ผลผลิตฝักสดมาตรฐาน (กก./ไร่) | | | | | | |
| CM13102-2-14 | 626 c | 619 ab | 1316 b | 854 | 107 | 90 |
| กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 743 ab | 506 c | 1154 c | 801 | 100 | 85 |
| 75-3 | 767 a | 630 a | 1445 a | 947 | 118 | 100 |
| C.V. (%) | 15.1 | 14.3 | 18.4 | | | |

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2562, 2564, 2566)

[1] เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น จำนวน 2 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561

[2] เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบมาตรฐาน จำนวน 3 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2562-2563

[3] เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 11 แปลง ที่ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (5 แปลง) และเชียงราย (6 แปลง) ในปี 2564-2565

**ตารางที่ 5** การประเมินคุณภาพฝักต้มของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการประเมินผลผลิต ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ในฤดูแล้ง ต้นฝน และปลายฝน ปี 2561-2565

| พันธุ์/สายพันธุ์ | CM13102-2-14 | กวก. เชียงใหม่ 84-2 | 75-3 |
|---|---|---|---|
| ความหวาน[1] | หวานปานกลาง | หวานปานกลาง | หวานปานกลาง |
| ความแน่นเนื้อ[1] | นุ่ม | กรอบ | กรอบ |
| ความหอม[1] | เผือก | ใบเตย | ไม่หอม |

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2562, 2564, 2566)

[1] เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น จำนวน 2 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561 การเปรียบเทียบมาตรฐาน จำนวน 3 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2562-2563 และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 11 แปลง ที่ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (5 แปลง) และเชียงราย (6 แปลง) ในปี 2564-2565

**ตารางที่ 6** ความกว้างและความยาวฝักมาตรฐาน และอายุเก็บเกี่ยวฝักสดของถั่วเหลืองฝักสดสายพันธุ์ CM13102-2-14 พันธุ์กวก. เชียงใหม่ 84-2 และ 75-3 จากการประเมินผลผลิต ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย ในฤดูแล้ง ต้นฝน และปลายฝน ปี 2561-2565

| **พันธุ์/สายพันธุ์** | **CM13102-2-14** | **กวก. เชียงใหม่ 84-2** | **75-3** |
|---|---|---|---|
| ความกว้างฝักมาตรฐาน (ซม.)[1] | 1.41-1.47 | 1.44-1.51 | 1.46-1.49 |
| ความยาวฝักมาตรฐาน (ซม.)[1] | 5.10-5.36 | 5.41-5.79 | 5.70-6.03 |
| จำนวนฝักมาตรฐานต่อกิโลกรัม[1] | 248-339 | 237-291 | 219-325 |
| อายุเก็บเกี่ยวฝักสด (วัน)[1] | 65-72 | 60-62 | 61-72 |

**ที่มา:** ดัดแปลงจาก รัชนี และคณะ (2562, 2564, 2566)

[1] เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเบื้องต้น จำนวน 2 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2561 การเปรียบเทียบมาตรฐาน จำนวน 3 แปลง ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในปี 2562-2563 และการเปรียบเทียบในไร่เกษตรกร จำนวน 11 แปลง ที่ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่ (5 แปลง) และเชียงราย (6 แปลง) ในปี 2564-2565

# การประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสำหรับการแปรรูป

# Evaluation of Elite Mungbean Lines for Suitable to Processing

อัจฉรา จอมสง่าวงศ์[1/] ศมิษฐา แม้นเหมือน[1/] วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว[1/]
ปวีณา ไชยวรรณ์[1/] จุฑารัตน์ ช้างแก้วมณี[1/]
Achara Jomsangawong[1/] Samittha Maenmeun[1/] Wilairat Pankaew[1/]
Paveena Chaiwan[1/] Jutarat Changkaewmanee[1/]

## ABSTRACT

The evaluation of elite mungbean lines for suitable to processing was conducted at Chai Nat Field Crops Center in 2023 aim to evaluate the elite mungbean lines that gave high yield and quality for processing industry. Twelve elite mungbean lines were compared with DOA Chai Nat 3 and DOA Chai Nat 84-1 for yield, seed chemical components, sprout quality and viscosity of mungbean starch. The results found that the amount of 14 mungbean lines/varieties gave an average 1,000 seed weight of 65.7-79.3 g which CNMB-HS16-08-05 CNMB-HS16-10-14 and CNMB-HS16-19-01 gave the largest seed size of 79.3 77.8 and 76.8 g/1,000 seed weight, respectively DOA Chai Nat 3 and DOA Chai Nat. 84-1 (73.2 and 70.3 g /1,000 seed weight). Meanwhile, the fourteen mungbean lines/varieties gave the average yield in range of 92-191 kg/rai which CNMB-HS16-02-09 and CNMB-HS16-07-06 gave the highest yield 191 and 171 kg/rai, respectively that were not statistically different from DOA.Chai Nat 3 and DOA Chai Nat 84-1 (132 and 142 kg/rai) checked varieties. The seed chemical components gave carbohydrate of 59.24-61.93% and protein of 22.40-25.60%. Fourteen mungbean lines/varieties gave the sprout yield of 5.40-6.65 kg/1 kg seed, sprout sweetness between 6.8-7.5 $^{o}$brix and the fresh firmness between 0.24-0.30 N/cm$^2$. The starch quality was measured by peak viscosity of starch paste that the 14 mungbean lines/varieties gave the peak viscosity of 225-246 RVU which CNMB-HS16-13-08 gave the highest peak viscosity of 246 RVU, follow by CNMB-HS16-18-08 gave 242 RVU that higher than DOA Chai Nat 3 and DOA Chai Nat 84-1 which gave the peak viscosity of 238 and 236 RVU, respectively.

**Keywords:** mungbean, seed chemical component, sprout, starch, viscosity

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

[1/] Chai Nat Field Crops Research Center, Sapphaya, Chai Nat 17150

**บทคัดย่อ**

การประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสำหรับการแปรรูป ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ปี 2566 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดีสำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป ประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ พันธุ์ กวก.ชัยนาท 84-1 ประเมินผลผลิต องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด คุณภาพถั่วงอก และความหนืดของแป้งถั่วเขียว พบว่า ทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ระหว่าง 65.7-79.3 กรัม โดยสายพันธุ์ CNMB-HS16-08-05 CNMB-HS16-10-14 และ CNMB-HS16-19-01 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 79.3 77.8 และ 76.8 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 (73.2 กรัม) และ กวก.ชัยนาท 84-1 (70.3 กรัม) และผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ ระหว่าง 92-191 กิโลกรัมต่อไร่ โดยสายพันธุ์ CNMB-HS16-02-09 และ CNMB-HS 16-07-06 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 191 และ 171 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 (132 กิโลกรัมต่อไร่) และกวก.ชัยนาท 84-1 (142 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 59.24–61.93 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 22.40-25.60 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตถั่วงอกระหว่าง 5.40-6.65 กิโลกรัมต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม ให้ความหวานถั่วงอกระหว่าง 6.8-7.5 องศาบริกซ์ ความแน่นเนื้อระหว่าง 0.24-0.30 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร คุณภาพแป้ง โดยการวัดความหนืดของน้ำแป้ง มีค่าความหนืดสูงสุด 223-246 RVU ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น CNMB-HS16-13-18 ให้ค่าความหนืดสูงสุด 246 RVU รองลงมา คือสายพันธุ์ CNMB-HS16-18-08 ให้ค่าความหนืดสูงสุด 242 RVU สูงกว่าพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 ให้ค่าความหนืดสูงสุด 238 และ 236 RVU ตามลำดับ

**คำหลัก**: ถั่วเขียว องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด ถั่วงอก แป้งถั่วเขียว ความหนืด

## บทนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่สูงแต่มีไขมันในปริมาณที่ต่ำ เหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพสำหรับผู้นิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือแป้งร้อยละ 62.7 โปรตีนร้อยละ 21.7 ความชื้นร้อยละ 10.2 และไขมันร้อยละ 1.5 (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550) อาหารจากถั่วเขียวเป็นอาหารที่มีไฟเบอร์และแร่ธาตุสูง มีแคลเซียม เหล็ก และวิตามินที่ละลายน้ำได้ในปริมาณสูง (Mosse and Pernollet, 1982) อุตสาหกรรมที่ใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบที่สำคัญได้แก่ การผลิตวุ้นเส้น ซึ่งตลาดภายในประเทศมีการบริโภควุ้นเส้นปีละประมาณ 25,000-33,000 ตัน มูลค่าการตลาดประมาณ 25,000 ล้านบาท วุ้นเส้น (vermicelli) เป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่ทำมาจากสตาร์ชถั่วเขียว นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในเอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ วุ้นเส้นเป็นแหล่งที่ดีของแป้งที่ทนต่อการย่อย (resistant starch: RS) ซึ่งเป็นแป้งที่เอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารไม่สามารถย่อยได้ และไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก แต่จะผ่านระบบทางเดินอาหารจนถึงลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ได้เป็นกรดไขมันสายสั้น ๆ ดังนั้น RS จึงมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับใยอาหาร (dietary fiber) ปัจจุบันโรงงานผลิตวุ้นเส้นที่ขึ้นทะเบียนโรงงานมีจำนวน 15 ราย โดยเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ 3 ราย ประกอบด้วย บริษัทสิทธินันท์จำกัด บริษัทอุตสาหกรรมวุ้นเส้นไทยจำกัด และบริษัทไทยวาฟู้ดโปรดักส์จำกัด และนอกจากนี้ถั่วเขียวก็ยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเพาะถั่วงอก สำหรับความต้องการใช้ถั่วงอกภายในประเทศมีสูงถึงปีละ 70,000 ตัน หรือประมาณ 1 ล้านกิโลกรัมต่อวัน ซึ่งต้องใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว ประมาณ 40 ตัน และต้องเป็นเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกดีเทียบเท่ากับเมล็ดพันธุ์ ในถั่วงอกมีสารให้คุณค่าทางโภชนาการ เช่น โปรตีน แร่ธาตุ วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และสารกลุ่มฟีนอล โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร sulforaphanes ซึ่งมีในปริมาณสูงในถั่วงอกให้คุณค่าทางโภชนาการซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (Cevallos-Casals and Cisneros-Zevallos, 2010; Randhir and Shetty, 2005

ปัจจุบันมีการนำถั่วเขียวไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก อุตสาหกรรมแป้งและวุ้นเส้นในปริมาณมาก แต่ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป ดังนั้นการจะพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียวนอกจากจะให้ผลผลิตสูง มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีแล้ว พันธุ์ถั่วเขียวนั้นควรต้องมีคุณภาพดีเมื่อนำไปแปรรูปด้วย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่จะเหมาะสำหรับการนำไปแปรรูป เพื่อช่วยในคัดเลือกพันธุ์ถั่วเขียวที่ให้ผลผลิตและมีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการนำไปแปรรูป สำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการเพาะถั่วงอก และอุตสาหกรรมแปรรูปแป้งเพื่อทำวุ้นเส้นต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

1 ถั่วเขียวผิวมันสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ ถั่วเขียวพันธุ์รับรองจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1

2. ปุ๋ยเคมี 12-24-12

3. สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

4. อุปกรณ์การเพาะถั่วงอก

5. อุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพเมล็ด อุปกรณ์วัดค่าความหวาน (Refractometer) อุปกรณ์ตรวจสอบความแน่นเนื้อ (Firmness tester) และอุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด

6. อุปกรณ์และเครื่องมือหาองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด

7. เครื่อง RVA (Rapid Visco-Analyzer, Perten Instruments, RVA 4500)

**วิธีการ**

**1. ประเมินผลผลิต** ดำเนินการในฤดูแล้ง ปี 2566 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ ขนาดแปลงทดลองย่อย 3x6 เมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 2x5 เมตร การปลูกดูแลรักษา ปลูกตามแผนการทดลอง ใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมี 12-24-12 รองพื้น อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำทันทีหลังปลูก พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืช และให้น้ำทุก 7-14 วัน ตามความจำเป็น พ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช กำจัดวัชพืชเมื่อถั่วเขียวอายุ 15 วัน และ 30 วัน

**2. ศึกษาการเพาะถั่วงอก**

2.1 ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดก่อนการเพาะถั่วงอก

- ความงอก ใช้เมล็ดตัวอย่างละ 100 เมล็ด จำนวน 2 ซ้ำ เพาะในกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำ ม้วนกระดาษแล้วใส่ลงถุงพลาสติกปิดปากถุง วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประเมินความงอกภายหลังเพาะ 7 วัน
- ความแข็งแรง ด้วยวิธีเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ (Aging Test) โดยใช้เมล็ดตัวอย่างละ 100 เมล็ด จำนวน 2 ซ้ำ ใส่ในตะแกรงลวดสแตนเลส รูปทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 เซนติเมตร นำตะแกรงลวดใส่ในโหลที่มีน้ำอยู่ 100 มิลลิลิตร โดยให้ระดับน้ำต่ำกว่าเมล็ดในตะแกรงประมาณ 2-3 เซนติเมตร ปิดฝาขวดโหลให้สนิทเพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์ภายในขวด ให้เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ วางขวดโหลในตู้อบอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอก ตามวิธีของ ISTA (2017)

2.2 ศึกษาคุณภาพของถั่วงอก โดยการเพาะถั่วงอก จำนวน 3 ซ้ำ นำเมล็ดถั่วเขียว จำนวน 300 กรัมต่อตัวอย่าง เพาะถั่วงอกในถังพลาสติกสีดำ เป็นเวลา 3 วัน หรือ 72 ชั่วโมง รดน้ำวันละ 3-4 ครั้งต่อวัน หลังจากนั้นนำถั่วงอกมาตรวจสอบคุณภาพถั่วงอก โดยการสุ่มต้นถั่วงอก จำนวน 10 ต้น ต่อตัวอย่างมาทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

- วัดความยาวราก ความยาวต้นอ่อน และความกว้างต้นอ่อน
- วัดค่าความหวานถั่วงอก โดยใช้ Hand Refractometer
- วัดความแน่นเนื้อถั่วงอก โดยใช้ Firmness tester
- ชั่งน้ำหนักสดถั่วงอก
- น้ำหนักแห้ง โดยการสุ่มถั่วงอก จำนวน 50 ต้นต่อตัวอย่าง นำมาชั่งน้ำหนักสด หลังจากนั้นนำไปอบด้วยลมร้อน ที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักแห้ง

**3. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด** ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เถ้า เยื่อใย ไขมัน และความชื้น โดยส่งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดตามวิธีของ AOAC (1990 และ 2000) ที่ห้องปฏิบัติการของกองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช กรมวิชาการเกษตร

**4. การแปรรูปแป้ง** โดยนำเมล็ดถั่วเขียวที่กะเทาะซีกแล้วแช่น้ำเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ล้างเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออกนำไปบดในเครื่องโม่บดถั่วเขียว แล้วผ่านเข้าเครื่องกรองแยกกาก ซึ่งจะแยกกากถั่วเขียวและน้ำแป้งออกจากกัน นำน้ำแป้งที่ได้ไปตกตะกอนเพื่อแยกแป้งออกจากน้ำโปรตีน ด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยน้ำเปล่า 2-3 ครั้ง จนน้ำที่ใช้ตกตะกอนใส แยกแป้งที่ตกตะกอนไปตากแดดให้แห้ง

**5. วิเคราะห์คุณภาพแป้ง** ด้วยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านความหนืด ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว RVA (Rapid Visco-Analyzer, Perten Instruments, RVA 4500X ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ชั่งแป้งแต่ละชนิด 3 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ลงใน RVA canister และเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีน้ำหนักรวมเป็น 28 กรัม จากนั้นผสมให้เข้ากัน ใช้โปรแกรมมาตรฐาน กำหนดสภาวะของเครื่องวัดความหนืด RVA โดยใช้ใบพัดกวนแป้งที่หมุนด้วยความเร็วดังนี้ วินาทีที่ 0-10 หมุนด้วยความเร็ว 960 รอบต่อนาที หลังจากนั้นหมุนด้วยความเร็ว 160 รอบต่อนาที จนเสร็จการปฏิบัติและกำหนดอุณหภูมิในการปฏิบัติ ดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้น 50 °ซ นาน 1 นาที เพิ่มอุณหภูมิจาก 50 °ซ เป็น 95 °ซ ภายในเวลา 3.8 นาที คงอุณหภูมิที่ 95 °ซ นาน 2.5 นาที จากนั้นทำให้เย็นลงจาก 95 °ซ เป็น 50 °ซ ภายในเวลา 3.8 นาที และคงอุณหภูมิสุดท้ายที่ 50 °ซ นาน 2 นาที ทำการบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้ อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (pasting temperature, °C) ความหนืดสูงสุด (peak viscosity, RVU) ความหนืดต่ำสุด (trough, RVU) ความหนืดสุดท้าย (final viscosity, RVU) ผลต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown = peak viscosity – trough, RVU) ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (setback from trough = final viscosity – trough, RVU) และผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (setback from peak = final viscosity – peak viscosity, RVU)

**6. วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)** เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**1. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต** พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของถั่วเขียวทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสายพันธุ์ CNMB-HS16-02-09 และ CNMB-HS 16-07-06 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 191 และ 171 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และกวก.ชัยนาท 84-1 ให้ผลผลิต 132 และ 142 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับองค์ประกอบผลผลิต พบว่า น้ำหนัก 1,000 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝัก และความสูงต้น แตกต่างกันทางสถิติ โดยถั่วเขียว 14 สายพันธุ์/พันธุ์ มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ระหว่าง 65.7-79.3 กรัม สายพันธุ์ CNMB-HS16-08-05 CNMB-HS16-10-14 และ CNMB-HS16-19-01 มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุด เท่ากับ 79.3 77.8 และ 77.2 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 ที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 73.2 และ 70.3 กรัม ตามลำดับ ความสูงต้น พันธุ์ กวก.ชัยนาท 84-1 ให้ความสูงต้นสูงสุด คือ 65.0 เซนติเมตร และ สายพันธุ์ CNMB-HS16-18-08 ให้ความสูงต้นน้อยสุด คือ 40.5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝักระหว่าง 11.2-12.9 เมล็ด สำหรับอายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ อายุถึงวันฝักแรกแก่ อายุวันฝักแก่ 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยถั่วเขียวทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ มีอายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ระหว่าง 39-42 วัน อายุถึงวันฝักแรกแก่ระหว่าง 54-56 วัน อายุวันฝักแก่ 50 เปอร์เซ็นต์ระหว่าง 66-71 วัน จำนวนฝักต่อต้นระหว่าง 17.6-27.8 ฝัก และความยาวฝักระหว่าง 9.9-11.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

**2. ผลผลิตและคุณภาพถั่วงอก**

**2.1 คุณภาพของเมล็ดก่อนนำมาเพาะถั่วงอก** พบว่า คุณภาพของเมล็ดก่อนนำมาเพาะถั่วงอกของถั่วเขียวทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดระหว่าง 62.2-78.7 กรัม สายพันธุ์ CNMB-HS 16-19-01 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงสุด รองลงมาคือ สายพันธุ์ CNMB-HS 16-10-14 และ CNMB-HS16-08-05 ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 78.7 77.2 และ 75.7 กรัม ตามลำดับ สูงกว่าพันธุ์ กวก.ชัยนาท 84-1 (66.2 กรัม) และถั่วเขียวทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ มีความชื้นระหว่าง 10.4-11.3 เปอร์เซ็นต์ ความงอกระหว่าง 95.3-99.3 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ระหว่าง 83.7-95.2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

**2.2 คุณภาพและผลผลิตของถั่วงอก** ความยาวรากของถั่วงอก และความยาวของต้นอ่อนถั่วงอก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยถั่วเขียวทั้ง 14 สายพันธุ์/พันธุ์ มีความยาวรากระหว่าง 2.4-4.9 เซนติเมตร ความยาวต้นอ่อนถั่วงอกระหว่าง 3.3-4.6 เซนติเมตร สำหรับความกว้างต้นอ่อนถั่วงอก ความหวาน ความแน่นเนื้อ ผลผลิตถั่วงอก และน้ำหนักแห้งถั่วงอก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความกว้างต้นอ่อนระหว่าง 3.0-3.6 มิลลิเมตร ความหวานถั่วงอกระหว่าง 6.8-7.5 องศาบริกซ์ ความแน่นเนื้อระหว่าง 0.24-0.31 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ให้ผลผลิตถั่วงอกระหว่าง 5.40-6.65 กิโลกรัมต่อเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราการเพาะถั่วงอกเท่ากับ 1:5.4-6.7 (ให้ปริมาตรเป็น 5.4-6.7 เท่าของเมล็ดที่ใช้) น้ำหนักแห้งของถั่วงอกอยู่ระหว่าง 44.6-54.85 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 2)

**3. องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด** ของถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น ทั้ง 12 สายพันธุ์ มีค่าใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 พบว่า มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ระหว่าง 59.24–61.93 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ CNMB-HS 16-10-04 CNMB-HS 16-10-14 และ CNMB-HS 16-19-04 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 61.93 60.69 และ 60.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 59.52 และ 59.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน (Protein) ระหว่าง 22.40-25.60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน (Fat) ระหว่าง 1.64-1.97 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า (Ash) ระหว่าง 4.10-4.37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใย (CF) ระหว่าง 2.25-5.82 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณความชื้น (Moisture) ระหว่าง 8.93-10.37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

**4. สมบัติทางด้านความหนืด**

**ค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity)** คือ ความสามารถในการพองตัวของแป้งเมื่อต้มสุก เป็นค่าบ่งชี้ลักษณะความเหนียวนุ่มของแป้ง ดังนั้น แป้งที่มีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม เป็นแป้งที่มีค่าความหนืดสูงสุดหรือสามารถพองตัวเมื่อต้มสุกที่มีค่าสูง จากการทดลอง พบว่าค่าความหนืดสูงสุด มีค่าอยู่ระหว่าง 223-246 RVU โดยถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่มีค่าความหนืดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์เปรียบเทียบ กวก.ชัยนาท 3 (238 RVU) และ กวก.ชัยนาท 84-1 (237 RVU) ได้แก่ CNMB-HS16-18-08 (242 RVU) และ CNMB-HS16-13-18 (246 RVU) ส่วนถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น CNMB-HS16-08-10 (237 RVU) และ CNMB-HS16-19-01 (236 RVU) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์เปรียบเทียบ แสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น CNMB-HS16-18-08 CNMB-HS 16-13-18 มีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มที่ดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ ส่วนถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น CNMB-HS 16-08-10 และ CNMB-HS16-19-01 มีลักษณะเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มที่ดีเช่นเดียวกับพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 4)

**ค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งหรือค่าการสูญเสียความหนืด (break down)** เป็นค่าที่ใช้อธิบายความแตกต่างของเม็ดแป้งในช่วงการให้ความร้อนหรือหุงต้ม หากการแตกตัวของเม็ดแป้งต่ำ แสดงว่าแป้งนั้นทนต่อความร้อนได้มาก เมื่อแป้งได้รับความร้อนหรือต้มสุก จะได้เจลที่มีลักษณะแห้งหรือแข็งกระด้าง (วิจิตรา และวชิรญา, 2563) ดังนั้นค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งควรมีค่าสูงซึ่งจะทำให้แป้งมีลักษณะนุ่ม การทดลองนี้ พบว่าค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งอยู่ระหว่าง 46.9-67.2 RVU โดยถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่มีค่าการแตกตัวของเม็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์เปรียบเทียบ กวก.ชัยนาท 3 (65.7 RVU) และ กวก.ชัยนาท 84-1 (61.5 RVU) ได้แก่ CNMB-HS16-07-06 (65.0 RVU) CNMB-HS16-08-05 (64.9 RVU) CNMB-HS16-08-10 (66.0 RVU) CNMB-HS16-09-12 (63.0 RVU) CNMB-HS16-10-04 (60.0 RVU) CNMB-HS16-10-14 (57.6 RVU) CNMB-HS16-13-18 (63.1 RVU) CNMB-HS16-18-08 (67.2 RVU) และ CNMB-HS16-19-01 (61.0 RVU) แสดงให้เห็นว่า แป้งของถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้ เมื่อได้รับความร้อนหรือต้มสุก แป้งจะมีลักษณะนุ่มใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 4)

**ค่าการคืนตัวของแป้ง (setback)** เป็นค่าที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เมื่อแป้งถูกให้ความร้อนแล้วปล่อยให้เย็นลง แป้งที่มีค่าการคืนตัวต่ำเนื้อสัมผัสของแป้งยังคงเหนียวนุ่ม จากการทดลองนี้ พบว่าค่าการคืนตัวของเม็ดแป้ง มีค่าอยู่ระหว่าง 106-119 RVU ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น CNMB-HS16-08-10 (110 RVU) CNMB-HS16-09-12 (109 RVU) CNMB-HS16-13-18 (108 RVU) CNMB-HS16-18-08 (109 RVU) และ CNMB-HS16-19-01 (108 RVU) ให้ค่าการคืนตัวของแป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 (108 RVU) แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 84-1 (106 RVU) แสดงให้เห็นว่าในการทดลองนี้เนื้อสัมผัสของแป้งจากพันธุ์ กวก. ชัยนาท 84-1 ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ กวก. ชัยนาท 3 และถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่ได้กล่าวแล้ว (ตารางที่ 4)

คุณภาพแป้งที่จะนำไปแปรรูป และมีความสัมพันธ์กับคุณภาพการบริโภค ได้แก่ สมบัติทางด้านความหนืดสูงสุด ซึ่งใช้บ่งชี้ลักษณะความเหนียวนุ่มของแป้ง ควรมีค่าความหนืดสูงสุด และค่าการแตกตัวของเม็ดแป้งสูง แต่มีค่าการคืนตัวของเม็ดแป้งต่ำ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์สมบัติการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 พบว่า ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ CNMB-HS16-13-18 CNMB-HS16-18-08 CNMB-HS16-08-10 และ CNMB-HS16-19-01 เป็นถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นมีคุณภาพแป้งเหนียวนุ่มใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการคัดเลือกถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่เหมาะสำหรับการนำไปแปรรูป ในงานปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อผลผลิตสูง และคุณภาพดีในเบื้องต้นได้

## สรุปผลการทดลอง

ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นชุดทดสอบนี้ เป็นสายพันธุ์ที่ได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ คัดเลือกและประเมินผลผลิตในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐานมาแล้ว และพบว่าถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นชุดนี้เป็นชุดที่ให้ผลผลิตสูง มีขนาดเมล็ดใหญ่ และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี นอกจากลักษณะที่ดีดังกล่าวมาแล้ว จากการทดลองนี้ สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ให้ลักษณะทางการเกษตรที่ดี และให้คุณภาพการแปรรูปที่ดี ได้ดังนี้

1. ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่มีขนาดเมล็ดใหญ่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CNMB-HS16-08-05 CNMB-HS16-10-14 และ CNMB-HS16-19-01 น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 79.3 77.8 และ 76.8 กรัม ตามลำดับ

2. ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้ผลผลิตถั่วงอกและคุณภาพถั่วงอกที่ดี จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CNMB-HS16-07-06 CNMB-HS16-10-04 และ CNMB-HS16-09-12 ผลผลิตถั่วงอก เท่ากับ 6.65 6.25 และ 6.22 กิโลกรัมต่อน้ำหนักเมล็ด 1 กิโลกรัม ตามลำดับ

3. ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นที่ให้คุณภาพแป้งที่ดี จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ CNMB-HS16-08-10 CNMB-HS16-13-18 CNMB-HS16-18-08 และ CNMB-HS16-19-01 มีองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด

และสมบัติทางด้านความหนืดใกล้เคียงกับพันธุ์เปรียบเทียบ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 ถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้เป็นถั่วเขียวที่เหมาะสำหรับการผลิตวุ้นเส้น

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภททุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ขอขอบคุณกองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดถั่วเขียว และศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์คุณภาพความหนืดของแป้งถั่วเขียวในการทดลองครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. *เทคโนโลยีของแป้ง.* พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 292 หน้า

วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิราญา เหลียวตระกูล. 2563. ผลของวิธีการดัดแปรแป้งด้วยกรดและพรีเจลาติไนเซชันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกระจับ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 15(2): 82-95.

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Analytical Chemists. Washington, DC.

AOAC. 2000. *Official Method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Virginia.

Cevallos-Casals, B.A. and L. Cisneros-Zevallos. 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chem*. 119: 1485-1490.

ISTA. 2017. International rules for seed testing. International Seed Testing Association, Bassesdorf, Switzerland. Available at : https://www.seedtest.org/en/home.html Accessed : January 20, 2021.

Mosse, J. and J.C. Pernollet. 1982. Storage proteins of legume seeds. In Chemistry and Biochemistry of legumes, Pages 111-193. ed. S.K. Arora, Edward Arnold, London.

Randhir, R. and K. Shetty. 2005. Developmental stimulation of total phenolics and related antioxidant activity in light and dark-germinated corn by natural elicitors. *Process Biochem*. 40: 1721-1732.

**ตารางที่ 1** ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ของถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่นจากงานการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวเพื่อผลผลิตและคุณภาพแป้งสูง จำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก. ชัยนาท 3 และ กวก. ชัยนาท 84-1 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ในฤดูแล้งปี 2566

| ลำดับ | สายพันธุ์/พันธุ์ | อายุถึงวันออกดอก 50 % (วัน) | อายุถึงวันฝักแรกแก่ (วัน) | อายุถึงวันฝักแก่ 50 % (วัน) | ความสูงต้น (ซม.) | จำนวนฝักต่อต้น | ความยาวฝัก (ซม.) | จำนวนเมล็ดต่อฝัก | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ก.) | ผลผลิต (กก./ไร่) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CNMB-HS16-02-09 | 40 | 55 | 69 | 51.4 a-e | 23.3 | 10.0 | 11.6 ab | 75.8 a-c | 191 |
| 2 | CNMB-HS16-06-05 | 42 | 56 | 70 | 59.2 a-c | 21.9 | 11.1 | 12.9 a | 65.7 d | 164 |
| 3 | CNMB-HS16-07-06 | 40 | 56 | 71 | 62.0 ab | 23.7 | 10.0 | 12.6 ab | 71.8 a-d | 171 |
| 4 | CNMB-HS16-08-05 | 39 | 55 | 70 | 53.8 a-e | 19.6 | 10.8 | 12.1 ab | 79.3 a | 124 |
| 5 | CNMB-HS16-08-10 | 39 | 55 | 66 | 45.7 b-e | 17.7 | 10.4 | 12.4 ab | 76.0 a-c | 120 |
| 6 | CNMB-HS16-09-12 | 41 | 55 | 68 | 42.8 c-e | 18.8 | 10.2 | 11.6 ab | 74.3 a-d | 119 |
| 7 | CNMB-HS16-10-04 | 39 | 54 | 66 | 44.4 c-e | 20.1 | 11.2 | 12.2 ab | 71.0 a-d | 117 |
| 8 | CNMB-HS16-10-14 | 39 | 56 | 71 | 46.8 b-e | 24.6 | 11.0 | 11.6 ab | 77.8 ab | 158 |
| 9 | CNMB-HS16-13-18 | 40 | 56 | 71 | 57.5 a-d | 27.8 | 10.5 | 12.3 ab | 74.0 a-d | 157 |
| 10 | CNMB-HS16-18-08 | 40 | 56 | 67 | 40.5 e | 18.6 | 10.2 | 11.4 ab | 67.7 cd | 101 |
| 11 | CNMB-HS16-19-01 | 39 | 55 | 69 | 40.8 de | 18.8 | 10.6 | 11.2 b | 77.2 ab | 100 |
| 12 | CNMB-HS16-19-04 | 40 | 55 | 70 | 44.7 c-e | 17.6 | 11.4 | 11.8 ab | 76.8 ab | 92 |
| 13 | กวก. ชัยนาท 3 | 42 | 55 | 70 | 52.8 a-e | 21.6 | 10.1 | 12.3 ab | 73.2 a-d | 132 |
| 14 | กวก. ชัยนาท 84-1 | 40 | 56 | 70 | 65.0 a | 21.7 | 9.9 | 11.7 ab | 70.3 b-d | 142 |
| | C.V. (%) | 6.7 | 3.2 | 2.9 | 11.1 | 20.6 | 5.7 | 4.4 | 4.0 | 35 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ตารางที่ 2** คุณภาพเมล็ดถั่วเขียว และคุณภาพถั่วงอก ของถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับถั่วเขียวพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1 ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ปี 2566

| ลำดับ | พันธุ์/สายพันธุ์ | คุณภาพเมล็ดก่อนเพาะ | | | | | | | | คุณภาพถั่วงอก | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (ก.) | | ความชื้นเมล็ด (%) | ความงอก (%) | ความแข็งแรงของเมล็ด (%) | ความยาวราก (ซม.) | | ความยาวต้นอ่อน (ซม.) | | ความกว้างต้นอ่อน (มม.) | ความหวานถั่วงอก (%brix) | ความแน่นเนื้อ (นิวต้น/ตร.ซม.) | ผลผลิตถั่วงอก (กก.)[1/] | น้ำหนักแห้งถั่วงอก (มม.ก./ต้น) |
| 1 | CNMB-HS16-02-09 | 69.6 | b-e | 10.8 | 98.2 | 88.5 | 4.9 | a | 4.4 | ab | 3.2 | 7.3 | 0.28 | 6.16 | 49.30 |
| 2 | CNMB-HS16-06-05 | 62.2 | e | 10.8 | 98.8 | 93.7 | 3.7 | ab | 3.9 | abc | 3.4 | 7.1 | 0.24 | 6.11 | 44.60 |
| 3 | CNMB-HS16-07-06 | 67.5 | cde | 10.4 | 98.2 | 95.2 | 3.9 | ab | 4.6 | a | 3.0 | 6.8 | 0.27 | 6.65 | 47.15 |
| 4 | CNMB-HS16-08-05 | 75.7 | abc | 10.4 | 96.5 | 82.5 | 4.3 | ab | 4.0 | abc | 3.3 | 7.5 | 0.28 | 5.83 | 51.23 |
| 5 | CNMB-HS16-08-10 | 72.3 | a-d | 10.9 | 98.5 | 87.7 | 4.4 | ab | 4.0 | abc | 3.3 | 7.3 | 0.31 | 6.19 | 49.47 |
| 6 | CNMB-HS16-09-12 | 66.6 | de | 10.5 | 96.5 | 93.0 | 4.7 | ab | 4.3 | ab | 3.3 | 7.2 | 0.3 | 6.22 | 50.40 |
| 7 | CNMB-HS16-10-04 | 70.7 | a-d | 10.8 | 96.7 | 88.7 | 4.8 | ab | 4.6 | a | 3.0 | 7.0 | 0.27 | 6.28 | 48.43 |
| 8 | CNMB-HS16-10-14 | 77.2 | ab | 11.3 | 97.8 | 90.3 | 4.4 | ab | 3.9 | abc | 3.0 | 7.0 | 0.24 | 5.48 | 52.50 |
| 9 | CNMB-HS16-13-18 | 70.2 | b-e | 10.5 | 96.0 | 83.7 | 4.3 | ab | 4.6 | a | 3.2 | 7.3 | 0.28 | 6.13 | 49.47 |
| 10 | CNMB-HS16-18-08 | 65.0 | de | 10.4 | 97.7 | 94.7 | 4.3 | ab | 4.3 | ab | 3.3 | 7.2 | 0.27 | 6.20 | 47.10 |
| 11 | CNMB-HS16-19-01 | 78.7 | a | 11.0 | 95.3 | 90.5 | 2.4 | c | 3.3 | c | 3.4 | 7.5 | 0.25 | 5.40 | 54.85 |
| 12 | CNMB-HS16-19-04 | 73.5 | a-d | 11.0 | 97.8 | 90.8 | 4.6 | ab | 4.4 | ab | 3.3 | 6.8 | 0.28 | 6.03 | 52.07 |
| 13 | กวก. ชัยนาท 3 | 70.8 | a-d | 10.7 | 99.3 | 88.2 | 3.8 | ab | 3.9 | abc | 3.3 | 7.0 | 0.28 | 6.09 | 49.65 |
| 14 | กวก. ชัยนาท 84-1 | 66.2 | de | 10.6 | 97.0 | 92.2 | 3.6 | bc | 3.7 | bc | 3.6 | 7.1 | 0.26 | 5.64 | 45.90 |
| | C.V. (%) | 6.16 | | 3.59 | 1.72 | 5.87 | 16.4 | | 10.5 | | 10.9 | 8 | 15.9 | 7.6 | 8.2 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

[1/] คิดจากเมล็ดถั่วเขียว 1 กิโลกรัม

**ตารางที่ 3** องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก. ชัยนาท 3 และ กวก. ชัยนาท 84-1 ปี 2566

| ลำดับ | สายพันธุ์/พันธุ์ | องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ด (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | คาร์โบไฮเดรต (%) | โปรตีน (%) | ไขมัน (%) | เถ้า (%) | เยื่อใย (%) | ความชื้น (%) |
| 1 | CNMB-HS16-02-09 | 60.03 | 24.3 | 1.64 | 4.14 | 4.73 | 9.89 |
| 2 | CNMB-HS16-06-05 | 59.62 | 24.8 | 1.64 | 4.18 | 4.71 | 9.76 |
| 3 | CNMB-HS16-07-06 | 59.89 | 25 | 1.73 | 4.26 | 4.72 | 9.12 |
| 4 | CNMB-HS16-08-05 | 59.24 | 25.6 | 1.69 | 4.20 | 4.70 | 9.27 |
| 5 | CNMB-HS16-08-10 | 60.90 | 23.5 | 1.69 | 4.14 | 2.25 | 9.77 |
| 6 | CNMB-HS16-09-12 | 60.10 | 24.7 | 1.97 | 4.30 | 4.55 | 8.93 |
| 7 | CNMB-HS16-10-04 | 61.93 | 22.4 | 1.83 | 4.10 | 4.58 | 9.74 |
| 8 | CNMB-HS16-10-14 | 60.69 | 23.0 | 1.78 | 4.16 | 5.82 | 10.37 |
| 9 | CNMB-HS16-13-18 | 59.62 | 24.9 | 1.93 | 4.32 | 4.71 | 9.23 |
| 10 | CNMB-HS16-18-08 | 59.56 | 24.6 | 1.79 | 4.32 | 4.99 | 9.73 |
| 11 | CNMB-HS16-19-01 | 59.73 | 24.6 | 1.80 | 4.24 | 4.88 | 9.63 |
| 12 | CNMB-HS16-19-04 | 60.17 | 24.0 | 1.79 | 4.15 | 4.71 | 9.89 |
| 13 | กวก. ชัยนาท 3 | 59.52 | 24.7 | 1.79 | 4.37 | 4.90 | 9.62 |
| 14 | กวก. ชัยนาท 84-1 | 59.83 | 24.3 | 1.82 | 4.33 | 4.70 | 9.72 |
| | **ค่าน้อยสุด** | **59.24** | **22.40** | **1.64** | **4.10** | **2.25** | **8.93** |
| | **ค่ามากสุด** | **61.93** | **25.60** | **1.97** | **4.37** | **5.82** | **10.37** |
| | **ค่าเฉลี่ย** | **60.06** | **24.31** | **1.78** | **4.23** | **4.64** | **9.62** |

วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (1990 และ 2000) ที่ห้องปฏิบัติการของกองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

**ตารางที่ 4** คุณภาพแป้งด้านความหนืดของถั่วเขียวสายพันธุ์ดีเด่น จำนวน 12 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ กวก.ชัยนาท 84-1

| ลำดับ | สายพันธุ์/พันธุ์ | ความหนืดสูงสุด (RVU) | ความหนืดต่ำสุด (RVU) | ค่าการสูญเสียความหนืด (RVU) | ความหนืดสุดท้าย (RVU) | ค่าการคืนตัวของแป้ง (RVU) | เวลาที่แป้งสุกทั้งหมด (นาที) | อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (°ซ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CNMB-HS16-02-09 | 225 h | 173 cde | 52.1 e | 292 ab | 119 e | 4.58 abc | 77.57 ab |
| 2 | CNMB-HS16-06-05 | 223 h | 172 cde | 51.2 e | 287 bc | 115 d | 4.53 bcd | 77.05 bcd |
| 3 | CNMB-HS16-07-06 | 231 ef | 167 gh | 65.0 ab | 282 de | 115 d | 4.56 bcd | 77.28 bc |
| 4 | CNMB-HS16-08-05 | 232 e | 168 fgh | 64.9 ab | 277 ef | 110 d | 4.49 d | 76.17 e |
| 5 | CNMB-HS16-08-10 | 237 cd | 171 def | 66.6 a | 281 def | 110 b | 4.51 cd | 77.20 bcd |
| 6 | CNMB-HS16-09-12 | 230 f | 167 fgh | 63.0 bc | 277 f | 109 b | 4.53 bcd | 76.78 b-e |
| 7 | CNMB-HS16-10-04 | 224 h | 164 h | 60.0 cd | 279 def | 115 d | 4.56 bcd | 77.48 abc |
| 8 | CNMB-HS16-10-14 | 227 g | 170 efg | 57.6 d | 282 de | 113 c | 4.53 bcd | 76.75 cde |
| 9 | CNMB-HS16-13-18 | 246 a | 182 a | 63.1 bc | 291 ab | 109 b | 4.60 ab | 78.12 a |
| 10 | CNMB-HS16-18-08 | 242 b | 175 bc | 67.2 a | 284 cd | 109 b | 4.49 d | 76.73 cde |
| 11 | CNMB-HS16-19-01 | 236 d | 175 bc | 61.0 c | 284 cd | 108 b | 4.51 cd | 76.47 de |
| 12 | CNMB-HS16-19-04 | 224 h | 177 b | 46.9 f | 293 a | 116 d | 4.49 d | 76.42 de |
| 13 | กวก. ชัยนาท 3 | 238 c | 173 cde | 65.7 ab | 282 def | 109 b | 4.64 a | 77.27 bc |
| 14 | กวก. ชัยนาท 84-1 | 237 d | 174 bcd | 61.5 c | 280 def | 106 a | 4.60 ab | 77.53 abc |
| C.V. (%) | | 0.5 | 1.2 | 3.1 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.6 |

- ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว RVA (Rapid Visco-Analyzer) รุ่น: RVA 4500

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูป

# Development of Instant Bean Sprouts Products

กัญญรัตน์ จำปาทอง[1/] อุดมวิทย์ ไวทยการ[2/] วิลัยรัตน์ แป้นแก้ว[1/]

Kanyarat Champathong[1/] Udomwit Vaidhayakarn[2/] Wilairat Pankaew[1/]

## ABSTRACT

Processing of instant bean sprouts from drying objective is to study the temperature and drying time, proper restoration, including the duration and packaging for storage. This experiment was conducted at Chai Nat Field Crops Research Center between October 2021 and September 2023. The study used two DOA mungbean varieties: greengram “Chainat 3” and blackgram “Chainat 4”, divided to three experiments with randomized complete block design. 1) Effect of temperature and time on quality of drying mung bean sprouts with 4 replications, 7 treatments, consisting of fresh bean sprouts, drying at 70 75 and 80 °C for 3 hours, drying at 85 °C for 2.5 hours, drying at 85 °C 2 hours and drying at 85 and 90 °C for 2 hours. 2) Effect of temperature and time on quality of drying mung bean sprouts with 3 replications, 10 treatments, consisting of initial dried sprout, soaking water at room temperature, initial water temperature 100 °C and boiling in the hot water for 4 6 and 8 minutes, respectively. 3) Effect of container and storage period on the quality of dried bean sprouts with 3 replications, 7 treatments including an initial dried sprout period at 0 months, packaged in PE and PA bags at 2, 4, and 6 months. The results showed that bean sprouts drying at 70 °C for 3 hours provided the highest quality dried bean sprouts. Rehydration of bean sprouts drying at initial water temperature 100 °C for 4 minutes was the most consumer satisfaction. In addition, dried bean sprouts can be stored in PE (Polyethylene) and PA (Polyamide) vacuum sealed bags at 20 °C up to 4 months.

**Keyword:** Drying Sprouts, Package, Storage Period

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท 17150

[1/] Chai Nat Field Crops Research Center, Bang Luang, Sapphaya, Chai Nat 17150

[2/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2/] Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900

**บทคัดย่อ**

การแปรรูปถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูปจากการอบแห้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้ง การคืนสภาพที่เหมาะสม รวมทั้งระยะเวลาและบรรจุภัณฑ์ในการเก็บรักษา ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 - กันยายน 2566 ใช้พันธุ์ถั่วเขียว จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 วางแผนการทดลองแบบ RCB แบ่งเป็น 3 การทดลอง 1) อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ถั่วงอกสด อุณหภูมิ 70 ℃, 75 ℃, 80 ℃ ระยะเวลา 3 ชม. อุณหภูมิ 85 ℃ ระยะเวลา 2.5 ชม. และอุณหภูมิ 85 ℃, 90 ℃ ระยะเวลา 2 ชม. 2) ผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี ได้แก่ ระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 4 6 และ 8 นาที แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 6 และ 8 นาที และแช่ขณะน้ำเดือด ระยะเวลา 4 6 และ 8 นาที และ 3) ผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง จำนวน 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ระยะเวลา 0 เดือน บรรจุถุง PE และ PA ที่ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน พบว่า การอบถั่วงอกด้วยตู้อบลมร้อนขนาด 4,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ได้ถั่วงอกที่มีคุณภาพดีที่สุด คืนสภาพถั่วงอกอบแห้งที่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 นาที ผู้บริโภคมีความพึงพอใจสูงสุด และเก็บรักษาในถุง PE และ PA ปิดผนึกถุงด้วยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ได้นาน 4 เดือน

**คำหลัก:** ถั่วงอกอบแห้ง ภาชนะบรรจุ ระยะเวลาเก็บรักษา

**บทนำ**

ถั่วงอกเป็นผักที่คนไทยรู้จักและบริโภคกันมานานแล้ว จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของถั่วเขียวงอก พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ของถั่วงอกเป็นน้ำ ซึ่งมีถึงร้อยละ 90 ในถั่วงอก 100 กรัม มีโปรตีน 2.8 มิลลิกรัม มีแคลเซียม 27 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 85 มิลลิกรัม และเหล็ก 12 มิลลิกรัม นอกจากนี้ ถั่วงอกยังให้วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอะซีน และวิตามินซี มีกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ ไลซีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ช่วยสร้างภูมิต้านทานต่อเชื้อโรค ช่วยซ่อมแซมเนื้อตับ และช่วยในการเจริญเติบโตและบำรุงรักษาเซลล์ และมีทริปโตเฟนซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ช่วยให้ร่างกายใช้วิตามินบีได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยในการนอนหลับ ส่วนในเมล็ดถั่วเขียวผิวดำ พบว่ามีเมไทโอนินสูงกว่าประมาณ 3 เท่า ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ทำหน้าที่ช่วยย่อยไขมัน และมีซีสตีนมากกว่า 1.5 เท่าของถั่วเขียวผิวมัน และเป็นกรดอะมิโนที่ช่วยให้สุขภาพของตับอ่อนแข็งแรง ช่วยเสริมการเผาผลาญแป้งและน้ำตาลในเม็ดเลือด นอกจากนี้ยังมีกากใยอาหารเหมือนกับผักผลไม้ทั่วไป โดยมีอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 2.2 (มุกดา, 2547)

การทำแห้งหรือการอบแห้งเพื่อการแปรรูปผลผลิตเกษตร (Thermal processing) เป็นกระบวนการถนอมและแปรรูปอาหารโดยกำจัดน้ำออกจากอาหาร เพื่อหยุดหรือชะลอการเจริญเติบโต

ของจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ช่วยลดน้ำหนักและปริมาณของอาหาร มีผลให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่งลดลง เป็นการเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค (วิไล, 2547) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง มผช. 136/2558 ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558) ได้ให้นิยามของผักและผลไม้แห้งไว้ดังนี้ “ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักหรือผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า ที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย อาจใช้ทั้งผลหรือนำมาตัดแต่ง เช่น ปอกเปลือก คว้านเมล็ด หั่นเป็นชิ้น อาจนำไปให้ความร้อนโดยการต้ม ลวก นึ่ง แล้วนำมาทำแห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น”

ประวิทย์ และบุญแสน (2556) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการตลาดของธุรกิจผู้เพาะถั่วงอก พบว่าด้านผลิตภัณฑ์ ตัวแทนร้านค้าผู้จำหน่ายถั่วงอก มีความพึงพอใจต่ำสุดในด้านความคงทนในการเก็บรักษา ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จึงได้ศึกษาแนวทางการวิจัยและพัฒนาการทำถั่วงอกกึ่งสำเร็จรูปโดยวิธีการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนขนาด 4,000 วัตต์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเก็บรักษาถั่วงอกเหลือใช้ หรือแปรรูปเป็นถั่วงอกอบแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการตลาดของถั่วงอก และรักษาคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป โดยมีแนวทางในการศึกษาดังนี้ 1) การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง 2) ผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง 3) ผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4
2. อุปกรณ์เพาะถั่วงอก
3. โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์
4. ตู้อบลมร้อน (Memmert รุ่น ULM 700)
5. เครื่องวัดสี (Konica Minolta รุ่น CR-400)
6. เครื่องวัดค่า water activity (Novasina รุ่น RTD-200)
7. เครื่องชั่งที่มีความแม่นยำ ± 0.001 กรัม
8. ถุงพลาสติกชนิด PE (Polyethylene)
9. ถุงพลาสติกชนิด PA (Polyamide)
10. เครื่องซีลสุญญากาศ (DZ Vacuum Packager รุ่น DZ-500)

**แบบและวิธีการทดลอง**

**การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี

1. ถั่วงอกสด (Control)
2. อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
3. อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
4. อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง
5. อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง
6. อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง
7. อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

**การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 10 กรรมวิธี

1. ระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที (Control)
2. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 4 นาที
3. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 6 นาที
4. แช่น้ำอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 8 นาที
5. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4 นาที
6. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 นาที
7. แช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 8 นาที
8. แช่ขณะน้ำเดือด ระยะเวลา 4 นาที
9. แช่ขณะน้ำเดือด ระยะเวลา 6 นาที
10. แช่ขณะน้ำเดือด ระยะเวลา 8 นาที

**การทดลองที่ 3 ผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี

1. การเก็บรักษา 0 เดือน (Control)
2. ถุงพลาสติกชนิด PE (Polypropylene) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 2 เดือน
3. ถุงพลาสติกชนิด PE (Polypropylene) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 4 เดือน
4. ถุงพลาสติกชนิด PE (Polypropylene) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน
5. ถุงพลาสติกชนิด PA (polyamide) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 2 เดือน
6. ถุงพลาสติกชนิด PA (polyamide) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 4 เดือน
7. ถุงพลาสติกชนิด PA (polyamide) ปิดผนึกสุญญากาศ อายุการเก็บรักษา 6 เดือน

**วิธีการทดลอง**

**การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

1. เพาะถั่วงอก จากเมล็ดถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ เมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 เพาะถั่วงอกตามกรรมวิธีการเพาะถั่วงอกคอนโดของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (2555) ใช้เมล็ดถั่วเขียว 300 กรัมต่อการเพาะถั่วงอก 1 ถัง

2. อบแห้งถั่วงอก ในการอบแห้งแต่ละครั้งใช้ถั่วงอกสดปริมาณ 100 กรัมต่อถาด โดยนำถั่วงอกสดแช่ในน้ำเดือด 150 มิลลิลิตร นาน 10 วินาที นำขึ้นมาวางให้สะเด็ดน้ำ หลังจากนั้นนำไปแช่น้ำที่ผสมสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ อัตรา 4 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 20 วินาที ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำก่อนนำถั่วงอกไปใส่ถาดอะลูมิเนียมโดยวางถั่วงอกให้ซ้อนทับกันน้อยที่สุด และอบด้วยลมร้อนในตู้อบลมร้อน ขนาด 4,000 วัตต์ ตามอุณหภูมิ และระยะเวลาที่กำหนดตามกรรมวิธีต่าง

3. วัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ($a_W$) ใส่ตัวอย่างถั่วงอกอบแห้งที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ ในตลับวัด $a_W$ ประมาณครึ่งหนึ่งของตลับ เกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับ นำตลับวัด $a_W$ ใส่ลงในเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี รอจนกระทั่งเครื่องอ่านค่า $a_W$ จดบันทึกค่า $a_W$ ที่ได้

4. วัดค่าสี (L* a* และ b*) การทดสอบคุณภาพด้านสีของถั่วงอกอบแห้งจะใช้เครื่องวัดค่าสียี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400 การตรวจสอบสีจะตรวจสอบ ด้วยระบบ CIE โดยการตรวจวัดค่าสีในเทอมของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) และค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*)

- ค่า L* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมี ความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจน เป็นสีคล้ำ
- ค่า a* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่าง เป็นสีแดง แต่ค่า a* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็น สีเขียว
- ค่า b* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็น สีเหลือง แต่ถ้าค่า b* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สิริมนต์, 2558)

5. บันทึกลักษณะที่ปรากฏของถั่วงอกหลังอบแห้ง ได้แก่ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ตามวิธี 9-Point Hedonic scale (ไพโรจน์, 2561) โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 10 คน

ลักษณะที่ปรากฏของถั่วงอกหลังจากอบแห้ง ได้แก่ สี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส ให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏจากผล 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนจาก 1 ถึง 9 เมื่อคะแนนที่ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด และคะแนนที่ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

9 ชอบมากที่สุด (like extremely)
8 ชอบมาก (like very much)
7 ชอบปานกลาง (like moderately)
6 ชอบเล็กน้อย (like slightly)
5 เฉย ๆ (neither like nor dislike)
4 ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)
3 ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately)

2 ไม่ชอบมาก (dislike very much)

1 ไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely)

**การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

1. อบถั่วงอกด้วยลมร้อนในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 หลังจากนั้นคืนสภาพถั่วงอกโดยใช้ถั่วงอกอบแห้ง จำนวน 2 กรัม แช่ในน้ำอุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด

2. บันทึกลักษณะที่ปรากฏหลังการคืนตัว ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏจากผล 9-Point Hedonic scale จากผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ให้คะแนนจาก 1 ถึง 9 เมื่อคะแนนที่ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด และคะแนนที่ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

**การทดลองที่ 3 ผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

1. อบถั่วงอกด้วยลมร้อนในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้จากขั้นตอนที่ 1

2. นำถั่วงอกอบแห้งใส่บรรจุภัณฑ์ที่กำหนด จำนวน 250 กรัม ซีลถุงสุญญากาศ วางไว้ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาที่กำหนด

3. บันทึกลักษณะที่ปรากฏหลังการคืนตัว ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏจากผล 9-Point Hedonic scale จากผู้ทดสอบจำนวน 10 คน ให้คะแนนจาก 1 ถึง 9 เมื่อคะแนนที่ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สด และคะแนนที่ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

4. วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**การทดลองที่ 1 อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก. ชัยนาท 3**

ค่า $a_w$ ของถั่วงอกสด มีค่า 0.88 อยู่ในช่วงที่แบคทีเรียทั่วไปจะเจริญได้ ส่วนค่า $a_w$ ของถั่วงอกอบแห้งทุกกรรมวิธี มีค่า 0.26-0.31 (ตารางที่ 1) อยู่ในช่วงที่เกิดการออกซิเดชั่นต่ำที่สุด ทำให้หยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ยีสต์ และรา (วิภาดา, ม.ป.ป.) ส่วนค่าสี ค่า L* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง 40.0-41.6 ส่วนค่า a* และ b* ของถั่วงอกอบแห้งแตกต่างทางสถิติกับถั่วงอกสด โดยถั่วงอกสด มีค่า a* และ b* 1.2 และ 2.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง แสดงความเป็นสีขาวค่อนไปทางสีแดงอ่อนและเหลืองอ่อน ด้านคะแนนความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสเฉลี่ยสูงสุด มีค่า 5.9 6.1 6.4 และ 5.5 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4**

ค่า $a_w$ ของถั่วงอกสด มีค่า 0.89 อยู่ในช่วงที่แบคทีเรียทั่วไปจะเจริญได้ ส่วนค่า $a_w$ ของถั่วงอกอบแห้งทุกกรรมวิธี มีค่า 0.26-0.37 (ตารางที่ 1) ส่วนค่าสี ค่า L* ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกับอุณหภูมิ 75 และ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง และถั่วงอกสด มีค่าระหว่าง 40.4-40.4 (ตารางที่ 1) ส่วนค่า a* และ b* ของถั่วงอกอบแห้งแตกต่างทางสถิติกับถั่วงอกสด โดยถั่วงอกสด มีค่า a* และ b* 1.0 และ 1.5 ตามลำดับ ด้านคะแนนความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เฉลี่ยสูงสุด มีค่า 5.4 5.7 5.7 และ 5.0 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาค่าสี และคะแนนความพึงพอใจต่อลักษณะที่ปรากฏ ถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าสี L* a* และ b* ใกล้เคียงถั่วงอกสดมากที่สุด และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส สูงสุด จึงนำถั่วงอกอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง มาศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง และการศึกษาผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง

**การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่มีผลต่อการคืนสภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

**ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3** เมื่ออบแห้งถั่วงอกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำมาคืนสภาพ มีคะแนนความพึงพอใจของสี เมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 5.0-5.4 คะแนน (ตารางที่ 3) ส่วนคะแนนความพึงพอใจต่อกลิ่นไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 4.4-5.4 คะแนน คะแนนความพึงพอใจต่อรสชาติของถั่วงอกที่แช่น้ำอุณหภูมิห้อง และแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาต่าง ๆ และแช่น้ำเดือด 4 นาที ไม่แตกต่างจากถั่วงอกอบแห้งระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที มีค่า 5.5 คะแนน ส่วนความพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัส การแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 นาที มีคะแนนมากที่สุด เท่ากับ 6.1 คะแนน

**ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4** มีคะแนนความพึงพอใจของสี เมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องที่ระยะเวลา 4-8 นาที และแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4-8 นาที มีคะแนนการความพึงพอใจต่อสีไม่แตกต่างกับถั่วงอกอบแห้งระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที มีค่า 5.7 คะแนน ส่วนคะแนนความพึงพอใจของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เมื่อแช่น้ำที่อุณหภูมิห้อง และแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 4-8 นาที มีคะแนนการความพึงพอใจไม่แตกต่างกับถั่วงอกระยะเวลาคืนสภาพ 0 นาที มีค่าระหว่าง 4.9-5.2 5.1-6.0 และ 5.0-5.6 คะแนน (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส พบว่าการแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ระเวลา 4 นาที มีคะแนนการทดสอบความพึงพอใจต่อ

สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีค่าสูงสุด และระยะเวลาที่น้อยกว่าในการคืนสภาพส่งผลให้เกิดความรวดเร็วในการเตรียมอาหารเพื่อบริโภคต่อไป

**การทดลองที่ 3 ผลของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพของถั่วงอกอบแห้ง**

**ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3** เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PA และ PE ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน พบว่า มีค่า $a_w$ ระหว่าง 0.23-0.29 (ตารางที่ 4) ส่วนค่าสี ค่า L* ของถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 6 เดือน มีค่าสูงที่สุด แตกต่างจากถั่วงอกที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PA ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 6 เดือน ส่วนค่า a* ของถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ PA ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 2-4 เดือน ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษา 0 เดือน มีค่าระหว่าง 3.5-4.0 (ตารางที่ 4) ด้านคะแนนความพึงพอใจต่อสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส พบว่า ถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PA และ PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2-4 เดือน ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อสี และรสชาติไม่แตกต่างจากถั่วงอกอบแห้ง มีค่า 6.2 และ 6.3 คะแนน ตามลำดับ ส่วนความพึงพอใจต่อกลิ่นถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 เดือน มีค่าสูงสุด แตกต่างกับที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 6 เดือน ในขณะที่เนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 4.9-6.2 คะแนน (ตารางที่ 5)

**ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4** เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PA และ PE ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน พบว่า มีค่า $a_w$ ระหว่าง 0.26-0.31 (ตารางที่ 4) ส่วนค่าสี ค่า L* ของถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ PA ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 2-6 เดือน ไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 37.1-39.5 ส่วนค่า a* ของถั่วงอกอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ปิดผนึกสุญญากาศ ที่ระยะเวลา 2 เดือน ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษา 0 เดือน มีค่า 3.9 (ตารางที่ 4) ด้านคะแนนค่าความพึงพอใจต่อสีที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 เดือน มีค่าความพึงพอใจสูงสุด มีค่า 5.7 คะแนน แต่ไม่มีความแตกต่างกับการเก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 4 เดือน และถุง PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 เดือน ค่าความพึงพอใจต่อกลิ่น และรสชาติ ที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 เดือน มีค่าความพึงพอใจสูงสุด มีค่า 6.2 และ 6.4 คะแนน ตามลำดับ มีความแตกต่างกับการเก็บรักษาในถุง PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 6 เดือน ค่าความพึงพอใจต่อเนื้อสัมผัสที่เก็บรักษาในถุง PE ระยะเวลา 2 เดือน มีค่าความพึงพอใจสูงสุด มีค่า 6.5 คะแนน ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษาในถุง PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 และ 4 เดือน (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาค่าสี และคะแนนความพึงพอใจต่อลักษณะที่ปรากฏ ของถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 ที่การเก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 และ 4 เดือน มีค่าสี และความพึงพอใจด้านสี และรสชาติไม่แตกต่างจากการเก็บรักษา 0 เดือน ส่วนถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก. ชัยนาท 4 ที่การเก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ปิดผนึกสุญญากาศ

ระยะเวลา 2 เดือน มีค่าสี ไม่แตกต่างจากการเก็บรักษา 0 เดือน ด้านความพึงพอใจต่อกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในการเก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน และ PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 และ 4 เดือน แต่ผู้บริโภคมีความพึงพอใจด้านสี ที่การเก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 และ 4 เดือน และ ในถุงพลาสติก PA ปิดผนึกสุญญากาศ ระยะเวลา 2 เดือน ดังนั้น ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ควรเกิน 4 เดือน เนื่องจากผู้บริโภคไม่พึงพอใจสีของถั่วงอกอบแห้ง

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผลิตถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 อบด้วยตู้อบลมร้อนขนาด 4,000 วัตต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาในถุง PE และ PA ปิดผนึกถุงด้วยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ได้นาน 4 เดือน และคืนสภาพถั่วงอกอบแห้งที่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 4 นาที

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช และขอขอบคุณบุคลากรศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท และสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

ประวิทย์ อุ่นเพชร และบุญแสน เตียวนุกูลธรรม. 2556. แนวทางการพัฒนาการตลาดของธุรกิจผู้เพาะถั่วงอก อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ*. 3 (5): 85-96.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2561. การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 570 หน้า.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. *การเพาะถั่วงอก.* โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 80 หน้า

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ. ม.ป.ป. การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยการทำแห้ง. แหล่งข้อมูล: https://old.elearning.yru.ac.th/course/view.php?id=1519. สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2566.

วิไล รังสาดทอง. 2547. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ. 500 หน้า.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. 2555. การแปรรูปถั่วเขียว. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 28 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2558. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 6 หน้า

สิริมนต์ ชายเกตุ. 2558. วิทยาศาสตร์ของสี. แหล่งข้อมูล: http://home.science.swu.ac.th/Portals/41/journal/journalVol1_58.pdf. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2566.

สุนทร ตรีนันทวัน. 2553. โลกของถั่วงอก ถั่วอื่นไม่เกี่ยว. แหล่งข้อมูล: https://www.scimath.org/article-biology/item/577-bean-sprouts. สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2566.

**ตารางที่ 1** ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ($a_w$) และค่าสี (ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว (a*) และค่าความเป็นสีน้ำเงินเหลือง (b*)) ของถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 จากการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ปี 2565

| กรรมวิธี | กวก.ชัยนาท 3 | | | | กวก.ชัยนาท 4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a_w$ | L* | a* | b* | $a_w$ | L* | a* | b* |
| 1. ไม่อบแห้ง | 0.88 b | 44.8 a | 1.2 a | 2.1 a | 0.89 a | 43.1 a | 1.0 a | 1.5 a |
| 2. 70 ℃, 3 ชม. | 0.30 a | 41.6 b | 2.6 b | 4.8 b | 0.30 bc | 42.5 ab | 3.4 b | 7.0 b |
| 3. 75 ℃, 3 ชม. | 0.29 a | 41.4 b | 3.6 b | 5.8 bc | 0.37 b | 41.2 ab | 4.7 c | 6.3 b |
| 4. 80 ℃, 3 ชม. | 0.31 a | 40.0 b | 5.2 c | 5.6 bc | 0.28 c | 40.4 ab | 5.2 c | 6.1 b |
| 5. 85 ℃, 2.5 ชม. | 0.26 a | 41.3 b | 4.9 c | 6.6 c | 0.32 bc | 39.8 b | 5.3 c | 5.5 b |
| 6. 85 ℃, 2 ชม. | 0.27 a | 41.4 b | 4.7 c | 6.2 bc | 0.27 c | 40.1 b | 5.6 c | 5.6 b |
| 7. 90 ℃, 2 ชม. | 0.27 a | 41.5 b | 5.2 c | 6.2 bc | 0.26 c | 40.0 b | 5.0 c | 5.1 b |
| C.V. (%) | 8.8 | 2.9 | 18.5 | 18.1 | 56.4 | 4.8 | 37.6 | 40.2 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ตารางที่ 2** คะแนนความพึงพอใจของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 จากการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ ปี 2565

| กรรมวิธี | กวก.ชัยนาท 3 | | | | กวก.ชัยนาท 4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส |
| 1. ไม่อบแห้ง | 7.2 a | 4.8 bc | 5.1 bc | 5.5 | 6.4 a | 5.6 ab | 5.6 a | 6.8 a |
| 2. 70 °C, 3 ชม. | 5.9 b | 6.1 a | 6.4 a | 5.5 | 5.4 b | 5.7 a | 5.7 a | 5.0 b |
| 3. 75 °C, 3 ชม. | 5.5 bc | 5.6 ab | 5.6 ab | 4.9 | 5.4 b | 5.6 ab | 5.1 ab | 4.9 b |
| 4. 80 °C, 3 ชม. | 4.8 cd | 5.0 bc | 4.6 bc | 4.5 | 4.8 bc | 5.0 bc | 4.6 bc | 4.7 b |
| 5. 85 °C, 2.5 ชม. | 4.5 cd | 4.8 bc | 4.5 bc | 4.9 | 5.1 bc | 5.3 ab | 5.1 ab | 4.9 b |
| 6. 85 °C, 2 ชม. | 4.7 d | 4.7 bc | 4.4 c | 4.3 | 4.8 bc | 5.1 abc | 4.8 b | 4.9 b |
| 7. 90 °C, 2 ชม. | 4.1 d | 4.5 c | 3.9 c | 4.5 | 4.5 c | 4.6 c | 4.1 c | 4.4 b |
| C.V. (%) | 19.4 | 19.8 | 25.4 | 22.3 | 15.0 | 10.0 | 12.8 | 12.7 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ตารางที่ 3** คะแนนความพึงพอใจของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 จากการคืนตัวที่น้ำอุณหภูมิ และระยะเวลาต่าง ๆ ปี 2566

| กรรมวิธี | กวก.ชัยนาท 3 | | | | กวก.ชัยนาท 4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส |
| 1. ถั่วงอกอบแห้ง ไม่แช่น้ำ | 7.4 a | 4.1 b | 5.5 a | 6.7 a | 5.7 a | 5.2 a | 6.0 a | 5.6 a |
| 2. น้ำอุณหภูมิห้อง, 4 นาที | 5.2 b | 5.2 a | 5.3 a | 5.3 bc | 5.3 ab | 5.1 ab | 5.3 b | 5.1 a |
| 3. น้ำอุณหภูมิห้อง, 6 นาที | 5.1 b | 5.3 a | 4.7 ab | 5.0 bc | 5.3 ab | 4.9 ab | 5.2 bc | 5.0 a |
| 4. น้ำอุณหภูมิห้อง, 8 นาที | 5.0 b | 5.4 a | 5.3 a | 5.4 bc | 4.9 b | 4.9 abc | 5.3 b | 5.1 a |
| 5. น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 °C, 4 นาที | 5.8 b | 5.4 a | 5.6 a | 6.1 ab | 5.4 ab | 5.1 ab | 5.3 b | 5.3 a |
| 6. น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 °C, 6 นาที | 5.1 b | 4.8 ab | 5.1 a | 4.8 c | 5.2 ab | 4.92 ab | 5.1 bc | 5.0 a |
| 7. น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 100 °C, 8 นาที | 5.4 b | 4.8 ab | 5.2 a | 5.0 bc | 5.2 ab | 4.9 ab | 5.1 bc | 5.1 a |
| 8. น้ำเดือด, 4 นาที | 2.6 c | 4.6 ab | 3.8 ab | 3.6 d | 3.9 c | 4.6 bcd | 4.7 cd | 4.2 b |
| 9. น้ำเดือด, 6 นาที | 2.5 c | 4.6 ab | 3.3 c | 2.9 d | 3.7 c | 4.4 cd | 4.2 de | 3.8 bc |
| 10. น้ำเดือด, 8 นาที | 2.2 c | 4.4 ab | 2.9 c | 2.7 d | 3.6 c | 4.3 d | 3.8 e | 3.3 c |
| C.V. (%) | 27.9 | 21.4 | 28.0 | 24.2 | 26.8 | 16.8 | 22.5 | 28.0 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ตารางที่ 4** ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ($a_W$) และค่าสี (ค่าความสว่าง, (L*) และค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว, (a*)) ของ ถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 จากการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE และ PA และระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน ปี 2566

| กรรมวิธี | กวก.ชัยนาท 3 | | | กวก.ชัยนาท 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $a_W$ | L* | a* | $a_W$ | L* | a* |
| 1. การเก็บรักษา 0 วัน | 0.23 | 39.1 ab | 3.5 a | 0.24 | 39.5 | 3.4 a |
| 2. อบแห้งถุง PE 2 เดือน | 0.25 | 38.9 ab | 3.6 a | 0.27 | 38.8 | 3.9 ab |
| 3. อบแห้งถุง PE 4 เดือน | 0.23 | 37.8 ab | 3.7 a | 0.26 | 38.7 | 4.1 bc |
| 4. อบแห้งถุง PE 6 เดือน | 0.27 | 39.8 a | 4.9 b | 0.33 | 37.2 | 4.6 cd |
| 5. อบแห้งถุง PA 2 เดือน | 0.24 | 38.3 ab | 4.0 a | 0.28 | 37.1 | 4.3 bcd |
| 6. อบแห้งถุง PA 4 เดือน | 0.24 | 37.6 ab | 3.7 a | 0.28 | 38.55 | 4.6 cd |
| 7. อบแห้งถุง PA 6 เดือน | 0.29 | 36.9 b | 4.7 b | 0.31 | 38.39 | 4.8 d |
| C.V. (%) | - | 2.8 | 6.3 | - | 3.7 | 12.2 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ตารางที่ 5** คะแนนความพึงพอใจของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของถั่วงอกอบแห้งจากของถั่วงอกอบแห้งจากถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ กวก.ชัยนาท 3 และ ถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ กวก.ชัยนาท 4 จากการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE และ PA และระยะเวลา 2 4 และ 6 เดือน ปี 2566

| กรรมวิธี | กวก.ชัยนาท 3 | | | | กวก.ชัยนาท 4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | สี | กลิ่น | รสชาติ | เนื้อสัมผัส |
| 1. การเก็บรักษา 0 วัน | 6.2 a | 5.5 a | 6.3 a | 6.2 | 5.7 a | 5.8 a | 6.2 a | 5.8 ab |
| 2. อบแห้งถุง PE 2 เดือน | 5.4 ab | 5.7 a | 5.8 abc | 5.9 | 5.7 a | 6.2 a | 6.4 a | 6.5 a |
| 3. อบแห้งถุง PE 4 เดือน | 5.1 abc | 5.5 a | 5.5 abc | 6.1 | 4.9 abc | 5.5 a | 5.9 a | 5.4 bc |
| 4. อบแห้งถุง PE 6 เดือน | 3.9 bc | 4.4 b | 4.7 c | 5.1 | 4.5 bc | 5.4 ab | 5.6 ab | 5.5 abc |
| 5. อบแห้งถุง PA 2 เดือน | 6.0 ab | 5.4 a | 6.0 ab | 5.7 | 5.4 ab | 5.3 ab | 5.8 ab | 5.7 abc |
| 6. อบแห้งถุง PA 4 เดือน | 5.5 a | 5.1 ab | 5.7 abc | 5.1 | 4.3 c | 5.3 ab | 5.7 ab | 5.5 abc |
| 7. อบแห้งถุง PA 6 เดือน | 4.1 c | 4.8 ab | 5.0 bc | 4.9 | 4.1 c | 4.5 b | 4.8 b | 4.7 c |
| C.V. (%) | 21.5 | 14.1 | 17.2 | 20.5 | 27.7 | 22.5 | 21.1 | 24.5 |

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

# การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง

# Breeding of peanut for high yielding and oleic acid

กมลวรรณ เรียบร้อย[1/] ธีระรัตน์ ชิณแสน[1/] พรพิษณุ ธรรมปัทม์[2/]

Kamonwan Riabroy[1/] Theerarat Chinnasaen[1/] Pornpisanu Thammapat [2/]

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to improve peanut cultivars for high yielding and oleic acid content. The $F_1$ hybrid was crossed between 14 cultivars. Crossing and select was conducted at Khon Kaen Field Crops Research Center. A total of 96 pods of the $F_1$ hybrid can be produced in each of the 22 crossing. After that, 48 plants and 295 plants of $F_2$ and $F_3$ generation were selected. In the $F_3$ generation, high yield per plant were selected. There were 73 good agricultural cultivars and were planted as hybrids of the 4th generation. It was found that 16 promising lines with high oleic acid content were found. The values were between 54.33 - 56.10 percentage, which was higher or equal to the cultivar KKU 60 with an oleic content of 54.33 percentage. 117 promising lines of hybrids in good agricultural characteristics and high yields could be selected for planting in row-by-row in a 5th generation ($F_5$) for selection of agricultural characteristics and high yields. In the 5th generation ($F_5$), 377 promising lines with good agricultural characteristics and high productivity were selected. In the 6th generation ($F_6$), good agricultural characteristics of 36 promising lines, which will bring them into the preliminary comparison of yield.

**Keywords:** Peanut, Oleic acid, High yielding

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

[1/] Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000, Thailand

[2/] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

[2/] Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Mueang, Maha Sarakham,44000,Thailand

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ทำการผสมข้ามระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ดีเด่น 14 พันธุ์ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สามารถสร้างลูกผสมชั่วรุ่นที่ 1 ($F_1$) ในแต่ละคู่ผสมได้จำนวน 96 ฝัก จากทั้งหมด 22 คู่ผสม จากนั้นปลูกลูกผสม $F_1$ ผสมตัวเองได้ลูกผสมชั่วที่ 2 และ 3 จำนวน 43 และ 295 ต้น ตามลำดับ จากนั้น คัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 3 ($F_3$) ที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง มีลักษณะทางการเกษตรดีได้ 73 สายพันธุ์ นำไปปลูกเป็นลูกผสมชั่วรุ่นที่ 4 พบว่า มีสายพันธุ์ก้าวหน้าจำนวน 16 สายพันธุ์ ที่ให้ปริมาณกรดไขมันโอเลอิกสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 54.33 - 56.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าหรือเท่ากับพันธุ์ มข 60 ที่มีปริมาณโอเลอิก เท่ากับ 54.33 เปอร์เซ็นต์ สามารถคัดเลือกลูกผสมในลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตสูงได้ 117 สายพันธุ์ เพื่อนำไปปลูกแบบต้นต่อแถวในชั่วรุ่นที่ 5 ($F_5$) ฤดูแล้ง ปี 2565 ปลูกถั่วลิสงในชั่วรุ่นที่ 5 ($F_5$) แบบต้นต่อแถวจำนวน 117 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ผลผลิตสูง ได้จำนวน 377 ต้น และในชั่วที่ 6 ($F_6$) สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 36 สายพันธุ์ ซึ่งจะนำสายพันธุ์ดังกล่าวเข้าสู่การเปรียบเทียบผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป



**คำหลัก:** ถั่วลิสง กรดไขมันโอเลอิก ผลผลิตสูง


## คำนำ

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกได้ตลอดปี เป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้น สามารถเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร รายได้ และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตถั่วลิสงที่ได้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบ กล่าวคือ ใช้เป็นแหล่งอาหารโปรตีนจากการบริโภคโดยตรง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ สร้างรายได้ให้เกษตรกร ต้นถั่วลิสงสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ และปรับปรุงบำรุงดิน ดังนั้น จึงนิยมใช้ถั่วลิสงในระบบปลูกพืชที่สำคัญพืช เช่น พืชที่ปลูกก่อนหรือตามหลังพืชอื่น พืชแซม (เช่น ไม้ผล ยางพารา) หรือพืชที่ปลูกหมุนเวียนกับพืชอื่น เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคแมลงและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน ด้านการผลิต ในปี 2566/67 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วลิสง 71,876 ไร่ ผลผลิตรวม 26,019 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 362 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ด้านความต้องการใช้ถั่วลิสงภายในประเทศมีความต้องการปีละ 122,767 ตัน ซึ่งยังไม่เพียงพอจึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศสูงถึง 97,647 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,092 ล้านบาท ซึ่งจากความต้องการใช้ถั่วลิสงในประเทศเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารใช้ถั่วลิสงแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น เนยถั่ว ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น ส่งผลให้มีการนำเข้าถั่วลิสงเพิ่มขึ้น

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องอาหารสุขภาพ การปรับปรุงพันธุ์เพื่อคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ ลักษณะกรดไขมันโอเลอิกสูง ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ช่วยลดไขมันในเลือด และเพิ่มไขมันดี (HDL-C) น่าจะช่วยเพิ่มมูลค่าของถั่วลิสงแนวทางหนึ่ง และการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีอัตราส่วนของ

Oleic acid/Linoleic acid Ratio สูง เนื่องจากถั่วลิสงเป็นพืชน้ำมันที่มีกรดไขมันที่สำคัญ คือ oleic acid และ linoleic acid รวมกันประมาณ 76-80 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด กรดไขมันทั้ง 2 ชนิดนี้มีความสำคัญในการทำนายความยาวนานของการเก็บรักษาเมล็ดถั่วลิสง โดยถ้ามีค่า O/L ratio สูง เมล็ดและผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเมล็ดที่มีค่า O/L ratio ต่ำ นอกจากนี้เมื่อผู้บริโภครับประทานเมล็ดที่มีกรดไขมันโอเลอิกสูงจะเกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ และลดการอุดตันไขมันในหลอดเลือด เป็นต้น

ดังนั้น งานทดลองนี้การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อให้มีผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง กว่าพันธุ์รับรองเพื่อนำเข้าประเมินผลผลิตในขั้นเปรียบเทียบในขั้นเบื้องต้นต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ถั่วลิสงพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 14 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ดีเด่นจำนวน 13 พันธุ์ พันธุ์ที่มีกรดไขมันโอเลอิกสูง 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ มข60
2. ปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่
3. ยิปซั่มอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่
4. สารเคมีกำจัดวัชพืช
5. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

### วิธีปฏิบัติการทดลอง

เตรียมเมล็ดพ่อแม่พันธุ์ดีเด่น เตรียมดิน อุปกรณ์ และวัสดุการเกษตร แล้วทำการปลูกถั่วลิสงในกระถาง จำนวน 14 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ดีเด่น 13 พันธุ์ พันธุ์ที่มีกรดไขมันโอเลอิกสูง 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ มข 60 ผสมแบบสลับพ่อและแม่ ทำการกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อถั่วอายุ 20 วันหลังปลูก ใส่ยิปซัมในระยะเริ่มลงเข็มอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการผสมข้ามพันธุ์จากคู่ผสมดังกล่าวแบบสลับพ่อแม่เนื่องจากมีอิทธิพลของ maternal effect เก็บเกี่ยวผลผลิตของลูกผสมชั่วที่ 1 ($F_1$ ) ในแต่ละคู่ผสม นำลูกผสมถั่วลิสงชั่วที่ 1 ปลูกคัดเลือกโดยก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันและกำจัดโรคโคนเน่า ใช้ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร จำนวน 1 ต้น/หลุม ดูแลรักษาเช่นเดียวกัน ทำการคัดเลือกโดยเก็บแบบ 2 ฝักต่อต้น (ประยุกต์วิธี Single seed descent) วิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันโอเลอิกในชั่วที่ 3 ($F_3$ ) ด้วยเทคนิค Gas Liquid Chromatography (GLC) จากนั้นปลูกสายพันธุ์ที่มีค่ากรดไขมันโอเลอิกสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และคัดเลือกจนถึงชั่วที่ 6 ($F_6$ ) และเก็บเกี่ยวรวมเมล็ดจากแต่ละแถว (สายพันธุ์) เพื่อใช้ปลูกในขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้นต่อไป

**การบันทึกข้อมูล**

วันปลูก วันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น ขนาดฝัก น้ำหนักฝัก ปริมาณกรดไขมันโอเลอิกด้วยเทคนิค Gas Liquid Chromatography (GLC) ระบาดของโรคและแมลง ข้อสังเกตต่างๆ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

**เวลาและสถานที่** ปี 2562-2565 ในฤดูแล้งและฤดูฝน
ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

ปี 2562 สร้างลูกผสมชั่วที่ 1 ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พ่อและแม่ดีเด่น 14 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ มข 60 พันธุ์ที่มีปริมาณน้ำมันโอเลอิกสูง ผสมกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง และมีลักษณะเหมาะสมสำหรับถั่วกะเทาะเมล็ด ถั่วเมล็ดโต และถั่วลิสงฝักต้ม ได้แก่ กวก. ไทนาน 9 กวก. ขอนแก่น 60-2 กวก. ขอนแก่น 5 กวก. ขอนแก่น 6 กวก. ขอนแก่น 84-7 กวก. ขอนแก่น 84-8 กวก. กาฬสินธุ์ 2 ICG1266 ICG455 ICG1961 ICG90320 ICG852 และ ICG58 (ตารางที่ 1) โดยการผสมข้ามพันธุ์จากคู่ผสมดังกล่าวแบบสลับพ่อแม่ (reciprocal cross) เนื่องจากปริมาณน้ำมันโอเลอิกมีอิทธิพลของ maternal effect จากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิตของลูกผสมชั่วที่ 1 ($F_1$) ในแต่ละคู่ผสมได้จำนวน 96 ฝัก จากทั้งหมด 22 คู่ผสม นำลูกผสม $F_1$ ปลูกเปรียบเทียบกับพ่อแม่ในฤดูถัดไป พบว่า ลูกผสม $F_1$ งอกจำนวน 43 ต้นจากทั้งหมด 16 คู่ผสม

ปี 2563 ปลูกลูกผสมถั่วลิสงชั่วที่ 2 ($F_2$) พบว่า ถั่วลิสงลูกผสมชั่วที่ 2 งอกจำนวน 295 ต้น โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตได้จำนวน 3,887 ฝัก (ตารางที่ 2) โดยคู่ผสมระหว่างพันธุ์มข 60 และ กวก. ขอนแก่น 84-7 ที่ผสมแบบสลับพ่อแม่ พบว่าทั้ง 2 คู่ผสมให้จำนวนฝักต่อต้นสูง โดยคู่ผสม มข 60xกวก. ขอนแก่น 6 ให้จำนวนฝักต่อต้นสูงที่สุด จากนั้นนำลูกผสมเหล่านี้ไปปลูกต่อในชั่วรุ่นที่ 3 โดยใช้วิธี modified single seeds descent คัดเลือก 2 ฝักต่อต้นไปปลูกคัดเลือกและขยายเมล็ดเป็น $F_{3:4}$ เพื่อให้มีปริมาณเมล็ดต่อตัวอย่างละประมาณ 100 กรัมเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ Oleic สูงในห้องปฏิบัติการ

ปี 2564 ปลูกลูกผสมถั่วลิสงชั่วที่ 3 ($F_3$) จำนวน 295 สายพันธุ์จากทั้งหมด 16 คู่ผสม โดยมีพันธุ์พ่อและแม่ของแต่ละคู่ผสมปลูกคั่น และเก็บเกี่ยวผลผลิต คัดเลือกต้นที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูง มีลักษณะทางการเกษตรดีได้ 73 สายพันธุ์ จาก 13 คู่ผสม จากนั้น นำเมล็ดจากต้นและแถวที่คัดเลือกแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 นำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันโอเลอิกในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีกรดไขมันโอเลอิกสูง พบว่า มีสายพันธุ์ก้าวหน้าจำนวน 16 สายพันธุ์ ที่ให้ปริมาณกรดไขมันโอเลอิกสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 54.33 - 56.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าหรือเท่ากับพันธุ์ มข 60 ที่มีปริมาณโอเลอิกเท่ากับ 54.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ในชุดที่ 2 คัดเลือกฝักที่ดีจำนวน 2 ฝักต่อต้น นำไปปลูก เป็นชั่วรุ่นที่ 4 ($F_4$) เพื่อคัดเลือกต้นที่มีลักษณะการเกษตรที่ดี และปลูก bulk เมล็ดจากทุกต้นในสายพันธุ์ที่ปลูกเพื่อ จากนั้นสามารถคัดเลือกลูกผสมในลักษณะทาง

การเกษตรและผลผลิตสูงในถั่วลิสงชุดที่ 1 ได้จำนวน 38 สายพันธุ์ และจากชุดที่ 2 (bulk) ได้จำนวน 38 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 117 สายพันธุ์ เพื่อนำไปปลูกแบบต้นต่อแถวในชั่วรุ่นที่ 5 ($F_5$)

ปี 2565 ปลูกถั่วลิสงในชั่วรุ่นที่ 5 ($F_5$) แบบต้นต่อแถวจำนวน 117 สายพันธุ์ และคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี และผลผลิตต่อต้นสูง สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ผลผลิตสูง ได้จำนวน 377 ต้น จากทั้งหมด 12 คู่ผสม (ตารางที่ 4) จากนั้นนำต้นที่คัดเลือกได้ไปปลูกเป็นต้นต่อแถว ในชั่วที่ 6 ($F_6$) ปลูกเป็นต้นต่อแถวๆ ยาว 6 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตฝักสด และฝักแห้ง จำนวนหลุมเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อหลุม ลักษณะฝัก เมล็ด และสีเยื่อหุ้มเมล็ด สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี จำนวน 36 สายพันธุ์ (ตารางที่ 5) โดยถั่วลิสงทุกสายพันธุ์ให้ผลผลิตฝักสดเฉลี่ย 234-742 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวนฝักต่อหลุม 6-22 ฝัก สีเมล็ดส่วนใหญ่เป็นสีชมพู ซึ่งจะนำสายพันธุ์ดังกล่าวเข้าสู่การเปรียบเทียบผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป (ภาพที่ 1)

## สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตสูงรวม 36 สายพันธุ์ เพื่อนำสายพันธุ์ดังกล่าวเข้าสู่การเปรียบเทียบผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ปี พ.ศ. 2563-2565 สำหรับดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2566. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 100 หน้า.

**ตารางที่ 1** ลักษณะเด่นของพ่อแม่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์

| พันธุ์ | ลักษณะเด่น |
|---|---|
| 1 กวก. ไทนาน 9 | ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์การกะเทาะสูง ฝักเรียบ เปลือกหุ้มเมล็ดสีชมพู |
| 2. กวก. ขอนแก่น 60-2 | ฝักยาวตรง เปลือกหุ้มเมล็ดสีชมพู เหมาะสำหรับถั่วลิสงฝักต้ม |
| 3. กวก. ขอนแก่น 5 | ผลผลิตสูง ขนาดเมล็ดใหญ่กว่า กวก. ไทนาน 9 และ กวก. ขอนแก่น 60-1 |
| 4. กวก. ขอนแก่น 6 | เมล็ดขนาดใหญ่ ให้ผลผลิตสูง เปลือกเมล็ดสีชมพู และต้านทานโรคยอดไหม้ของถั่วลิสง |
| 5. กวก. ขอนแก่น 84-7 | เหมาะสำหรับถั่วลิสงแปรรูป ให้ผลผลิตสูงกว่า กวก. ขอนแก่น 5 และต้านทานโรคโคนเน่าปานกลาง |
| 6. กวก. ขอนแก่น 84-8 | เหมาะสำหรับถั่วลิสงฝักต้ม เปลือกหุ้มเมล็ดสีชมพูเข้ม |
| 7. กวก. กาฬสินธุ์ 2 | ขนาดฝักยาว หวานปานกลาง เหมาะสำหรับถั่วลิสงฝักต้ม เปลือกเมล็ดสีชมพู มีแถบสีม่วง ทนทานต่อโรคราสนิมและจุดใบสีน้ำตาล |
| 8. มข 60 | ผลผลิตสูง ปริมาณน้ำมันโอเลอิกสูง เมล็ดสุกแก่มีอายุสั้นกว่า กวก. ขอนแก่น 60-3 ไม่มีการพักตัว |
| 9. ICG1266 | ผลผลิตสูง รสชาติดี ความหวานสูง เปลือกหุ้มเมล็ดสีแดง เหมาะสำหรับถั่วลิสงฝักต้ม นำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |
| 10. ICG455 | ผลผลิตสูง รสชาติดี เปลือกหุ้มเมล็ดแดง นำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |
| 11. ICG1961 | ผลผลิตสูงกว่า กวก. ขอนแก่น 60-2 ลักษณะฝักดี รสชาติดีมาก เปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงนำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |
| 12. ICG90320 | เหมาะสำหรับแปรรูปถั่วลิสง นำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |
| 13. ICG852 | ต้านทานต่อโรคยอดไหม้ นำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |
| 14. ICG58 | ขนาดฝักยาวหุ้มเมล็ดสีแดง นำเข้าจาก ICRISAT ประเทศอินเดีย |

**ตารางที่ 2** ลูกผสมรุ่นที่ 1 และลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่ได้จากการปรับปรังพันธุ์พั่นธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นในปี 2562 - 2563

| รหัสลูกผสม (Crossing) | พ่อแม่ (พันธุ์แม่ x พันธุ์พ่อ) | จำนวนต้นของลูกผสมรุ่นที่ 1 ($F_1$) | ลูกผสมรุ่นที่ 2 ($F_2$) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | จำนวนต้น | จำนวนฝัก/ต้น | จำนวนฝักต่อต้น |
| KKFC19-1 | มข 60 x ICG1266 | 3 | 9 | 142 | 16 |
| KKFC19-4 | มข 60 x ICG852 | 1 | 4 | 101 | 25 |
| KKFC19-8 | มข 60 x กวก. ขอนแก่น 6 | 2 | 22 | 507 | 23 |
| KKFC19-9 | มข 60 x กวก. ขอนแก่น 84-7 | 2 | 24 | 456 | 19 |
| KKFC19-10 | มข 60 x กวก. ขอนแก่น 84-8 | 2 | 7 | 136 | 19 |
| KKFC19-12 | มข 60 x กาฬสินธุ์ 2 | 3 | 16 | 40 | 3 |
| KKFC19-13 | กวก. ไทนาน 9x มข 60 | 2 | 19 | 242 | 13 |
| KKFC19-14 | กวก. ขอนแก่น 84-7x มข 60 | 6 | 30 | 466 | 16 |
| KKFC19-15 | กวก. ขอนแก่น 84-7x Tai nan 9 | 6 | 42 | 464 | 11 |
| KKFC19-16 | กวก. ขอนแก่น 84-8 x มข 60 | 1 | 7 | 62 | 9 |
| KKFC19-18 | กวก. ขอนแก่น 6 x มข 60 | 2 | 29 | 297 | 10 |
| KKFC19-19 | กาฬสินธุ์ 2 x มข 60 | 4 | 12 | 204 | 17 |
| KKFC19-20 | ICGV90320 x มข 60 | 1 | 7 | 80 | 11 |
| KKFC19-21 | ICGV90320 x ไทนาน 9 | 1 | 14 | 164 | 12 |
| KKFC19-22 | ICG455 x มข 60 | 3 | 11 | 170 | 15 |
| KKFC19-23 | ICG455 x กวก. ขอนแก่น 84-8 | 4 | 42 | 356 | 8 |
| | **ทั้งหมด** | **43** | **295** | **3,887** | |

**ตารางที่ 3** ปริมาณกรดไขมันโอเลอิก ลิโนเลอิก และอัตราส่วนกรดไขมันโอเลอิกต่อลิโนเลอิกในลูกผสมรุ่นที่ 4 ($F_4$) ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง ในปี 2564

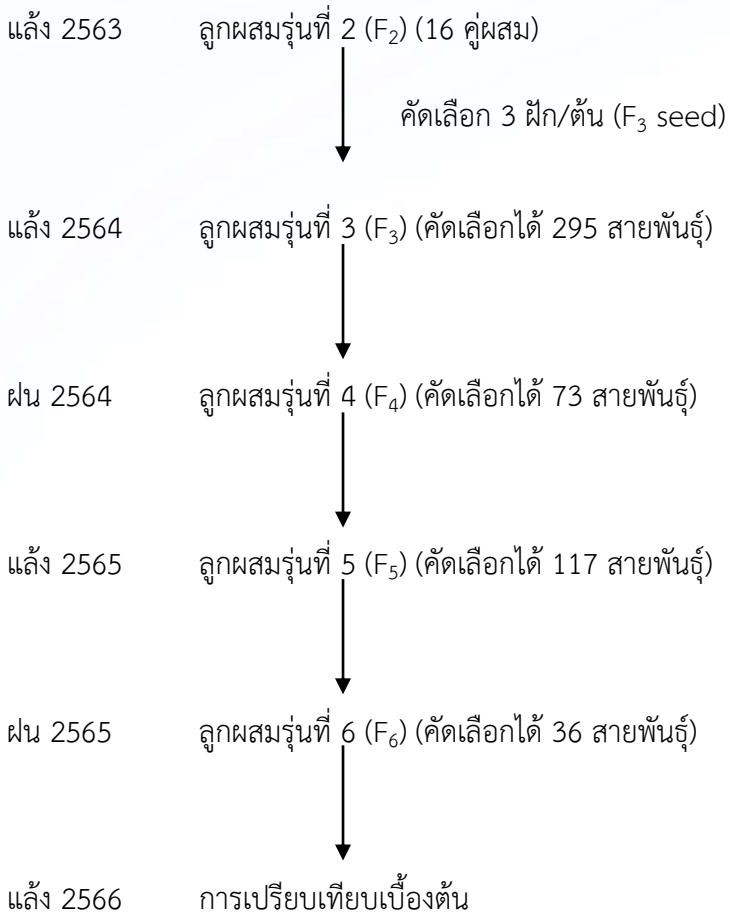
| ลำดับที่ | สายพันธุ์ | ต้นที่คัดเลือก | ปริมาณกรดไขมันโอเลอิก (Oleic acid, O) | ปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิก (linoleic acid, L) | O/L ratio |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 19-8.1 | 3-1 | 54.37 e-j | 21.27 h-p | 2.53 cde |
| 2 | 19-14.1 | 1-1 | 53.43 k-o | 20.93 l-r | 2.57 b-e |
| 3 | 19-8.1 | 8-1 | 52.23 qrs | 22.23 def | 2.37 fgh |
| 4 | 19-8.1 | 10-1 | 52.73 n-q | 21.97 e-h | 2.43 efg |
| 5 | 19-8.2 | 2-1 | 53.70 h-m | 21.10 j-r | 2.57 be |
| 6 | 19-9.1 | 1-1 | 53.33 l-p | 21.20 h-p | 2.53 cde |
| 7 | 19-14.1 | 3-1 | 54.20 f-l | 21.17 h-q | 2.57 b-e |
| 8 | 19-14.1 | 4-1 | 54.17 f-m | 20.80 n-r | 2.60 a-d |
| 9 | 19-9.2 | 2-1 | 53.73 h-m | 21.70 f-l | 2.47 def |
| 10 | 19-9.2 | 4-1 | 54.67 b-g | 21.93 e-i | 2.47 def |
| 11 | 19-14.4 | 1-1 | 53.47 j-n | 21.77 f-k | 2.43 efg |
| 12 | 19-14.4 | 3-1 | 53.87 g-m | 21.90 e-j | 2.47 def |
| 13 | 19-12.3 | 5-1 | 52.07 qrs | 23.50 abc | 2.23 hij |
| 14 | 19-12.3 | 9-1 | 53.27 m-p | 21.67 f-m | 2.47 def |
| 15 | 19-13.1 | 7-1 | 54.50 b-h | 21.70 f-l | 2.53 cde |
| 16 | 19-13.1 | 8-1 | 53.80 g-m | 23.33 bc | 2.30 ghi |
| 17 | 19-13.1 | 10-1 | 52.47 pqr | 23.90 ab | 2.20 ij |
| 18 | 19-13.1 | 12-1 | 54.33 e-k | 22.13 d-g | 2.47 def |
| 19 | 19-13.2 | 1-1 | 55.33 a-d | 20.80 n-r | 2.67 abc |
| 20 | 19-14.1 | 1-2 | 55.40 ab | 20.47 pqr | 2.70 ab |
| 21 | 19-14.4 | 7-1 | 53.40 l-o | 22.90 cd | 2.33 f-i |
| 22 | 19-14.2 | 3-1 | 53.43 k-o | 21.60 f-n | 2.47 def |
| 23 | 19-14.3 | 1-1 | 53.33 l-p | 22.90 cd | 2.33 f-i |
| 24 | 19-14.4 | 1-2 | 54.60 b-h | 21.37 g-o | 2.57 b-e |
| 25 | 19-14.4 | 6-1 | 51.50 s | 23.43 abc | 2.23 hij |
| 26 | 19-14.5 | 4-1 | 55.23 a-e | 20.77 o-r | 2.67 abc |
| 27 | 19-18.1 | 4-1 | 56.10 a | 20.37 qr | 2.73 a |
| 28 | 19-14.5 | 1-1 | 54.37 e-j | 21.40 g-o | 2.57 b-e |
| 29 | 19-18.1 | 6-1 | 51.70 rs | 24.20 a | 2.13 j |
| 30 | 19-18.1 | 9-1 | 53.47 j-n | 23.50 abc | 2.30 ghi |
| 31 | 19-18.1 | 11-1 | 55.30 a-d | 20.30 r | 2.70 ab |
| 32 | 19-14.5 | 5-1 | 52.73 n-q | 22.70 cde | 2.33 f-i |
| 33 | 19-18.1 | 15-1 | 54.47 c-i | 21.73 f-l | 2.53 cde |
| 34 | 19-18.1 | 16-1 | 55.37 abc | 20.70 o-r | 2.67 abc |
| 35 | 19-18.1 | 16-2 | 52.53 o-r | 23.33 bc | 2.23 hij |
| 36 | 19-18.2 | 3-1 | 55.20 a-e | 21.37 g-o | 2.60 a-d |
| 37 | 19-14.5 | 5-2 | 53.57 i-n | 22.33 def | 2.37 fgh |
| 38 | 19-19.3 | 3-1 | 54.50 b-h | 21.13 i-q | 2.60 a-d |
| 39 | 19-19.3 | 12-1 | 54.97 b-f | 20.87 m-r | 2.63 abc |
| 40 | KKU 60 | | 54.33 e-k | 21.40 g-o | 2.53 cde |
| 41 | Tai nan 9 | | 54.43 d-i | 21.30 h-o | 2.57 b-e |
| 42 | Khon Kaen 84-7 | | 54.33 e-k | 21.30 h-o | 2.53 cde |
| 43 | Khon Kaen 6 | | 54.90 b-f | 21.10 j-r | 2.60 a-d |
| 44 | Kalasin 2 | | 55.00 b-f | 21.03 k-r | 2.60 a-d |
| | **ค่าเฉลี่ย** | | **53.95** | **21.78** | **2.49** |
| | **C.V (%)** | | **1.06** | **2.35** | **3.52** |

**ตารางที่ 4** จำนวนคู่ผสม พ่อแม่พันธุ์ถั่วลิสง และจำนวนต้นที่คัดเลือกได้ในลูกผสมรุ่นที่ 5 ($F_5$) เพื่อเพาะพันธุ์เมล็ดพันธุ์ขนาดกลางสำหรับกรดโอเลอิกสูง ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง ปี 2565

| ลำดับ | พันธุ์แม่ | พันธุ์พ่อ | จำนวนต้นที่คัดเลือกได้ ลูกผสมรุ่นที่ 5 ($F_5$) |
|---|---|---|---|
| 1 | มข 60 | ICG1266 | 16 |
| 2 | มข 60 | กวก. ขอนแก่น 6 | 38 |
| 3 | มข 60 | กวก. ขอนแก่น 84-7 | 26 |
| 4 | มข 60 | กวก. ขอนแก่น 84-8 | 5 |
| 5 | มข 60 | กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 5 |
| 6 | กวก. ไทนาน 9 | มข 60 | 103 |
| 7 | กวก. ขอนแก่น 84-7 | มข 60 | 46 |
| 8 | กวก. ขอนแก่น 84-7 | กวก. ไทนาน 9 | 26 |
| 9 | กวก. ขอนแก่น 6 | มข 60 | 94 |
| 10 | กวก. กาฬสินธุ์ 2 | มข 60 | 8 |
| 11 | ICGV90320 | มข 60 | 4 |
| 12 | ICG455 | มข 60 | 6 |
| **รวม** | | | **377 ต้น** |

**ตารางที่ 5** คู่ผสม พ่อแม่พันธุ์ถั่วลิสง ผลผลิตฝักสด ผลผลิตฝักแห้ง จำนวนหลุมต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น และสีเปลือกหุ้มเมล็ดในลูกผสมรุ่นที่ 6 ($F_6$) ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง ปี 2565

| ลำดับ | คู่ผสมที่ | แม่และพ่อพันธุ์ถั่วลิสง | ผลผลิตฝักสด (กก./ไร่) | ผลผลิตฝักแห้ง (กก./ไร่) | จำนวนหลุมต่อไร่ | จำนวนฝักต่อต้น | สีเปลือกหุ้มเมล็ด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | มข 60 x กวก ขอนแก่น 84-7 | 742 | 230 | 16,000 | 15 | ชมพู |
| 2 | 4 | มข 60 x กวก ขอนแก่น 84-7 | 333 | 115 | 7,040 | 14 | ชมพู |
| 3 | 4 | มข 60 x กวก ขอนแก่น 84-7 | 275 | 74 | 6,400 | 10 | ชมพู |
| 4 | 4 | มข 60 x กวก ขอนแก่น 84-7 | 234 | 77 | 5,120 | 16 | ชมพู |
| 5 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 371 | 138 | 12,160 | 13 | ชมพู |
| 6 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 384 | 138 | 16,000 | 10 | ชมพู |
| 7 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 720 | 301 | 16,000 | 20 | ชมพู |
| 8 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 454 | 189 | 13,440 | 16 | ชมพู |
| 9 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 397 | 64 | 14,720 | 5 | ชมพู |
| 10 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 640 | 198 | 15,360 | 18 | ชมพู |
| 11 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 282 | 90 | 16,000 | 7 | ชมพู |
| 12 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 282 | 80 | 8,960 | 10 | ชมพู |
| 13 | 6 | มข 60 x กวก. กาฬสินธุ์ 2 | 538 | 176 | 16,000 | 13 | ชมพู |
| 14 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 410 | 144 | 10,240 | 14 | ชมพู |
| 15 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 512 | 141 | 14,720 | 16 | ชมพู |
| 16 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 640 | 211 | 15,360 | 18 | ชมพู |
| 17 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 486 | 202 | 15,360 | 16 | แดง |
| 18 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 307 | 131 | 14,080 | 12 | ชมพู |
| 19 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 512 | 186 | 14,720 | 18 | ชมพู |
| 20 | 8 | กวก ขอนแก่น 84-7 x มข 60 | 275 | 74 | 5,760 | 14 | แดง |
| 21 | 9 | กวก ขอนแก่น 84-7 x กวก. ไทนาน 9 | 499 | 112 | 13,440 | 12 | ชมพู |
| 22 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 256 | 70 | 16,000 | 6 | ชมพู |
| 23 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 422 | 154 | 15,360 | 13 | ชมพู |
| 24 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 358 | 106 | 16,000 | 9 | ชมพู |
| 25 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 461 | 170 | 15,360 | 9 | ชมพู |
| 26 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 499 | 163 | 12,160 | 15 | ชมพู |
| 27 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 474 | 160 | 14,720 | 12 | ชมพู |
| 28 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 320 | 115 | 12,800 | 9 | ชมพู |
| 29 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 634 | 250 | 16,000 | 14 | ชมพู |
| 30 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 512 | 186 | 15,360 | 11 | ชมพู |
| 31 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 730 | 224 | 15,360 | 13 | ชมพู |
| 32 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 685 | 230 | 13,440 | 19 | ชมพู |
| 33 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 640 | 218 | 14,720 | 14 | ชมพู |
| 34 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 819 | 317 | 16,000 | 20 | ชมพู |
| 35 | 11 | กวก. ขอนแก่น 6x มข 60 | 704 | 288 | 14,720 | 22 | ชมพู |
| 36 | 13 | ICGV90320 x มข 60 | 435 | 154 | 12,800 | 13 | ชมพู |




**ภาพที่ 1** แผนภูมิการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงเพื่อผลผลิตและกรดไขมันโอเลอิกสูง

# เทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสงอินทรีย์ในสภาพนา

# Technology of Organic Peanut Production in Rice Field

ศิริลักษณ์ สมนึก[1/] มลุลี สิทธิษา[1/] ประภาพร แพงดา[1/] ศิริรัตน์ กริชจนรัช[1/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[1/]

Siriluk Somnuek[1/] Malulee Sittisa[1/] Prapaporn Paengda[1/] Sirirat Kritjanatrat[1/]

Bunluea Sirmungkum[1/]

## ABSTRACT

The cultivation of peanuts in organic systems still lacks sufficient data regarding optimized quantities of organic fertilizers to substitute chemical fertilizers. Therefore, a study was conducted during the 2022-2023 season to investigate the use of fermented cattle manure, aerated fermented compost, rice husk chicken manure, chicken manure pellets, bokashi manure, and pig manure to determine their suitability in achieving high yields and cost-effectiveness. The experiments were carried out at the Ubon Ratchathani Field Crop Research Center. In 2024, three methods that yielded high production and a favorable benefit-cost ratio (BCR) were selected to compare with non-organic fertilizer application in organic paddy fields of farmer plots at 20x20 meters for each treatment. without experimental design. Experimental findings indicated that the application of various types of organic compost led to increases in beneficial organic matter, available phosphorus, and exchangeable potassium levels compared to fields without organic fertilizer applications and enhanced oil nutrient content, especially when combined with rhizobium biofertilizer inoculation of peanut seeds. The integrated approach yielded the highest cost-benefit ratio (BCR) for both fresh and dried pods, applying composted cattle manure or aerated fermented compost or chicken manure pellets at rates equivalent to 3 times the nitrogen content in each manure (300 kg/rai), 6 times of the nitrogen content of chicken manure pellets (600 kg/rai), 2 times of the nitrogen content of bokashi manure (200 kg/rai), and 5 times of times of the nitrogen content of pig manure (500 kg/rai)

**Keywords:** Organic peanut, Peanut post rice cropping, Fermented manure

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 264 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[1/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center 264 moo 12 Thachang, Sawangwirawong, Ubon Ratchathani 34190

**บทคัดย่อ**

การปลูกถั่วลิสงในระบบอินทรีย์ในสภาพนายังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัดในการใช้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี จึงได้ศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกรที่เหมาสมต่อการให้ผลผลิตสูงและคุ้มค่าต่อการลงทุน ปี 2565-2566 ทำการทดลองในศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี คัดเลือก 3 กรรมวิธีที่ให้ผลผลิต และอัตราผลตอบแทนระหว่างรายได้กับต้นทุน (BCR) สูง นำมาการทดสอบในสภาพแปลงนาอินทรีย์ของเกษตรกรสภาพแปลงใหญ่ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในปี 2567 ขนาดแปลงย่อย 20x20 เมตรต่อกรรมวิธี ไม่มีแผนการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ทำให้ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย มีผลช่วยเพิ่มธาตุอาหารในดินร่วมกับการคลุกเมล็ดถั่วลิสงด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ค่า BCR สูงที่สุดทั้งผลผลิตฝักสดและฝักแห้ง ได้แก่ ใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว หรือ ปุ๋ยหมักเติมอากาศ หรือ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ที่อัตรา 3 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด (300 กก./ไร่) ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (600 กก./ไร่) ใส่ปุ๋ยโบกาฉิทอัตรา 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (200 กก./ไร่) และใส่ปุ๋ยมูลสุกรอัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกร (500 กก./ไร่)

**คำหลัก**: ถั่วลิสงอินทรีย์ ถั่วลิสงหลังนา ปุ๋ยอินทรีย์หมัก

**บทนำ**

ปัจจุบันความต้องการอาหารอินทรีย์มากขึ้นโดยเฉพาะข้าว ส่งผลให้พื้นที่การปลูกข้าวอินทรีย์เพิ่มขึ้นทุกปี รัฐบาลมีนโยบายลดการปลูกข้าวนาปรัง ส่งเสริมการปลูกพืชใช้น้ำน้อย เพื่อเป็นการตอบรับนโยบายพืชอินทรีย์และการปลูกพืชใช้น้ำน้อยแทนข้าวนาปรัง การปลูกถั่วลิสงหลังนาอินทรีย์จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตอาหารอินทรีย์ ถั่วลิสงเป็นพืชใช้น้ำน้อยเหมาะสมต่อการปลูกเป็นพืชหลังนา พืชไร่อายุสั้นที่ปลูกง่าย ลงทุนต่ำปลูกได้ทั้งก่อนและหลังพืชหลัก ขณะที่ถั่วลิสงมีความต้องการใช้อยู่ที่ประมาณ 115,000 ตัน การปลูกหลังเก็บเกี่ยวข้าว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม เกษตรกรปลูกถั่วลิสงหลังนา จะช่วยเพิ่มรายได้และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ดินให้มากขึ้น รวมถึงเศษซากต้นถั่วลิสงใช้ไถกลบเป็นพืชบำรุงดิน ทำให้ดินมีการหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นการปรับปรุงบำรุงดินในนาอีกทางหนึ่งด้วย

ถั่วลิสงต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากกว่าธาตุอื่นๆ ซึ่งก่อนการปลูกถั่วลิสงแนะนำให้คลุกปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้แบคทีเรียพวกไรโซเบียมที่ปมรากถั่วลิสงตรึงไนโตรเจนจากอากาศเป็นการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ถั่วลิสงให้เพียงพอแก่ความต้องการของถั่วลิสง ในดินที่ขาดอินทรียวัตถุ เช่น ดินทราย มีความจำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นระยะ

ที่ไรโซเบียมยังไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ อัตราการใส่ไนโตรเจนที่แนะนำ คือ 3-6 กก. N/ไร่ สภาพดินส่วนใหญ่ที่เป็นแหล่งปลูกถั่วลิสงในตะวันออกเฉียงเหนือ มักจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อย การใช้หินฟอสเฟตบด ในอัตรา 200 กก. N/ไร่ ทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงเพิ่มขึ้น ในดินทรายจัดมักจะมีปัญหาการขาดธาตุโพแทสเซียม ถ้ามีต่ำกว่า 30 ppm. แนะนำให้ใส่ K อัตราไม่เกิน 6 กก./ไร่ (ทรงเชาว์, 2545) แต่การปลูกถั่วลิสงในระบบอินทรีย์ยังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัดในการใช้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัด คือ มีธาตุอาหารพืชอยู่น้อย ต้องใช้ในปริมาณมาก ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีการปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารให้แก่พืชแตกต่างกัน และควบคุมให้ปล่อยธาตุอาหารพืชให้ตรงเวลากับที่พืชต้องการได้ยาก (สุวพันธ์, 2550) อีกทั้ง ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณแตกต่างกันออกไปตามวัตถุดิบและกระบวนการผลิต (วีณา, 2563) บุญเหลือ (2565 และ 2566) รายงานว่า ไนโตรเจนทั้งหมด (%) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) และ โพแทสเซียมทั้งหมด (%) ในปุ๋ยอินทรีย์หมักแห้งชนิดต่าง ได้แก่ ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยมูลสุกร และปุ๋ยหมักเติมอากาศ อยู่ระหว่าง 1.3-2.1 เปอร์เซ็นต์ 1.0-8.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.54-3.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาของศุภกาญจน์ และคณะ (2553) พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น มูลสุกร มูลโค มูลไก่ ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยหมักกากตะกอน มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนได้ประมาณ 5-30% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ ขึ้นอยู่กับชุดดิน และสภาพแวดล้อม ซึ่งศักยภาพในการดูดซับและการปลดปล่อยธาตุอาหารของดินในชุดดินต่างๆ ตามลักษณะดินที่แตกต่างกันไป เนื่องจากเมื่อมีการใส่ปุ๋ยลงไปในดิน พบว่า ปุ๋ยที่ใส่ลงไปไม่ได้เป็นประโยชน์ทั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ปุ๋ยส่วนหนึ่งอาจถูกดินดูดยึดเอาไว้ และไม่สามารถปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์กับพืชได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะที่เฉพาะของดินนั้นๆ (Rehm and Schmit, 2002) จึงได้ศึกษาหาอัตราการใช้ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกรที่สามารถให้ผลผลิตถั่วลิสงที่เหมาะสมและคุ้มค่าคุ้มค่าต่อการลงทุนสำหรับการปลูกถั่วลิสงในสภาพนาอินทรีย์

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงไทนาน 9
2. ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิและปุ๋ยมูลสุกร
3. ไรโซเบียม
4. วัสดุอุปกรณ์ในการทำน้ำหมักสมุนไพรสำหรับการป้องกันกำจัดศัตรูถั่วลิสง ได้แก่ ใบสะเดา ใบยูคาลิปตัส ข่าแก่ เครือบอระเพ็ด EM กากน้ำตาล น้ำสะอาด
5. ยิปซั่ม
6. วัสดุอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว
7. วัสดุอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยอินทรีย์

**วิธีการ**

ปี 2565-2566 ดำเนินการในแปลงนาอินทรีย์ของศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศึกษาอัตราปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกร) ที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ในสภาพนา แต่ละการทดลอง วางแผนแบบ RCB 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี

ปี 2567 นำผลจากการวิจัยที่ได้ในปี 2565-2566 จำนวน 3 กรรมวิธีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตของถั่วลิสง และคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินมาทำการทดสอบในสภาพแปลงนาอินทรีย์ของเกษตรกรสภาพแปลงใหญ่ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ใช้ขนาดแปลงย่อย 20x20 เมตรต่อกรรมวิธี ไม่มีแผนการทดลอง คือ

1. ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมักที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก กรรมวิธี 2 ปุ๋ยมูลวัวหมัก อัตรา 2 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก กรรมวิธี 3 ปุ๋ยมูลวัวหมัก อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก และ กรรมวิธี 4 ปุ๋ยมูลวัวหมัก อัตรา 4 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก

2. ศึกษาอัตราปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ กรรมวิธี 2 ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ กรรมวิธี 3 ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ และ กรรมวิธี 4 ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศอัตรา 7 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศ

3. ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่แกลบที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบกรรมวิธี 2 ปุ๋ยมูลไก่แกลบอัตรา 4 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ กรรมวิธี 3 ปุ๋ยมูลไก่แกลบอัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ และ กรรมวิธี 4 ปุ๋ยมูลไก่แกลบอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ

4. ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด กรรมวิธี 2 ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 4 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด กรรมวิธี 3 ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด และกรรมวิธี 4 ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด

5. อัตราปุ๋ยหมักโบกาฉิ ที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยหมักโบกาฉิท กรรมวิธี 2 ปุ๋ยหมักโบกาฉิทอัตรา 2 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักโบกาฉิท กรรมวิธี 3 ปุ๋ยหมักโบกาฉิทอัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักโบกาฉิท และกรรมวิธี 4 ปุ๋ยหมักโบกาฉิทอัตรา 7 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักโบกาฉิท

6. อัตราปุ๋ยมูลสุกรที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ได้แก่ กรรมวิธี 1 ไม่ใส่ปุ๋ยมูลสุกร กรรมวิธี 2 ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกร กรรมวิธี 3 ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา

4 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกร และกรรมวิธี 4 ปุ๋ยมูลสุกร อัตรา5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกร

**วิธีปฏิบัติการทดลองการทดลองที่ 1-6**

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักเติมอากาศคือ ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลไก่ เศษใบไม้ อัตรา 3:3:1 วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยโบกาฉิ คือ มูลสัตว์ แกลบดิบ รำละเอียด อัตราส่วน 1:1:1 EM กากน้ำตาล อย่างละ 2 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 10 ลิตร ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลสุกร เมื่อซื้อมานำออกจากกระสอบทำเป็นกองปุ๋ยไว้ แล้วรดน้ำให้มีความชื้นเพื่อทำการหมัก กลับกองปุ๋ยทุกสัปดาห์จนครบ 1 เดือน แล้วทำการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมัก (ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2. ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกร ที่หมักแล้วตามกรรมวิธีอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ไถกลบก่อนทำการปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ทำการคลุกเมล็ดด้วยไรโซเบียม

4. ทุกกรรมวิธี เก็บตัวอย่างดิน 3 ครั้งในแต่ละปีการทดลอง คือ ก่อนการปรับปรุงดิน หลังการปรับปรุงดิน และ หลังเก็บเกี่ยว

5. ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร กำจัดวัชพืชเมื่ออายุ 15-20 วัน และ 30-40 วันหลังงอก พ่นน้ำหมักสมุนไพรเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงในช่วง 1 เดือนแรก กำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน จำนวน 2 ครั้ง และเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 95-110 วัน

**การบันทึกข้อมูล**

- วันปลูก และวันปฏิบัติการต่างๆ
- วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยว
- วิเคราะห์ธาตุอาหาร ปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกร
- สุ่มวัดความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อหลุม จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย เก็บข้อมูลองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตฝักสดและฝักแห้ง
- คำนวณข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ รายได้ ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแต่ละกรรมวิธีตามสูตรดังนี้

$$\text{สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR)} = \frac{\text{รายได้ (บาท/ไร่)}}{\text{ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)}}$$

ถ้า BCR > 1 คุ้มค่าการลงทุน , BCR = 1 เท่าทุน , BCR < 1 ไม่คุ้มทุนขาดทุน

**ระยะเวลาดำเนินการ** ตุลาคม 2565-มิถุนายน 2567

**สถานที่ดำเนินการ** ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี และแปลงเกษตรกร อ.ดอนมดแดง จ.อุบลราชธานี

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**1. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ** พบว่า ค่า pH Total N Total P Total K OM EC และ C/N radio (ตารางที่ 1) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร. 2550) ทั้งนี้ ค่า C/N ratio เป็นค่าอัตราส่วนที่สำคัญมากสำหรับกระบวนการย่อยสลายปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายจนสมบูรณ์แล้วจะมีค่า C/N ratio เท่ากับหรือน้อยกว่า 20 : 1 จาก ตารางที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ทำการหมักเป็นเวลา 30 วัน มีค่า C/N ratio ไม่เกิน 20/1 แสดงว่า ปุ๋ยมูลวัวหมักที่ย่อยสลายจนสมบูรณ์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2567) ยกเว้นปุ๋ยหมักโบการฉิที่มีค่า C/N ratio 23/1 และ ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ไม่ต่ำกว่า 1.0 – 0.5 – 0.5 (บัญจรัตน์ และคณะ, 2551) เป็นคุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่ดี มีการหมักตัวที่สมบูรณ์ และพืชนำปุ๋ยอินทรีย์หมักไปใช้ได้เร็วกว่าปุ๋ยอินทรีย์หมักที่มีค่า C/N สูง แต่ถ้าค่า C/N ที่ต่ำเกินไป อาจทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของก๊าซแอมโนเนียที่ระเหยได้ (Barrington *et.al* 1997) ส่งผลให้คุณภาพของปุ๋ยหมักอินทรีย์ลดต่ำลง (Rodrigures *et.al*., 1997)

**2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินหลังการใส่ปุ๋ยอินทรีย์**

**2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Soil pH)**

ค่า pH ของดินก่อนปลูกในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งดินมีความเป็นกรดปานกลาง แต่ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ตารางที่ 2) เนื่องจากปุ๋ยมูลวัวหมักมีค่า pH คือ 8 มีคุณสมบัติเป็นด่างเล็กน้อย เมื่อใส่ปุ๋ยมูลวัวหมักลงไปในดินจึงช่วยปรับสภาพดินให้มีความเป็นกรดลดลง เช่นเดียวกับรายงานของวีณา (2563) ใส่ปุ๋ยมูลปุ๋ยค้างคาวทำให้ค่า pH ของดินเปลี่ยนแปลง คือ ดินมีค่าความเป็นด่างลดลงจาก 7.71 เป็น 7.24 เนื่องจากปุ๋ยค้างคาวมีสมบัติเป็นกรดปานกลาง (pH 5.51)

**2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil organic matter, OM)**

ก่อนการปรับปรุงและดินในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณ OM ต่ำกว่า กรรมวิธีที่มีการปุ๋ยมูลวัวหมักทำให้ค่าอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับ ปานชีวัน และคณะ (2557) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นตามอัตราของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้เพิ่มขึ้น คือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 1,200 กก./ไร่ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ เพิ่มขึ้น 32.8% มากกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 600 และ 900 กก./ไร่ ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2) พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ยังคงมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่ใส่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ใส่แล้วก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 2) พบว่า OM ในทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้การปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ต้องอาศัยเวลาอย่างน้อย 3 ปี จึงจะเห็นความเปลี่ยนแปลงของ OM ในดิน (McDonagh et al., 1995) สอดคล้องกับรายงานของพัชนี และอุษา (2555) การปลูกพืชสลับ (ถั่วพร้าว ปอเทือง และข้าวไร่) เพื่อปรับปรุงดินสำหรับปลูกอ้อย พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ ก่อนการทดลองและหลังปลูกอ้อย มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละวิธีการ เช่นเดียวกับปานชีวัน และคณะ (2557) ได้ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดในอัตราต่างๆ กัน ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า OM ในทุกวิธีทดลองไม่มีความแตกต่างกัน

**2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)** กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์มี Total N มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง (ตารางที่ 2) การที่ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด ทำให้ดินหลังการปลูกพืชมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น ชี้ให้เห็นว่าปริมาณ N จากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ไปยังคงอยู่ในดิน สอดคล้องกับการศึกษาของวีณา (2563) ที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นหลังจากใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 2 ตัน/ไร่ และ Hose et al. (2014) การใส่ปุ๋ยหมักในการปลูกพืชหมุนเวียนของมันฝรั่ง บีทรูท ข้าวโพดและกะหล่ำดาว ส่งผลให้มีปริมาณTotal N ในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การคลุกเมล็ดถั่วลิสงด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียแกรมลบตระกูลไรโซเบียม ซึ่งเป็นแบคทีเรียในดินที่สามารถเข้าสร้างปมรากกับพืชตระกูลถั่วได้ และเจริญอยู่ภายในปมรากแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) โดยปมรากที่มีไรโซเบียมอาศัยอยู่เปรียบเสมือนโรงงานผลิตปุ๋ยไนโตรเจนทางชีวภาพ เนื่องจากไรโซเบียมสามารถตรึงไนโตรเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศถึง 78 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อีกทั้ง ไรโซเบียมยังมีบทบาทสำคัญในระบบอินทรีย์ เนื่องจาก สารประกอบไนโตรเจนที่ไรโซเบียมตรึงได้จะถูกสะสมในตนถั่ว และเมื่อไถกลบก็ จะถูกยอยสลายและปลดปลอยธาตุไนโตรเจนลงสู่ดิน เกษตรกรจึงนิยมใช้พืช ตระกูลถั่วหลายชนิดเปนปุยพืชสด ทำให้ดินคงความอุดมสมบูรณอยูได้นาน เหมาะแกการเพาะปลูกพืชอื่นตอไป (กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2564)

**2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)** การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ทั้งการใส่หลังปรับปรุงดิน และหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง แต่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 2) มีค่าน้อยกว่าค่าเริ่มต้น เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสดังกล่าว ต้นถั่วลิสงสามารถนำธาตุ P ในดินไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างฝักของถั่วลิสง หรืออาจจะเกิดจากดินสามารถสูญเสีย P จากการชะล้างหรือเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จึงทำให้ค่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินลดลงในทุกกรรมวิธี สอดคล้องกับรายงานของ ธัญนันท์ และคณะ (2020) ว่า เมื่ออยู่ในสภาพกรด ฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยออกมาได้ทันต่อความต้องการของพืช ดังนั้นดิ นที่ใช้ปลูกถั่วลิสงอยู่ระหว่าง 5.17-5.98 ซึ่งเป็นกรดอ่อนจึงทำให้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยอินทรีย์ถูกปลดปล่อยออกมาและถูกถั่วลิสงนำไปใช้ รายงานของวีณาและอานัฐ (2564) ได้กล่าวว่า ฟอสฟอรัส (P) ในดินสามารถสูญเสียไปจากดินโดยการชะล้างหรือเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในดินที่เป็นกรดซึ่งเป็นลักษณะดินที่พบมากในประเทศไทย ด้วยสาเหตุนี้ จึงทำให้ฟอสฟอรัสคงเหลืออยู่ในดินหลังการเก็บเกี่ยว

**2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)** การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ ทั้งหลังการปรับปรุงดิน และหลังเก็บเกี่ยวถั่วลิสง (ตารางที่ 2) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยน มีค่าน้อยกว่าค่าเริ่มต้น เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียม (K) ดังกล่าว ต้นถั่วลิสงสามารถนำธาตุ K ในดินไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างฝักของถั่วลิสง รวมถึง โพแทสเซียมที่สามารถสูญเสียไปได้ง่ายโดยการชะล้างทำให้ธาตุ K ในดินลดลงในทุกกรรมวิธี สอดคล้องกับรายงาน วีณาและอานัฐ (2564) กล่าวว่า

โพแทสเซียมสามารถสูญเสียได้ง่ายด้วยการชะล้าง โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ และยังเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อถูกตรึงด้วยแร่ดินเหนียว

**3. ผลผลิตถั่วลิสงและความคุ้มค่าคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (BCR)**

**3.1 การใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก** อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลวัวหมัก ให้ผลผลิตฝักสดและผลผลิตฝักแห้ง สูงที่สุด 467 และ 290 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) และให้ค่าอัตราส่วนรายได้ต่อต้นทุน (BCR) ในการผลิตถั่วลิสงอินทรีย์ทั้งฝักสดและฝักแห้ง สูงสุด 3.30 และ 2.55 (ตารางที่ 4)

**3.2 การใส่ปุ๋ยหมักเติมอากาศ** อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักเติมอากาศให้ผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงที่สุด คือ 777 และ 494 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และให้ค่า BCR สูงที่สุดทั้งฝักสด และฝักแห้ง คือ 5.12 และ 4.07 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**3.3 การใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ** อัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบ ให้ผลผลิตฝักสดและแห้งสูงที่สุด คือ 366 และ 288 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) แต่การใส่ปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่แกลบให้ ค่า BCR ของผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงที่สุด คือ 2.03 และ 1.77 ตามลำดับ (ตารางที่4) ผลผลิตฝักสดและฝักแห้ง คือ 308 และ 213 กิโลกรัมต่อไร่

**3.4 การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด** อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดให้ผลผลิตฝักสดและแห้งสูงที่สุด คือ 374 และ312 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) และให้ค่า BCR ของผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงที่สุด คือ 1.89 และ 1.89 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

**3.5 การใส่ปุ๋ยหมักโบกาฉิ** ทุกอัตรา พบว่า ดินมีคุณสมบัติทางดินหลังการปรับปรุงดินใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ (ตารางที่ 2) เนื่องจาก ค่า C/N มีค่า 23 ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน (ตารางที่ 1) แสดงว่า ปุ๋ยหมักโบกาฉิยังหมักไม่สมบูรณ์ จึงทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารได้ไม่ดีนัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2567) แต่คุณสมบัติของดินหลังการเก็บเกี่ยวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 2) ใส่ปุ๋ยหมักโบกาฉิอัตรา 2 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักโบกาฉิให้ผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงสุด คือ 783 และ 317 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) และให้ค่า BCR ของผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงที่สุด คือ 5.40 และ 2.73 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การใช้ปุ๋ยหมักโบกาฉิในอัตราที่สูง ทำให้ถั่วลิสงมีลำต้นสูงและล้มทับ กรณีที่มีฝนตกก่อนเก็บเกี่ยวถั่วลิสงจะเกิดความเสียหายกับผลผลิตถั่วลิสงได้ง่ายกว่า เพราะบริเวณขั้วฝักถั่วลิสงจะเน่าเปื่อยและขาดทำให้ผลผลิตฝังอยู่ในแปลงและได้ผลผลิตไม่เต็มที่

**3.6 การใส่ปุ๋ยมูลสุกร** อัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกรให้ผลผลิตฝักสด และแห้งสูงที่สุด คือ 340 และ 240 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 3) และให้ค่า BCR ของผลผลิตฝักสด และฝักแห้งสูงที่สุด คือ 1.98 และ 1.76 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

## สรุปผลการทดลอง

เทคโนโลยีการผลิตถั่วลิสงอินทรีย์ในสภาพนา คือ การปรับปรุงบำรุงด้วยปุ๋ยหมักมูลวัวหมัก หรือปุ๋ยหมักเติมอากาศหรือปุ๋ยมูลไก่แกลบ อัตรา 3 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัว (300 กิโลกรัมต่อไร่) ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด อัตรา 6 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (600 กิโลกรัมต่อไร่) ปุ๋ยหมักโบกาฉิ อัตรา 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (200 กิโลกรัมต่อไร่) และมูลสุกร อัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยมูลสุกร คิดเป็น อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตทั้งฝักสดและแห้งสูงสุดและคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด

## คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน และปุ๋ยอินทรีย์

## เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2567. การผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2567 https://osd101.ldd.go.th/Q/manual/compost_guide.pdf

กรมวิชาการเกษตร. 2550. คุณลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ.

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2564. ปุ๋ยชีวภาพ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.

ทรงเชาว์ อินสัมพันธ์. 2545. เอกสารคำสอน วิชาพืชไร่สำคัญของประเทศไทย (ก.พร. 313) เรื่อง ถั่วลิสง (Peanuts). ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 40 หน้า.

บัญจรัตน์ โจลานนท์ มลชยา ปานพาน รสสุคนธ์ จะวะนะ และอนุรักษ์ จีนทอง. การปรับค่า C/N ช่วงปานกลาง-สูง สำหรับปุ๋ยอินทรีย์เชิงพาณิชย์. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 31: 549-564

บุญเหลือ ศรีมุงคุณ. 2565. รายงานผลสัมฤทธิ์โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชไร่อินทรีย์ พ.ศ. 2565. เสนอ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

บุญเหลือ ศรีมุงคุณ. 2566. รายงานผลสัมฤทธิ์แผนงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชไร่อินทรีย์ พ.ศ. 2566. เสนอ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ธัญนัทน์ สุภาดาว, ศุภิฌา ธนะจิตต์, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และ เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2565. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตสำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในดินสีแดง. แก่นเกษตร 50 ฉบับที่ 6: 1785-1796

วีณา นิลวงศ์. 2563. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ และน้ำหมักชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินและผลผลิตของพืชผัก. แก่นเกษตร 48 ฉบับที่ 3: 639-650

วีณา นิลวงศ์ และ อานัฐ ตันโช. 2564. การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบางประการในช่วงระยะปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์. แก่นเกษตร 49 ฉบับที่ 5: 1171-1182

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, สมฤทัย ตันเจริญ, ภาวนาลิกขนานนท์, และสุปราณี มั่นหมาย. 2553. ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมีภายใต้สภาพความชื้นสนาม:การทดลองย่อย ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก. หน้า 333-343. ใน: ผลการปฏิบัติงาน ประจำปี 2553 เล่ม 1 กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2550. บทบาทและความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์. หน้า 8-33. *ใน*: คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับนักวิชาการ). เอกสารวิชาการลำดับที่ 20/2548. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

Barrington, S.F., Moueddeb, K.EL., and B., Porter. 1997. Improving Small-Scale Composting of Apple Waste. Canadian Agriculture Engineering. 39: 9-16.

Hose, T.D., M. Cougnon, A.D. Vliegher, B. Vandecasteele, N. Viaene, W. Cornelis, E.V. Bockstaele, and D. Reheul. 2014. The positive relationship between soil quality and crop production: A case study on the effect of farm compost application. Applied Soil Ecology. 75: 189-198.

Rehm, G. and M. Schmitt. 2002. Potassium for crop production. Retrieved February 2, 2024, from Regents of the University of Minnesota website: http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/dc6794.html.

Rodrigues, A.M., Ferreira, L.J., Fernando, A.L., Urbano, P., and J.S. Oliveira. 1995. Co-Composting of Sweet Sorghum Biomass with Different Nitrogen Sources. Bioresource Technology. 54: 21- 27.

**ตารางที่ 1** ผลวิเคราะห์ปุ๋ยมูลวัว จากแปลงศึกษาอัตราปุยมูลวัวหมักที่เหมาะสมตอการปลูกถั่วลิสงอินทรีย ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2567

| รายการทดสอบ | pH | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) | โพแทสเซียมทั้งหมด (%) | ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m) | OM (%) | C/N Ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ปุ๋ยมูลวัวหมัก | 8.5 | 1.8 | 3.7 | 2.6 | 4.4 | 56.5 | 18/1 |
| ปุ๋ยหมักเติมอากาศ | 7.8 | 1.7 | 2.5 | 2.3 | 5.3 | 30.0 | 10/1 |
| มูลไก่แกลบ | 8.4 | 2.2 | 4.5 | 2.9 | 4.3 | 60.9 | 16/1 |
| มูลไก่อัดเม็ด | 8.4 | 1.1 | 3.3 | 1.2 | 2.6 | 49.6 | 19/1 |
| ปุ๋ยหมักโบกาฉิ | 7.6 | 1.7 | 2.5 | 2.4 | 4.5 | 66.3 | 23/1 |
| ปุ๋ยมูลสุกร | 8.4 | 1.1 | 3.3 | 1.2 | 2.6 | 49.6 | 19/1 |
| มาตรฐาน กรมวิชาการเกษตร | 5.5-8.5 | ไม่น้อยกว่า 1 | ไม่น้อยกว่า 0.5 | ไม่น้อยกว่า 0.5 | ไม่เกิน 10 | ไม่น้อยกว่า 30 | ไม่เกิน 20/1 |
| **ผลการเปรียบเทียบ** | ผ่านทั้งหมด | ผ่านทั้งหมด | ผ่านทั้งหมด | ผ่านทั้งหมด | ผ่านทั้งหมด | ผ่านทั้งหมด | ผ่าน (ยกเว้นปุ๋ยโบกาฉิ) |

**ตารางที่ 2** คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปรับปรุงดิน ก่อนการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ และหลังเก็บเกี่ยว จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกรที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 25667

| กรรมวิธี | pH | | OM (%) | | Avai.P (mg/kg) | | Exch.K (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | **4.77** | | **0.76** | | **3.27** | | **11.55** | |
| | **หลังปรับปรุงดิน** | **หลังเก็บเกี่ยว** | **หลังปรับปรุงดิน** | **หลังเก็บเกี่ยว** | **หลังปรับปรุงดิน** | **หลังเก็บเกี่ยว** | **หลังปรับปรุงดิน** | **หลังเก็บเกี่ยว** |
| **1. ปุ๋ยมูลวัวหมัก** | | | | | | | | |
| N = 0 | 5.08 | 5.22 | 0.91 | 1.21 | 3.68 | 3.44 | 43.30 | 36.20 |
| N = 2 | 5.23 | 5.02 | 0.99 | 1.01 | 3.71 | 2.65 | 36.20 | 21.70 |
| N = 3 | 4.96 | 5.02 | 0.94 | 1.36 | 3.44 | 2.90 | 38.60 | 26.90 |
| N = 4 | 4.77 | 4.99 | 0.97 | 1.09 | 3.77 | 3.11 | 28.00 | 17..10 |
| **2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ** | | | | | | | | |
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | 4.74 | | 0.76 | | 3.68 | | 11.50 | |
| N = 0 | 5.49 | 4.74 | 0.92 | 1.29 | 32.05 | 10.08 | 67.70 | 30.90 |
| N = 3 | 5.52 | 5.00 | 1.00 | 0.96 | 27.75 | 22.57 | 72.60 | 67.00 |
| N = 5 | 4.80 | 5.14 | 1.34 | 1.01 | 6.59 | 22.92 | 26.00 | 70.10 |
| N = 7 | 5.15 | 5.19 | 1.10 | 1.15 | 28.65 | 37.89 | 75.10 | 43.00 |

**ตารางที่ 2** (ต่อ)

| กรรมวิธี | pH | | OM (%) | | Avai.P (mg/kg) | | Exch.K (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว | หลังปรับปรุงดิน | หลังเก็บเกี่ยว |
| **3. ปุ๋ยไก่แกลบ** | | | | | | | | |
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | 4.75 | | 0.47 | | 7.45 | | 15.70 | |
| N = 0 | 5.03 | 4.91 | 0.99 | 1.10 | 4.33 | 3.77 | 32.60 | 26.80 |
| N = 3 | 5.41 | 4.63 | 1.19 | 0.80 | 19.11 | 8.25 | 65.10 | 24.10 |
| N = 4 | 5.12 | 4.79 | 1.00 | 1.02 | 11.96 | 6.63 | 51.90 | 25.50 |
| N = 5 | 5.13 | 4.98 | 0.87 | 1.23 | 14.84 | 8.04 | 53.20 | 29.20 |
| **4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด** | | | | | | | | |
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | 4.50 | | 0.85 | | 2.15 | | 30.58 | |
| N = 0 | 4.60 | 4.38 | 0.87 | 1.04 | 2.27 | 2.38 | 32.2 | 30.0 |
| N = 4 | 4.58 | 5.01 | 1.01 | 1.20 | 16.00 | 35.50 | 35.6 | 32.4 |
| N = 5 | 4.90 | 5.02 | 1.16 | 1.04 | 18.67 | 42.50 | 44.9 | 40.7 |
| N = 6 | 5.31 | 5.18 | 1.12 | 1.02 | 55.10 | 62.61 | 55.9 | 54.4 |
| **5. ปุ๋ยหมักโบกาฉิ** | | | | | | | | |
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | 5.00 | | 1.00 | | 14.78 | | 23.15 | |
| N = 0 | 4.84 | 5.04 | 1.13 | 1.23 | 13.35 | 16.57 | 26.60 | 63.90 |
| N = 2 | 5.00 | 5.04 | 0.76 | 14.01 | 12.23 | 17.05 | 39.30 | 66.70 |
| N = 5 | 4.99 | 4.93 | 1.25 | 1.02 | 27.21 | 20.62 | 52.40 | 83.40 |
| N = 7 | 5.05 | 4.86 | 0.92 | 1.19 | 18.41 | 30.00 | 61.40 | 99.20 |
| **6. ปุ๋ยมูลสุกร** | | | | | | | | |
| **ก่อนปรับปรุงดิน** | 4.78 | | 0.86 | | 2.74 | | 15.40 | |
| N = 0 | 4.74 | 4.71 | 0.84 | 0.82 | 2.06 | 2.30 | 20.60 | 27.60 |
| N = 3 | 4.58 | 4.96 | 1.23 | 0.92 | 22.60 | 36.25 | 40.30 | 21.50 |
| N = 4 | 4.63 | 4.94 | 13.1 | 11.2 | 39.25 | 25.80 | 42.20 | 14.00 |
| N = 5 | 4.47 | 5.05 | 1.20 | 1.25 | 37.00 | 31.50 | 49.85 | 24.00 |

**หมายเหตุ** N=0 หมายถึง ไม่ใส่ปุ๋ยมูลวัวหมัก

N=2 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

N=3 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 3 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

N=4 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

N=5 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 5 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

N=6 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 6 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

N=7 หมายถึง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 7 เท่าค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์

**ตารางที่ 3** ผลผลิตฝักสดต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้งต่อ องค์ประกอบผลผลิตและความสูงเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงอินทรีย์จากแปลงศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกรที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2567

| กรรมวิธี | ผลผลิตฝักสด/ไร่ (กก.) | ผลผลิตฝักแห้ง/ไร่ (กก.) | จำนวนหลุมเก็บเกี่ยว/ไร่ | จำนวนต้นต่อหลุม | จำนวนฝักต่อหลุม | จำนวนฝักดีต่อหลุม | จำนวนฝักเสียต่อหลุม | จำนวนฝักอ่อนต่อหลุม | กะเทาะ (%) | ความสูงเก็บเกี่ยว (ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. ปุ๋ยมูลวัวหมัก** | | | | | | | | | | |
| **N = 0** | 220 | 127 | 9,650 | 1.5 | 19.3 | 15.0 | 1.1 | 3.1 | 61.48 | 28.83 |
| **N = 2** | 373 | 265 | 9,450 | 1.5 | 26.60 | 23.6 | 0.8 | 2.3 | 69.71 | 43.49 |
| **N = 3** | 467 | 290 | 10,850 | 1.5 | 25.98 | 20.3 | 1.2 | 4.6 | 65.48 | 40.09 |
| **N = 4** | 347 | 177 | 9,200 | 1.75 | 10.92 | 8.7 | 0.4 | 1.8 | 65.25 | 32.40 |
| **2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ** | | | | | | | | | | |
| **N = 0** | 230 | 134 | 10,800 | 2.35 | 26.27 | 19.50 | 0.37 | 6.72 | 55.00 | 39.40 |
| **N = 3** | 777 | 494 | 10,053 | 2.45 | 74.70 | 56.82 | 4.87 | 14.27 | 64.63 | 74.35 |
| **N = 5** | 671 | 422 | 9,760 | 2.35 | 59.08 | 45.35 | 3.55 | 10.87 | 64.50 | 61.87 |
| **N = 7** | 765 | 465 | 9,707 | 2.22 | 76.50 | 62.67 | 4.50 | 9.87 | 66.63 | 73.6 |
| **3. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ** | | | | | | | | | | |
| **N = 0** | 196 | 127 | 10,360 | 2.40 | 16.0 | 13.23 | 0.28 | 2.50 | 66.41 | 23.63 |
| **N = 3** | 308 | 213 | 7,120 | 1.43 | 31.70 | 25.55 | 0.83 | 4.00 | 72.45 | 50.03 |
| **N = 4** | 317 | 216 | 6,080 | 1.48 | 41.08 | 31.20 | 3.18 | 9.70 | 73.18 | 58.98 |
| **N = 5** | 336 | 228 | 8,400 | 1.88 | 44.40 | 38.65 | 1.23 | 4.48 | 72.85 | 46.80 |
| **4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด** | | | | | | | | | | |
| N = 0 | 114 | 86 | 11,120 | 1.98 | 20.31 | 11.69 | 3.13 | 5.49 | 70.05 | 26.78 |
| N = 4 | 240 | 168 | 11,000 | 2.00 | 25.95 | 19.13 | 1.30 | 5.53 | 72.50 | 30.28 |
| N = 5 | 312 | 240 | 11,080 | 1.53 | 35.80 | 24.98 | 4.75 | 6.08 | 72.25 | 34.85 |
| N = 6 | 354 | 312 | 9,960 | 1.63 | 42.02 | 33.53 | 2.57 | 5.93 | 73.60 | 36.13 |
| **5. ปุ๋ยหมักโบกาฉิ** | | | | | | | | | | |
| N = 0 | 608 | 226 | 12,360 | 1.68 | 45.53 | 38.30 | 6.68 | 1.30 | 68.64 | 47.65 |
| N = 2 | 783 | 317 | 10,320 | 1.73 | 51.10 | 43.90 | 4.95 | 2.25 | 66.55 | 50.73 |
| N = 5 | 494 | 175 | 10,320 | 1.60 | 37.45 | 28.08 | 5.20 | 4.08 | 63.71 | 60.98 |
| N = 7 | 497 | 190 | 8,560 | 1.70 | 31.75 | 22.35 | 5.85 | 3.55 | 57.64 | 52.95 |
| **6. ปุ๋ยมูลสุกร** | | | | | | | | | | |
| N = 0 | 161 | 102 | 11,360 | 1.85 | 38.43 | 31.80 | 6.63 | 0 | 61.25 | 27.28 |
| N = 3 | 277 | 180 | 11,080 | 2.15 | 55.00 | 45.70 | 9.30 | 0 | 67.85 | 40.75 |
| N = 4 | 307 | 218 | 10,720 | 2.10 | 70.14 | 64.70 | 4.65 | 0.79 | 67.50 | 38.75 |
| N = 5 | 340 | 240 | 10,640 | 2.28 | 72.74 | 67.90 | 3.25 | 1.33 | 70.06 | 38.53 |

**ตารางที่ 4** ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากแปลง ศึกษาอัตราปุ๋ยมูลวัวหมัก ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ ปุ๋ยมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลไก่ อัดเม็ด ปุ๋ยหมักโบกาฉิ และปุ๋ยมูลสุกรที่เหมาะสมต่อการปลูกถั่วลิสงอินทรีย์ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ปี 2567

| กรรมวิธี | ผลผลิตฝักสด (กก./ไร่) | ต้นทุนฝักสด (บาท/ไร่) | รายได้ฝักสด[1/] (บาท/ไร่) | BCR ฝักสด | ผลผลิตฝักแห้ง (กก./ไร่) | ต้นทุนฝักแห้ง (บาท/ไร่) | รายได้ฝักแห้ง[2/] (บาท/ไร่) | BCR ฝักแห้ง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. ปุ๋ยมูลวัวหมัก** | | | | | | | | |
| N=0 | 220 | 3,650 | 6,600 | 1.81 | 127 | 3,950 | 5,080 | 1.29 |
| N=2 | 373 | 4,050 | 11,190 | 2.76 | 265 | 4,350 | 10,600 | 2.44 |
| N=3 | 467 | 4,250 | 14,010 | 3.30 | 290 | 4,550 | 11,600 | 2.55 |
| N=4 | 347 | 4,450 | 10,410 | 2.34 | 177 | 4,750 | 7,080 | 1.49 |
| **2. ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ** | | | | | | | | |
| N = 0 | 230 | 3,650 | 6,900 | 1.89 | 134 | 3,950 | 5,360 | 1.36 |
| N = 3 | 777 | 4,550 | 23,310 | 5.12 | 494 | 4,850 | 19,760 | 4.07 |
| N = 5 | 671 | 5,150 | 20,130 | 3.91 | 422 | 5,450 | 16,880 | 3.10 |
| N = 7 | 765 | 5,750 | 22,950 | 3.99 | 465 | 6,050 | 18,600 | 3.07 |
| **3. ปุ๋ยมูลไก่แกลบ** | | | | | | | | |
| N = 0 | 196 | 3,650 | 5,880 | 1.61 | 127 | 3,950 | 5,080 | 1.28 |
| N = 3 | 308 | 4,550 | 9,240 | 2.03 | 213 | 4,850 | 8,520 | 1.77 |
| N = 4 | 317 | 4,850 | 9,510 | 1.96 | 216 | 5,150 | 8,640 | 1.67 |
| N = 5 | 336 | 5,150 | 10,080 | 1.96 | 228 | 5,450 | 9,120 | 1.67 |
| **4. ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด** | | | | | | | | |
| N = 0 | 114 | 3,650 | 3,420 | 0.94 | 86 | 3,950 | 3,440 | 0.87 |
| N = 4 | 240 | 4,940 | 7,200 | 1.46 | 188 | 5,270 | 7,520 | 1.43 |
| N = 5 | 312 | 5,300 | 9,360 | 1.77 | 230 | 5,600 | 9,200 | 1.64 |
| N = 6 | 354 | 5,630 | 10,620 | 1.89 | 312 | 5,930 | 11,400 | 1.92 |
| **5. ปุ๋ยหมักโบกาฉิ** | | | | | | | | |
| N = 0 | 608 | 3,650 | 18,240 | 5.00 | 226 | 3,950 | 9,040 | 2.29 |
| N = 2 | 783 | 4,350 | 23,490 | 5.40 | 317 | 4,650 | 12,680 | 2.73 |
| N = 5 | 494 | 5,400 | 14,820 | 2.74 | 179 | 5,700 | 7,160 | 1.26 |
| N = 7 | 497 | 6,100 | 14,910 | 2.44 | 190 | 6,400 | 7,600 | 1.19 |
| **6. ปุ๋ยมูลสุกร** | | | | | | | | |
| N = 0 | 161 | 3,650 | 3,600 | 0.98 | 102 | 3,950 | 3,600 | 0.91 |
| N = 3 | 277 | 4,550 | 8,310 | 1.83 | 180 | 4,850 | 7,200 | 1.49 |
| N = 4 | 307 | 4,850 | 9,210 | 1.90 | 218 | 5,150 | 8,720 | 1.70 |
| N = 5 | 340 | 5,150 | 10,200 | 1.98 | 240 | 5,450 | 9,600 | 1.76 |

**หมายเหตุ** ราคาขายฝักสด 30 บาท/กก. ราคาขายฝักแห้ง 40 บาท/กก.

# ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ในถั่วลิสง

# The Efficiency of *Bacillus subtilis* to Growth Enhancement and Induced Disease Resistance for Bud Necrosis Disease of Peanut

**วีรกรณ์ แสงไสย์[1/] กมลวรรณ เรียบร้อย[1/]**

**Weerakorn Saengsai[1/] Kamonwan Riabroy[1/]**

## ABSTRACT

Peanuts are highly nutritious legumes. One of the important diseases caused by the *Peanut bud necrosis tospovirus* (PBNV). This research investigates the potential of *Bacillus subtilis* for enhancing growth and inducing disease resistance in peanuts against bud necrosis disease. A greenhouse study employed cell suspension and culture filtrate of *B. subtilis* No.1. Peanut foliar spraying increased gene expression revealed an upregulation of the PR genes *PR-7f5* and *PR-3g4* at 4 and 6 weeks after application compared to the control group related cell suspension and culture filtrate of *B. subtilis* No.1. increased height, weight, and chlorophyll content and yields of peanut also statistically significantly different. These findings suggest that *B. subtilis* No.1 holds promise as a strategy for Peanut bud necrosis disease control.

**Keywords:** Peanut, bacteria, induced resistance, bud necrosis disease

## บทคัดย่อ

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ศัตรูชนิดหนึ่งที่ทำลายส่งผลต่อปริมาณผลผลิต คือ โรคยอดไหม้ที่เกิดจากเชื้อไวรัส *Peanut bud necrosis tospovirus (*PBNV) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแบคทีเรียบริเวณรอบรากพืชและทดสอบประสิทธิภาพในการชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงในระดับโรงเรือนทดลอง โดยคัดเลือกเชื้อรอบรากที่มีประสิทธิภาพจากการชักนำภูมิต้านทานโรคไวรัส PBNV โดยใช้เซลล์แขวนลอยและน้ำกรองเชื้อ *Bacillus subtilis* No. 1 ฉีดพ่นใบถั่วลิสงด้วยเซลล์แขวนลอยและน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No. 1 พบว่า สามารถส่งเสริมการแสดงออกของยีนสามารถชักนำการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรค ได้แก่ *PR-7f5*

[1/]ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

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

และ *PR-3g4* โดยการแสดงออกของยีนทั้ง 2 ชนิดเพิ่มสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 หลังจากฉีดพ่นใบถั่วลิสงด้วยเซลล์แขวนลอยและน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No. 1 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ประสิทธิภาพการส่งเสริมการเจริญเติบโต พบว่า เซลล์แขวนลอยและน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No. 1 สามารถส่งเสริมการเติบโตด้านความสูง ทรงพุ่ม ปริมาณคอลโรฟิลด์ ยังสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการควบคุมและลดการระบาดของโรคยอดไหม้และยังสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับถั่วลิสงได้ด้วย

**คำหลัก:** ถั่วลิสง เชื้อแบคทีเรีย ชักนำภูมิต้านทาน โรคยอดไหม้

**บทนำ**

ถั่วลิสงเป็นพืชตะกูลถั่วอีกชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมนำมาบริโภค สามารถนำมาใช้บริโภคได้หลายรูปแบบ ทั้งบริโภคสด นำไปประกอบอาหารและขนมต่างๆ ปัจจุบันการผลิตถั่วลิสงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ มีการนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น จีน อินเดีย และพม่า พบว่าปี 2561 มีการนำเข้าถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์รวมกว่า 70,725 ตัน สภาพการผลิตถั่วลิสงของไทยให้ผลผลิตคอนข่างต่ำทั้งนี้ปญหาที่สำคัญปญหาหนึ่งคือโรคและแมลง แมลงศัตรูถั่วลิสงที่สำคัญมีหลายชนิดไดแก เพลี้ยออน เพลี้ยจั๊กจั่น เสี้ยนดิน หนอนตาง ๆ โดยเฉพาะอยางยิ่งเพลี้ยไฟ ซึ่งนอกจากทำความเสียหายใหกับถั่วลิสงโดยตรงแลว เพลี้ยไฟบางชนิดยังเปนพาหะของโรคยอดไหม้ ซึ่งเปนโรคที่มีความสำคัญมากในถั่วลิสง โดยทำใหผลผลิต เสียหายไดถึง 90 เปอรเซ็นต์ (กุหลาบและจิวัฒน์, 2551) โรคยอดไหม้ (bud necrosis) เกิดจากเชื้อไวรัส *Peanut bud necrosis topspovirus* (PBNV) ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญอันดับต้นที่ทำให้ผลผลิตของถั่วลิสงลดลงถายทอดโดยเพลี้ยไฟ *Thrips palmi* และถ่ายทอดผ่านทางเมล็ด เมื่อเชื้อเข้าทำลายจะทำให้มีอาการแตกกต่างกันไป ได้แก่ ใบลาย ใบด่าง วงแหวน ใบซีด เกิดขึ้นบริเวณใบส่วนยอด ใบโค้งงอ บิดเบี้ยว ขนาดเล็กกว่าปกติและมีลักษณะเป็นกระจุก พบโรคนี้ระบาดครั้งแรกในฤดูแลง ป 2528 ที่บริเวณเขตปลูกถั่วลิสงในจังหวัดสกลนคร และมีแนวโนมแพรระบาดเพิ่มขึ้นอยางรวดเร็ว ทำความเสียหายแกผลผลิตถั่วลิสงเปนอยางมาก โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทุกจังหวัด พบการระบาดของโรคค่อนข่างสูง เป็นผลทำให่ บางพื้นที่พบความเสียหายสูงถึง 90 เปอรเซ็นต์เนื่องจากเป็นโรคที่เพิ่งมีการระบาดในประเทศไทย (วรยุทธและมณี, 2557) ในการป้องกันกำจัดนั้นยังไม่มีวิธีที่ป้องกันโรคได้เพียงแนะนำให้เกษตรกรป้องกันกำจัดแมลงพาหะและใช้เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ติดเชื้อ ซึ่งในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่สามารถทราบได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกนั้นติดเชื้อไวรัสสาเหตุโรคยอดไหม้ หลังจากปลูกและเจริญเติบโตถึงทราบว่ามีการติดเชื้อ ในการที่จะลดปริมาณประชากรและลดกิจกรรมของเชื้อโรคพืชอันจะก่อให้เกิดโรคจนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจกับพืชโดยอาศัยสิ่งมีชีวิต เช่น จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ซึ่งมีกลไกหรือวิธีการเป็นศัตรูต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชอยู่ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย 1. การสร้างสาร

ปฏิชีวนะการสร้างผลิตผลจากกระบวนการเมแทโบลิซึมของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ซึ่งมักมีคุณสมบัติเป็นสารปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งหรือทำลายเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ 2. การแข่งขัน (competition) คือ การแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตสองหรือมากกว่าสองชนิดที่มาอยู่ร่วมกันในด้านต่าง ๆ เช่น ที่อาศัย แหล่งอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และสารที่จำเป็นต่อการเจริญ ตลอดจนก๊าซออกซิเจน 3. การเป็นเชื้อปรสิตและตัวห้ำ กรณีที่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ซึ่งเจริญอยู่ใกล้เคียงหรือบนส่วนของเชื้อโรคพืชเข้าทำลายเชื้อโรคพืชเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหาร หรือสารประกอบต่าง ๆ จากเชื้อโรคพืช 4. การชักนำให้พืชต้านทานต่อเชื้อโรคเป็นกลไกที่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ไปกระตุ้นให้ต้นพืชสร้างกลไกหรือสร้างสารต่าง ๆ ที่มีผลในการต่อต้านหรือยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคพืช กลไกดังกล่าวอาจเกิดจากสปอร์หรือเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์โดยตรง หรืออาจเกิดจากผลิตผลของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ตัวอย่างเช่น Sharma *et. al*. (2019) พบว่าเชื้อ *Klebsiella* spp. strain MBE02 เป็นเชื้อกลุ่ม PGPR ที่สามารถควบคุมเชื้อ*Aspergillus niger* และ *Aspergillus flavus* ในถั่วลิสงได้ โดยพบการแสดงออกของยีนในถั่วลิสง ได้แก่ *NPR1* และยีนที่เกี่ยวกับการสะสม JA และ ET เชื้อ *Bacillus amyloliquefaciens* สายพันธุ์ MBI600 สามารถชักนำภูมิต้านทานโรคในมะเขือเทศ พบว่ามีการสะสมสาร SA ในมะเขือเทศ (Sharma *et. al.,* 2019) เชื้อ *Bacillus* sp. CHEP5 กระตุ้นภูมิต้านทานต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรคโคนเน่าในถั่วลิสง ลดการเกิดโรคได้ 16.69 เปอร์เซ็นต์ (Figueredo *et al.,* 2017) เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* สายพันธุ์ CHAO สามารถกระตุ้นให้มะเขือเทศผลิต salicylic acid (SA) ซึ่งเป็นสารที่สำคัญต่อกระบวนการกระตุ้นให้เกิดความต้านทานในพืช จนพืชสามารถต้านทานการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne javanica* ทำให้ตัวอ่อนตาย และปริมาณไส้เดือนฝอยลดลงจนไม่ทำให้เกิดโรค (Siddiqui and Shaukat, 2004) เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีรายงานเกี่ยวกับความสามารถในการชักนำให้พืชต้านทานโรคมากที่สุดคือ เชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยพบว่าสามารถกระตุ้นการผลิตสาร phytoalexin ในพืชหรือผลิตสารเพื่อต้านทานการเข้าทำลายของเชื้อโรคพืชหลายชนิด เช่น เชื้อรา *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, *Colletotrichum graminicola* และ *Magnaporthe grisea* เชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli* และเชื้อไวรัส *Green-mottle mosaic virus* เป็นต้น (Harman *et al.,* 2004)

## อุปกรณ์และวิธีการ

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

ถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 เชื้อ *Bacillus subtilis* จำนวน 3 ไอโซเลต สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการศึกษาการเจริญเติบโตและชักนำภูมิต้านทาน เป็นต้น

**แบบและวิธีการทดลอง**

- ขั้นตอนที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งแต่ละกรรมวิธีออกเป็น 5 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 14 กรรมวิธี

- ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งแต่ละกรรมวิธีออกเป็น 10 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 4 กรรมวิธี

**วิธีปฏิบัติการทดลอง**

**1.ศึกษากลไกการชักนำภูมิต้านทานโรค**

เตรียมต้นถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 ในกระถางพลาสติกขนาด 10 นิ้ว โดยใช้ดินน้ำหนัก 10 กิโลกรัมต่อกระถาง เมื่อถั่วลิสงงอกมีอายุ 14 วัน ปลูกเชื้อไวรัสด้วยวิธีกลบริเวณตำแหน่งใบยอดจำนวน 3 ใบ (Reddy et. Al., 1995) ทำการพ่นเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ทุกสัปดาห์จำนวน 6 ครั้ง เก็บตัวอย่างสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 เพื่อตรวจปริมาณสารชีวเคมี กิจกรรมของเอนไซม์ และการแสดงออกของยีนต้านทานโรค โดยออกแบบการทดลองแบบ CRD แบ่งแต่ละกรรมวิธีออกเป็น 5 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 14 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 1 $OD_{600nm}$=1
กรรมวิธีที่ 2 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 2 $OD_{600nm}$ =1
กรรมวิธีที่ 3 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 3 $OD_{600nm}$ =1
กรรมวิธีที่ 4 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 1 $OD_{600nm}$ =10
กรรมวิธีที่ 5 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 2 $OD_{600nm}$ =10
กรรมวิธีที่ 6 cell suspension เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 3 $OD_{600nm}$ =10
กรรมวิธีที่ 7 50% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 1
กรรมวิธีที่ 8 50% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 2
กรรมวิธีที่ 9 50% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 3
กรรมวิธีที่ 10 100% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 1
กรรมวิธีที่ 11 100% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 2
กรรมวิธีที่ 12 100% culture filtrate เชื้อแบคทีเรียไอโซเลทที่ 3
กรรมวิธีที่ 13 normal control
กรรมวิธีที่ 14 disease control

**1.2 ตรวจกิจกรรมเอ็นไซม์**

เก็บตัวอย่างใบถั่วลิสงมาศึกษากลไกการชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ โดยตรวจสอบสภาวะเครียดออกซิเดชั่นและการต่อต้านภาวะการติดเชื้อ สารในกลุ่มความเครียด oxidation ได้แก่ กิจกรรมเอ็นไซม์ ascorbate peroxidase (APX), guaiacol peroxidase (GPX), hydrogen peroxide ($H_2O_2$) ปริมาณโปรตีนรวม ปริมาณสาร malondialdehyde (MDA) และปริมาณแป้ง

**1.2.1 เอนไซม์ Ascorbate Peroxidase (APX)**

การวัดกิจกรรมของเอนไซม์ Ascorbate Peroxidase โดยดัดแปลงวิธีการวัดมาจากวิธีของ Nakano and Asada (1981) โดยเก็บตัวอย่างใบถั่วลิสง น้ำหนัก 0.08 กรัม บดด้วยไนโตรเจนเหลว เติมสาร extraction buffer (HEPES buffer (pH 7.0) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดขนาด 1.5

มิลลิลิตร เขย่าให้สารผสมกัน แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำปฏิกิริยาโดย เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 760 ไมโครลิตร ตามด้วย 1mM EDTD ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ 5 mM ascorbate ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และเติมสารละลายส่วนใสที่ได้ ปริมาตร 30 ไมโครลิตรจากนั้นเติม 100 mM hydrogen peroxide ปริมาตร 10 ไมโครลิตร (เติมก่อนวัด) วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 290 นาโนเมตร ส่วน Blank คือ น้ำกลั่น บันทึกค่าดูดกลืนแสงที่เวลาเริ่มต้นที่ 0 และ 1 นาที

**1.2.2 เอนไซม์ Guaiacol Peroxidase (GPX)**

การวัดกิจกรรมของเอนไซม์ Guaiacol Peroxidase โดยดัดแปลงวิธีการวัดมาจากวิธีของ Ghamsari *et al.* (2007) โดยเก็บตัวอย่างใบถั่วลิสง น้ำหนัก 0.08 กรัม บดด้วยไนโตรเจนเหลว เติมสาร extraction buffer (GPX) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้สารผสมกัน แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำปฏิกิริยาโดย เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 830 ไมโครลิตร ตามด้วย 10x 60 mM potassium phosphate buffer (pH 6.1) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และ 28 mM guaiacol ปริมาตร 10 ไมโครลิตร เติมสารละลายส่วนใสปริมาตร 10 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 100 mM hydrogen peroxide ปริมาตร 50 ไมโครลิตร (เติมก่อนวัด) วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 470 nm ส่วน Blank คือ น้ำกลั่น บันทึกค่าดูดกลืนแสงที่เวลาเริ่มต้นที่ 0 และ 1 นาที

**1.2.3 สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์**

เก็บตัวอย่างใบถั่วลิสง น้ำหนัก 0.1 กรัม บดด้วยไนโตรเจนเหลว เติม 0.2 M perchloric acidปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่าง เขย่าให้สารผสมกัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ทำปฏิกิริยาโดยดูดส่วนใส่ปริมาตร 800 ไมโครลิตร ตามด้วยสาร 4 M KOH ปริมาตร 63 ไมโครลิตร เขย่าให้สารผสมกัน แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง วัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยใช้ชุด Kit (Hydrogen peroxide test Method: photometric Wassers toff peroxide-test) โดยเติมสาร Reagent 1 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร และสาร Reagent 2 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสารละลายส่วนใส ปริมาตร 13.4 ไมโครลิตร แล้วเขย่าสารผสมกัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง และบันทึกผลการทดลอง รายงานผลในหน่วย mg/L

**1.2.4 ปริมาณโปรตีนรวม**

เก็บตัวอย่างใบถั่วลิสง น้ำหนัก 0.08 กรัม บดด้วยไนโตรเจนเหลว เติม extraction buffer (0.25M NaCl ใน 0.05 M Sodium phosphate buffer (pH7.0)) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ทำปฏิกิริยาโดยนำสารละลายส่วนใสปริมาตร 20 ไมโครลิตร เติมลงในสารละลาย Bradford reagent ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร ส่วน Blank เติม extraction buffer ปริมาตร 20 ไมโครลิตร และสารละลาย Bradford reagent ปริมาตร 1,000

ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสงที่ 595 นาโนเมตร แล้วบันทึกค่าดูดกลืนแสง นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโปรตีนรวม โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานมาตรฐาน BSA (Bovine Serum Albumin) แสดงปริมาณโปรตีนในหน่วย mg / g FW

**1.2.5 ปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์**

การวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์โดยดัดแปลงวิธีการวัดมาจากวิธีของ Heath and Packer (1968) โดยเก็บตัวอย่างใบถั่วลิสง น้ำหนัก 0.1 กรัม บดให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว เติมสาร 0.1% TCA reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ดูดส่วนใสปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่หลอด 1.5 มิลลิลิตร แล้วเติมสาร TBA reagent [0.5% (w/v) TBA ใน 20% (w/v) trichloroacetic acid (TCA)] ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งปฏิกิริยาในการรวมตัวของ MDA และ TBA เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาโดยแช่ในน้ำแข็งทันทีเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร และ 600 นาโนเมตร โดยใช้ TBA reagent ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.1% TCA reagent 0.2 มิลลิลิตร เป็น blank นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณ MDA จากค่า Extinction coefficient = 155 $mM^{-1}cm^{-1}$ และแสดงปริมาณ MDA ในหน่วย nmole/ g FW

**1.3 ศึกษาการแสดงออกของยีนชักนำภูมิต้านทานโรค**

ตรวจวิเคราะห์การแสดงออกของยีนชักนำภูมิต้านทานโรค Pathogenesis-related proteins (PRs) ได้แก่ ยีน *PR 2e8* และ *PR 9e* (Maria *et. al.,* 2020) โดยเก็บตัวอย่างใบถั่วลิสงหลังจากพ่นเชื้อครั้งที่ 2, 4 และ 6 นำตัวอย่างมาสกัดอาร์เอ็นเอ ด้วยชุดสกัด GF-1 Total RNA Extraction kit (Vivantis, Malaysia) โดยมีวิธีการดังนี้ บดตัวอย่างให้ละเอียดเป็นผงด้วยไนโตรเจนเหลว จากนั้นเติมบัฟเฟอร์ TR 400 ไมโครลิตร ผสม (mix) ด้วย วอร์เท็ก (vortex) ให้เข้ากัน แล้วนำ ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นดูดส่วนใสข้างบนลงใน Homogenization column แล้วนำ ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 นาที ย้ายส่วนใสจากคอลัมน์ลงในหลอด 1.5 ไมโครลิตร และเติม 80 % ethanol 350 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยไมโครปิเปต ย้ายสารละลายลงใน RNA Binding Column และนำ ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นเติม wash buffer 500 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที ย่อยดีเอ็นเอ ด้วย DNase 170 ไมโครลิตร ลงใน RNA Binding Column ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเติม Inhibitor Removal Buffer 500 ไมโครลิตร แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที เทส่วนใสด้านล่างทิ้ง และเติม wash buffer 500 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที ปั่นคอลัมน์ให้แห้งที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นย้ายคอลัมน์ใส่หลอด 1.5 ไมโครลิตรหลอดใหม่ เติมน้ำที่ปราศจาก RNase 100 ไมโครลิตร แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 นาที และเก็บรักษาอาร์เอ็นเอที่ -80 องศาเซลเซียส

ตรวจความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ ของอาร์เอ็นเอด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ NanoDrop (Thermo Fisher Scientific, U.S.A.) จากนั้นนำอาร์เอ็นเอมาสังเคราะห์ cDNA ด้วย Thermo Scientific RevertAid First strand cDNA Synthesis kit โดยเตรียมส่วนผสมอาร์เอ็นเอและไพรเมอร์ ซึ่งประกอบด้วย อาร์เอ็นเอ 1 ไมโครกรัม ไพรเมอร์ชนิด Oligo $d(T)_{18}$ ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 1 ไมโครลิตร และ Nuclease-free water จนได้ปริมาตรสุดท้าย เป็น 12 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ด้วยเครื่องพีซีอาร์ เตรียมส่วนผสมปริมาตร 8 ไมโครลิตร ที่ประกอบด้วย 1x Reaction Buffer, 1U RiboLock RNase Inhibitor, 10 mM dNTP mix และ 10U Revert Aid M-MuLV reverse transcriptase จากนั้นเติมส่วนผสมอาร์เอ็นเอและไพรเมอร์ ที่เตรียมไว้ ปริมาตร 12 ไมโครลิตร ลงในหลอดพีซีอาร์ข้างต้น โดยทำปฏิกิริยาในปริมาตรทั้งหมด 20 ไมโครลิตร และนำไปสังเคราะห์ cDNA ในเครื่องพีซีอาร์ โดยอุณหภูมิและจำนวนรอบที่ใช้ทำปฏิกิริยาเพื่อสังเคราะห์ cDNA ประกอบด้วย 1) ขั้นตอน Pre-heating ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จำนวน 1 รอบ 2) ขั้นตอน Incubation ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส 11 เป็นเวลา 60 นาที จำนวน 1รอบ 3) ขั้นตอน Heating ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 1 รอบ เก็บรักษา cDNA ไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ศึกษาการแสดงออกของยีน

**3.1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR** ส่วนผสมในการทำปฏิกิริยาและขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอส่วนประกอบในปฏิกิริยาพีซีอาร์ 15 ไมโครลิตรต่อหนึ่งหน่วยตัวอย่าง มีดังนี้ 1x PCR buffer A (500mM KCl, 100mM Tris-HCl (pH 9.1 ที่ 20 องศาเซลเซียส) และ 0.1% Triton™ X-100 (Vivantis, Malaysia), 0.2 µM dNTP, 1.5 mM $MgCl_2$, ไพรเมอร์ ความเข้มข้น 0.5 µM, Taq DNA polymerase (Vivantis) ความเข้มข้น 10 หน่วยต่อหนึ่งหน่วยปฏิกิริยา และดีเอ็นเอ 150 นาโนกรัม ผสมสารละลายให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำเข้าเครื่อง Applied Biosystems™ Veriti™ 96-Well Fast Thermal Cycler หลังเสร็จสิ้นแล้วจะเช็คผลด้วย Gel electrophoresis เตรียมเจลที่ความเข้มข้น 1.5 กรัม ใน 0.5 Tris-Borate-EDTA (TBE) buffer, pH 8.3 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำ ไปละลายให้เข้ากันด้วยไมโครเวฟ แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อุ่น จากนั้นเทเจลลงในถาดเจลที่เตรียมไว้แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เจลแข็งตัวเป็นเวลา 45 นาที แล้วนำเจลที่ได้ไปใส่ในเครื่อง Electrophoresis Horizontal (Number 1 2 3 and 4) ยี่ห้อ i-My Run รุ่น i-My Run N ที่เติม 0.5 Tris-Borate-EDTA (TBE) buffer, pH 8.3 เรียบร้อยแล้ว จากนั้นดึงหวีออก แล้วจึงโหลด Marker ลงในเจลหลุมช่องแรก และตามด้วยโหลดตัวอย่าง โดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าในการแยกขนาดดีเอ็นเอที่ 100 โวลต์ เป็นเวลา 45 นาที

**3.2 การตรวจปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค real-time PCR** ส่วนผสมในการทำปฏิกิริยาและขั้นตอนการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอส่วนประกอบในปฏิกิริยาพีซีอาร์ 15 ไมโครลิตรต่อหนึ่งหน่วยตัวอย่าง มีดังนี้ 1x PCR buffer A (500mM KCl, 100mM Tris-HCl (pH 9.1 ที่ 20 องศาเซลเซียส) and 0.1% Triton™ X-100 (Vivantis, Malaysia), 0.2 µM dNTP, 1.5 mM $MgCl_2$, ไพรเมอร์ความเข้มข้น 0.5

μM, Taq DNA polymerase (Vivantis) ความเข้มข้น 10 หน่วยต่อหนึ่งหน่วยปฏิกิริยา ดีเอ็นเอ 150 นาโนกรัม และ 0.17 mM SYTO 9 ผสมสารละลายให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำเข้าเครื่อง LightCycler® 480 Instrument PCR (LightCycler® 480, Germany) ใช้ยีน Actin เป็นยีนอ้างอิงวิเคราะห์การแสดงออกของยีนแบบสัมพัทธ์ (relative expression) ด้วยวิธี ΔΔCt (Livak และ Schmittgen, 2001) จากสมการ Ratio = $2^{-\Delta\Delta^{\Delta Ct}}$

โดย ΔΔCt = $(Ct\ Target - reference)_{sample}$ - $(Ct\ Target - reference)_{calibrator}$

**2. ศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตและควบคุมโรคยอดไหม้**

ปลูกถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 ในกระถางพลาสติกขนาด 17 นิ้ว โดยใช้ดินน้ำหนัก 20 กิโลกรัมต่อกระถาง เมื่อถั่วลิสงงอกได้อายุ 14 วัน ปลูกเชื้อไวรัสด้วยวิธีกลบริเวณตำแหน่งใบยอดจำนวน 3 ใบ (Reddy et. Al., 1995) พ่นสารแขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ทุกสัปดาห์ โดยออกแบบการทดลองแบบ CRD แบ่งแต่ละกรรมวิธี ออกเป็น 10 ซ้ำ ซึ่งประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 cell suspension เชื้อ *B. subtilis* No.1 $OD_{600nm}$=1

กรรมวิธีที่ 2 50% culture filtrate เชื้อ *B. subtilis* No.1

กรรมวิธีที่ 3 normal control

กรรมวิธีที่ 4 disease control

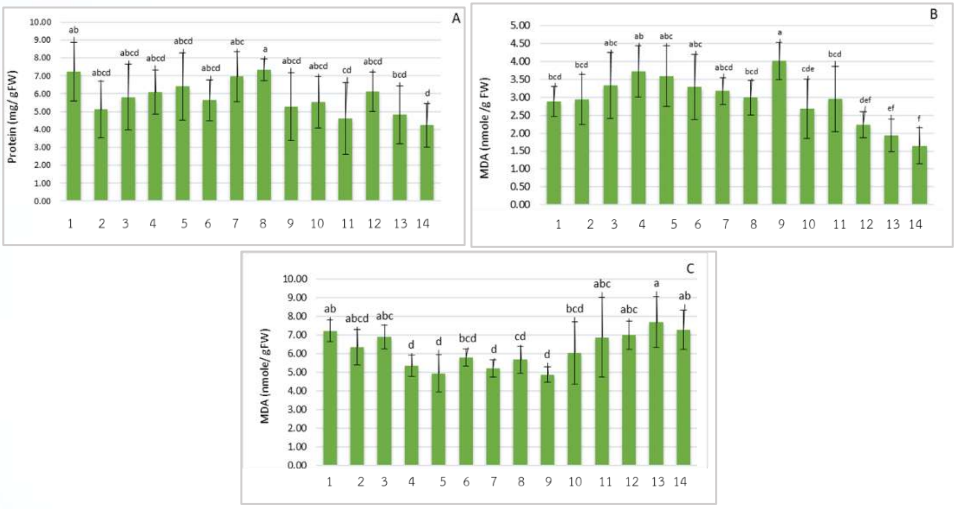
**บันทึกผลการทดลอง**

- การเจริญเติบโต
- ปริมาณเชื้อไวรัส
- การแสดงออกของยีน

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

จากการศึกษากลไกการชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 โดยตรวจสอบสภาวะเครียดออกซิเดชันและการต่อต้านภาวะติดเชื้อ เช่น สารมาลอนไดแอลดีไฮด์ หากมีระดับที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจะบ่งชี้ถึงการมีภาวะ Oxidative stress เกิดขึ้น ในใบถั่วลิสงหลังการพ่นเชื้อครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำกรองเชื้อ *B.subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% มีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์สูงที่สุด เท่ากับ 7.67 nmole g $FW^{-1}$ รองลงมาคือ การพ่นด้วยเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B.subtilis* No. 2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และพ่นด้วยน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 100% ซึ่งมีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์เท่ากับ 7.34 และ 7.32 nmole g $FW^{-1}$ ตามลำดับ แต่ในกลุ่มควบคุม พบว่า มีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.98 nmole g $FW^{-1}$ (ภาพที่ 1A) และเมื่อพ่นเชื้อครบจำนวน 4 ครั้ง พบว่า ปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ในกรรมวิธีที่ได้รับการพ่นเชื้อด้วยน้ำกรองเชื้อ *B.subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% และ น้ำกรองเชื้อ *B.subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 มีปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 และ 3.59 nmole g $FW^{-1}$

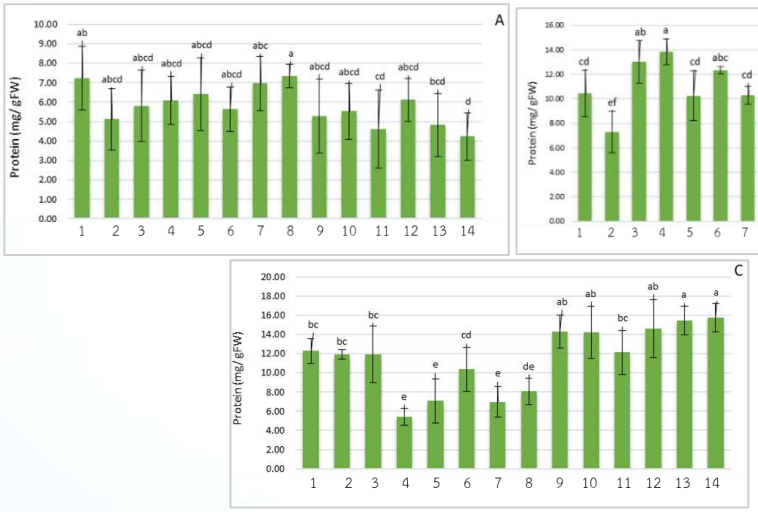
ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.95 และ 1.65 nmole g $FW^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 1B) แต่เมื่อพ่นเชื้อครบ 6 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี อื่นๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.69 และ 7.29 nmole g $FW^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีพ่นน้ำกรองเชื้อเชื้อ *B.subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 มีปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์ลดลง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.88 และ 4.94 nmole g $FW^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 1C)




**ภาพที่ 1** ปริมาณสาร Malondialdehyde หลังพ่นเชื้อ *B. subtilis* สัปดาห์ที่ 2 4 และ6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3,13: normal control and14: disease control.

หลังการพ่นเชื้อครบ 2 ครั้ง พบว่า ปริมาณโปรตีนรวมในใบถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในกรรมวิธีพ่นด้วยน้ำกรองเชื้อเชื้อ *B.subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B.subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 และน้ำกรองเชื้อ *B.subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% มีปริมาณโปรตีนรวมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.49, 7.23 และ 6.96 mg g $FW^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณโปรตีนรวมต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 และ 4.23 mg g $FW^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2A) นอกจากนี้ การพ่นเชื้อครั้งที่ 4 พบว่า การพ่นน้ำกรองเชื้อ *B.subtilis* No.3 ความเข้มข้น 100% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B.subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 ทำให้ปริมาณโปรตีนรวมในใบถั่วลิสงมีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.01 และ 13.84 mg g $FW^{-1}$ ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธีพ่นน้ำกรอง

เชื้อ *B.subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B.subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 ทำให้ปริมาณโปรตีนรวมในใบถั่วลิสงมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 และ 7.28 mg g $FW^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2B) เมื่อพ่นเชื้อครบ 6 ครั้ง พบว่า กรรมวิธีควบคุมปริมาณโปรตีนรวมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.42 และ 15.76 mg g $FW^{-1}$ ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่พ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 มีปริมาณโปรตีนรวมลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.40 mg g $FW^{-1}$ เมื่อเกิดสภาวะ Oxidative stress ขึ้นภายในเซลล์และเนื้อเยื่อจากเชื้อสาเหตุโรค ส่งผลกระทบต่อเซลล์ใน ตำแหน่งต่างๆ เช่น เข้าทำลายผนังซึ่งเป็นองค์ประกอบของเมมเบรนและเป็นสารชีวโมเลกุลที่ไวต่อการถูกออกซิไดส์จะเกิดการก่อกลายพันธุ์ของดีเอนเอ (DNA mutation) และการทำลายสภาพโปรตีน (Protein oxidation) ส่งผลให้เซลล์เนื้อเยื่อเซลล์เมมเบรน หรือเซลล์ต่างๆของ พืชได้รับการบาดเจ็บและถูกทำลายต่อไป (ภาพที่ 2C)

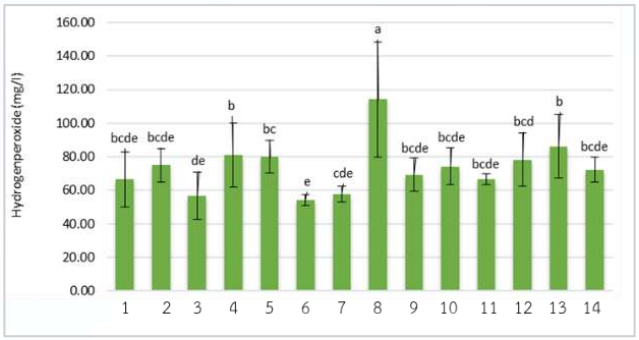



**ภาพที่ 2** ปริมาณโปรตีนในใบถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ *B. subtilis* สัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50%

จากการพ่นเชื้อครบ 2 ครั้ง พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในใบถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 มีค่าแตกต่างกัน โดยการพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 50% ทำให้มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในใบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.17 mg/L รองลงมาคือ กรรมวิธีควบคุมและ การพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B.subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86.13 และ 81.00 mg/L ตามลำดับ นอกจากนี้การพ่นเชื้อทำให้ปริมาณเอนไซม์ Ascorbate Peroxidase (APX), Guaiacol Peroxidase (GPX) และปริมาณแป้งในใบถั่วลิสงมีค่าแตกต่างกัน โดยการพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% ทำให้มีปริมาณเอนไซม์ APX สูงเมื่อ

เปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 และ 2.10 µmol ascorbate (mg protein)$^{-1}$ min$^{-1}$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังทำให้มีปริมาณเอนไซม์ GPX เท่ากับ 3.88 และ 4.12 ΔA470 (mg protein)$^{-1}$min$^{-1}$ ตามลำดับแต่การพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น 100% ทำให้มีปริมาณเอนไซม์ GPX สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 ΔA470 (mg protein)$^{-1}$min$^{-1}$ ส่วนการพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 และ disease control ส่งผลให้มีปริมาณแป้งสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.02, 5.33 และ 4.52 mg g FW$^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

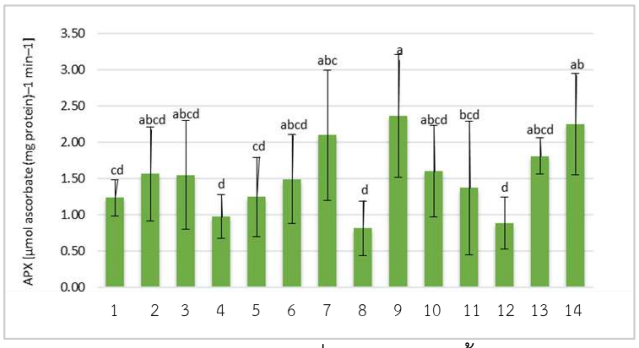
จากการพ่นเชื้อครั้งที่ 4 พบว่า การพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และ เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 น้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No. 2 ความเข้มข้น 100% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 ทำให้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกลุ่มอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.00, 61.90 และ 60.50 mg/l ตามลำดับ แต่ในกลุ่มที่ฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 พบว่ามีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.50 mg/l แต่หลังจากฉีดพ่นเชื้อครั้งที่ 6 พบว่ามีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่แตกต่างกันทั้ง 14 กรรมวิธี แต่ในกรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และ เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น 100% มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.70 และ 70.10 mg/l ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 100% มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.60 mg/l โดยเมื่อพืชได้รับความเครียดจากสาเหตุโรคจะสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดส์และเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย ผลิตอย่างต่อเนื่องในกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอนที่ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ การเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคจะสร้างการเสื่อมสภาพของพืช พบว่า การชักนำการเสื่อมสภาพเกิดขึ้นพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในพืช (ภาพที่ 3)



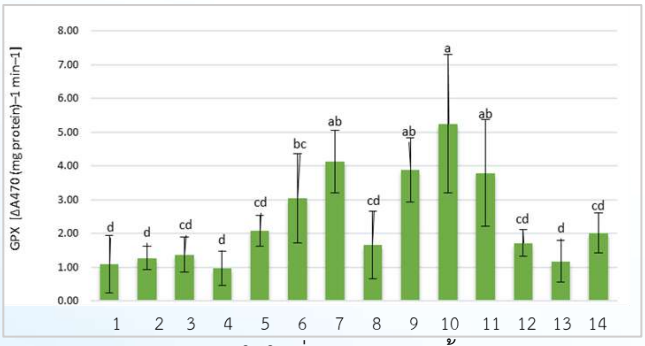

**ภาพที่ 3** ปริมาณ of Hydrogen peroxide ในใบถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ *B. subtilis* สัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 spraying with *B. subtilis.* (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3,13: normal control and14: disease control.

หลังการพ่นเชื้อครั้งที่ 4 และ 6 พบว่า การพ่นเชื้อ *B. subtilis* ทำให้ปริมาณเอนไซม์ Ascorbate Peroxidase (APX) และ Guaiacol Peroxidase (GPX) ในใบถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยสาร APX และ GPX มีคุณสมบัติในการทำลายพิษของ $H_2O_2$ ให้หมดไป (Halliwelland Gutteridge, 1998) นอกจากนี้เอนไซม์ทั้งสองยังสามารปกป้องเซลล์จากการเกิด lipid peroxidation (LPO) เกิดขึ้น ซึ่ง LPO ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพหรือเสียสภาพของ cell membrane ซึ่งการพ่นเชื้อครั้งที่ 4 พบว่า การพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% ส่งผลให้ปริมาณเอนไซม์ APX มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.29 และ 2.05 µmol ascorbate (mg protein)$^{-1}$ min$^{-1}$ ตามลำดับ ขณะที่การพ่นเซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 ส่งผลให้มีปริมาณเอนไซม์ APX ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 µmol ascorbate (mg protein)$^{-1}$ min$^{-1}$ นอกจากนี้ยังพบว่าการพ่นเชื้อครบ 6 ครั้ง เมื่อฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลทที่ 2 ความเข้มข้น 50%, น้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% และเซลล์แขวนลอยเชื้อ เชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1) ทำให้มีปริมาณเอนไซม์ APX สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27, 2.98 และ 2.40 µmol ascorbate (mg protein)$^{-1}$ min$^{-1}$ ตามลำดับ แต่การพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 100% ทำให้มีปริมาณเอนไซม์ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกกรรมวิธีอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 µmol ascorbate (mg protein)$^{-1}$ min$^{-1}$ การพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลทที่ 2 ความเข้มข้น 100% และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 100% ครบ 4 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเอนไซม์ GPX มีค่าสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ

กรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.34 และ 3.41 ΔA470 (mg protein)$^{-1}$min$^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 3) และนอกจากนี้การพ่นเชื้อครั้งที่ 6 พบว่า เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.3 ความเข้มข้น 50% ทำให้ปริมาณเอนไซม์ GPX มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.11, 3.66 และ 3.14 ΔA470 (mg protein)$^{-1}$min$^{-1}$ ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณเอนไซม์ GPX ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 และ 1.34 ΔA470 (mg protein)$^{-1}$min$^{-1}$ ตามลำดับ หลังการพ่นเชื้อครั้งที่ 4 และ 6 (ภาพที่ 4 และ 5)

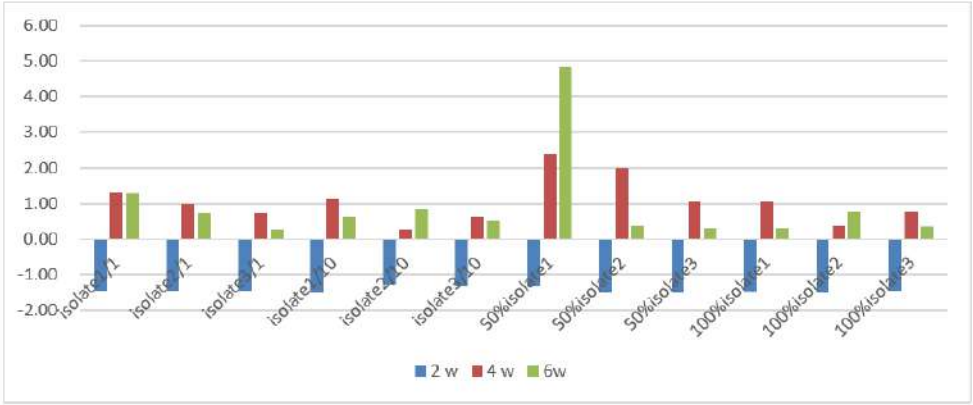



**ภาพที่ 4** ปริมาณ Ascorbate Peroxidase (APX) ในใบถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ *B. subtilis* สัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3,13: normal control and14: disease control.

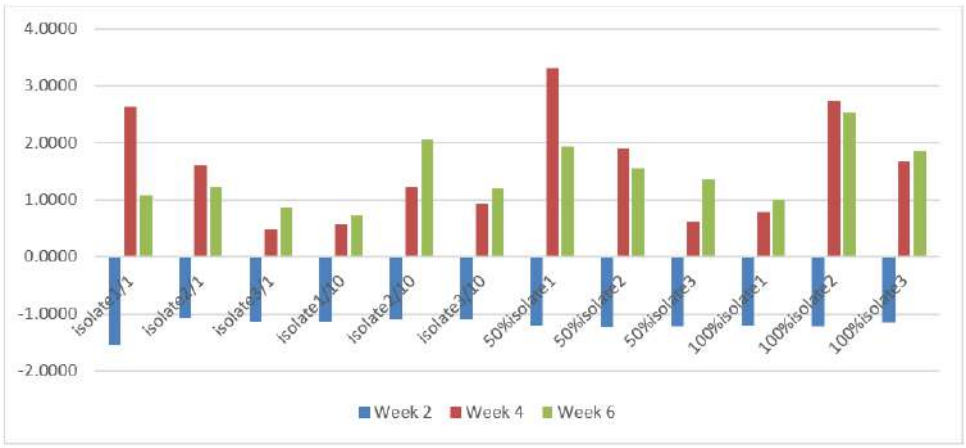



**ภาพที่ 5** ปริมาณ Guaiacol peroxidase (GPX) ในใบถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ *B. subtilis* สัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3,13: normal control and14: disease control.

การวิเคราะห์การแสดงออกของยีน *PR-2e8* ในตัวอย่างใบถั่วลิสง พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 หลังจากพ่นเชื้อแบคทีเรีย ในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างใบถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ สัปดาห์ที่ 2 ยังไม่มีการแสดงออกของยีน *PR-2e8* จนกระทั้งสัปดาห์ที่ 4 พบการแสดงออกของยีนที่สูงในตัวอย่างกรรมวิธีที่ฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 สูงที่สุด รองลงมาเป็นกรรมวิธีที่ฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 50% และกรรมวิธีที่พ่น และพบการแสดงออกของยีนที่สูงที่สุดใน กรรมวิธีที่พ่นด้วยน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% สัปดาห์ที่ 6 ส่วนกรรมวิธีอื่นมีแนวโน้มลดลง ส่วนการแสดงออกของยีน *PR-9e* ในตัวอย่างถั่วลิสง พันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6 หลังจากพ่นเชื้อแบคทีเรีย ในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างถั่วลิสง หลังพ่นเชื้อในสัปดาห์ที่ 2 ยังไม่มีการแสดงออกของยีน *PR-3g4* จนกระทั้งสัปดาห์ที่ 4 พบการแสดงออกของยีนที่สูงในตัวอย่างในกรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% สูงที่สุด รองลงมากรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% และกรรมวิธีที่พ่นสารแขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 1 ในสัปดาห์ที่ 6 กรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น 100% การแสดงออกของยีนที่สูงที่สุด รองลงมา คือ กรรมวิธีที่พ่นสารแขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.2 ความเข้มข้น OD เท่ากับ 10 และ กรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความเข้มข้น 50% การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างยีน *PRs* และความต้านทานในพืชระหว่างที่พืชพันธุ์ต้านทานเชื้อโรคจะมีการสะสมยีน *PRs* ในปริมาณมากกว่าพืชพันธุ์ที่อ่อนแอหลายเท่าและในพืชที่มีความต้านทานสูงอยู่แล้วในธรรมชาติมักจะมีการแสดงออกของยีน *PRs* ในระดับสูง (ภาพที่ 6 และ 7)




**ภาพที่ 6** การแสดงออกของยีน *PR-2e8* ในถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3




**ภาพที่ 7** การแสดงออกของยีน *PR-9e* ในถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 (1: cell suspension No.1 $OD_{600nm}$=1, 2: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =1,3: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =1, 4: cell suspension No. 1 $OD_{600nm}$ =10, 5: cell suspension No. 2 $OD_{600nm}$ =10, 6: cell suspension No. 3 $OD_{600nm}$ =10, 7: 50% culture filtrate No.1, 8: 50% culture filtrate No.2, 9: 50% culture filtrate No.3, 10: 100% culture filtrate No.1, 11: 100% culture filtrate No.2, 12: 100% culture filtrate No.3

การพ่นเชื้อ *B. subtilis* No.1 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วลิสงอายุสัปดาห์ที่ 7 พบว่า กรรมวิธีที่เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีความสูง 27.76 เซนติเมตร รองลงเป็นกรรมวิธีที่ฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความสูง 25.69 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นเชื้อมีความสูง 22.76 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ทรงพุ่มของต้นถั่วลิสงกรรมวิธีที่เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีความสูง 28.75 เซนติเมตร รองลงเป็นกรรมวิธีที่พ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 ความสูง 26.69 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่พ่นเชื้อมีความสูง 21.06 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ของต้นถั่วลิสงในสัปดาห์ที่ 7 กรรมวิธีที่ฉีดพ่นเชื้อ เซลล์แขวนลอยเชื้อ *B. subtilis* No.1 มีปริมาณคลอโรฟิลด์สูงที่สุด คือ 47.00 มก./ตร.ซม. รองลงมากรรมวิธีที่ฉีดพ่นน้ำกรองเชื้อ *B. subtilis* No.1 มีปริมาณคลอโรฟิลด์ คือ 46.10 มก./ตร.ซม. เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใช้เชื้อมีปริมาณคลอโรฟิลด์ คือ 34.45มก./ตร.ซม. มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ผลการใช้เชื้อแบคทีเรียทดสอบกับถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 หลังจากการปลูกเชื้อไวรัส พบว่า เมื่อใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* No.1 ในรูปแบบการพ่นทุกสัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้ถั่วลิสงที่ติดเชื้อไวรัสสาเหตุโรคยอดไหม้ โดยปริมาณเชื้อเริ่มต้นอยู่ที่ $10^2$ copies/ไมโครลิตร อยู่ในระดับที่สามารถทำให้แสดงอาการของโรคยอดไหม้ได้ ผลจากการใช้เชื้อแบคทีเรียพ่นทุกสัปดาห์จำนวน 6 ครั้ง ไม่พบการเพิ่มปริมาณเชื้อไวรัสและยังทำให้ถั่วลิสงไม่แสดงอาการของโรค โดยมีปริมาณเชื้อประมาณ 1.6 x $10^2$ copies/ไมโครลิตร อยู่ในระดับที่ไม่ทำให้ถั่วลิสงเกิดความเสียหายเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อไวรัส (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ประสิทธิภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและส่งเสริมการเจริญเติบโตถั่วลิสงพันธุ์ กวก.ขอนแก่น 6

| กรรมวิธี | PBNV (copy number /µl) | ความสูง (ซ.ม.) | ทรงพุ่ม (ซ.ม.) | ปริมาณคลอโรฟิลด์ (mg/g FW) | นน.ฝักสด (กรัม) | นน.ฝักแห้ง (กรัม) | จำนวนฝักต่อกระถาง | นน. 100 เมล็ด |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.Healthy control | 0.00 | 23.76 a | 24.63b | 44.28a | 62.68bc | 25.4bc | 27.00b | 124.30c |
| 2. ปลูกเชื้อ PBNV + culture filtrate of BS No.1 | $5.98x10^2$ | 25.69 a | 26.75a | 47.00a | 79.95ab | 35.30ab | 33.30a b | 143.20ab |
| 3.ปลูกเชื้อ PBNV + cell suspension of BS No.1 | $1.60x10^2$ | 27.76 a | 26.75a | 47.25a | 95.13a | 48.87a | 40.20a | 161.10a |
| 4. ปลูกเชื้อ PBNV | $8.56x10^5$ | 22.76 b | 21.06c | 34.45b | 52.61c | 20.53c | 21.80b c | 91.10bc |
| C.V. (%) | - | 11.13 | 5.45 | 6.17 | 17.67 | 24.50 | 25.81 | 17.22 |

ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (ตัวพิมพ์เล็ก) แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

## สรุปผลการทดลอง

การศึกษากลไกการชักนำภูมิต้านทานโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงหลังพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* พบว่า มีปริมาณสารชีวเคมีและกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มขึ้น เช่น ปริมาณสารมาลอนไดแอลดีไฮด์ ปริมาณโปรตีนรวม ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณเอนไซม์ Guaiacol Peroxidase (GPX) และปริมาณแป้งเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสารเคมีเหล่านี้สร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันและรักษาการทำลายของเซลล์พืชจากสิ่งมีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิตหลังจากการพ่น *Bacillus subtilis* สอดคล้องกับยีน Pathogenesis-related proteins (*PRs*) ได้แก่ ยีน *PR-2e8* และ *PR-9e* มีการแสดงออกของยีนหลังพ่นด้วยเซลล์แขวนลอยและน้ำกรองเชื้อ *Bacillus subtilis* No.1 โดยเชื้อ *Bacillus subtilis* No.1 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบให้ถั่วลิสงได้ทั้งด้านการเจริญด้านความสูง ทรงพุ่ม ปริมาณคลอโรฟิลด์ สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตและสามารถควบคุมปริมาณเชื้อไวรัสให้อยู่ในระดับไม่ก่อให้เกิดความเสียได้ โดยในอนาคตอาจเป็นแนวทางในการควบคุมโรคและส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ในเวลาเดียวกัน

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

กุหลาบ สุตะภักดี และจิรวัฒน์ สนิทชน. 2551. พันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อเพลี้ยไฟในถั่วลิสง.การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่10 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรยุทธ ศิริชุมพันธ์ และมณี หาชานนท์. 2557. ผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงขนาดเมล็ดปานกลางเพื่อทนทานโรคยอดไหม้. รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปี 2557. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร.

Figueredo, M.S., Tonell, M.L., Ibanez, F., Morla, F., Cerioni, G., Carrmen, T. D. and Fabra M., 2017. Induced systemic resistance and symbiotic performance of peanut plants challenged with fungal pathogens and co-inoculated with the biocontrol agent *Bacillus* sp. CHEP5 and *Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144. Microbiol Res 197: 65-73.

Ghamsari L., Keyhani E., and Golkhoo S., 2007. Kinetics properties of guaiacol peroxidase activity in Crocus sativus L. Corm during rooting. Iran. Biomed. J., 1, 137-146.

Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. 1988 Free Radicals in Biology and Medicine. 3rd Ed., Oxford University.

Harman, G. E., C.R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nat. Rev. Microbiol. 2, 43–56.

Heath, R.L., Packer, L. 1968. Photo peroxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives in Biochemistry and Biophysics.125:189–198.

Livak, K.J. and T.D. Schmittgen. 2001. Analysis of relative gene expression data using realtime qualitative PCR and the 2−**ΔΔ**CT method. Methods 25(4): 402-408.

Maria, L.I., Danielle, C. G., Adriana, B. C., Luis A. B., Laura, P.F.,3 Paul D. F.,3 and Linda L. W. 2020. Genome-wide analyses of cassava Pathogenesis-related (PR) gene families reveal core transcriptome responses to whitefly infestation, salicylic acid and jasmonic acid. Journal of BMC Genomics. 21:93.

Nakano, Y, and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol 22: 867-880. Enzymology.2:764-775.

Reddy, D.V.R., Buiel, A.A.M., Satyanarayana, T.,Dwivedi, S.L., Reddy, A.S., Ratan, A.S., Rao,G.V., Naidu, R.A. and Wightman, J.A. 1995. Peanut bud necrosis disease: An overview. Proc. Of Recent Studies on Bud Necrosis Disease, ICRISAT, Patancheru, India, March 20, 1995.p3-7.

Sharma D., A. Garg, M. Kumar, A.U. Khan. 2019. Proteome profiling of carbapenem-resistant *K. pneumoniae* clinical isolate (NDM-4): exploring the mechanism of resistance and potential drug targets. J. Proteomics 200:102–110.

Sharma D., L. Misba, A.U. Khan. 2019. Antibiotics versus Biofilm: an emerging battleground in microbial communities. Antimicrob. Resist. Infect. Control 8:76.

Siddiqui, I.A. and S.S. Shaukat. 2004. *Trichoderma harzianum* enhances the production of nematocidal compounds *in vitro* and improves biocontrol of *Meloidogyne javanica* by *Pseudomonas fluorescens* in tomato. Letters in Applied Microbiology 38:169– 175.

# การประเมินปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินในเมล็ดงา

# Evaluation of Sesamin and Sesamolin Contents in Sesame Seeds

**สาคร รจนัย[1/] จุไรรัตน์ หวังเป็น[1/] มลุลี สิทธิษา[1/] สมหมาย วังทอง[1/]**

**Sakorn rodjanai[1/] Jurairat Wongpen[1/] Malulee Sittisa[1/] Sommai Wongthong[1/]**

## ABSTRACT

This research aims to evaluate the contents of sesamin and sesamolin in sesame seeds. The experimental design was planned Completely Randomized Design (CRD), with three replications, twenty treatments. These treatments included certified varieties, indigenous varieties and foreign varieties, evaluated during the dry season and late rainy season of 2022 at the Ubon Ratchathani Field Crops Research Center. The contents of sesamin and sesamolin had a significantly difference in the dry season and late rainy season. Sesamin levels ranged from 0.66-5.90 mg/g and sesamolin level ranged from 0.43-1.69 mg/g. The variety “Kao Laos” found the highest average of sesamin and sesamolin contents at 5.90 and 1.69 mg/g, respectively. While, The variety “Kao Loei” showed the average of sesamin and sesamolin contents of 5.78 and 1.34 mg/g. respectively.

**Keywords**: Sesame, Sesamin, Sesamolin, Improve Varieties

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินในเมล็ดงา วางแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ 20 กรรมวิธี ประกอบด้วยเมล็ดงาพันธุ์รับรอง พันธุ์พื้นเมือง และสายพันธุ์จากต่างประเทศ จำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ดำเนินการในฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน ปี 2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี พบว่าปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน โดยปริมาณสารเซซามินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.66-5.90 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนสารเซซาโมลินเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 0.43-1.69 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาว มีปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.90 และ 1.69 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ขณะที่งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลย ซึ่งเป็นงาพันธุ์พื้นเมือง

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 264 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[1/] Ubonratchathani Field Crops Research Center. 264 M.12, Tha Chang, Sawang Wirawong, Ubonratchathani 34190

ของประเทศไทยมีปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินเฉลี่ยใกล้เคียงกับงาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาว ซึ่งมีปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินเฉลี่ย 5.78 และ 1.34 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ

**คำหลัก** : งา เซซามิน เซซาโมลิน การปรับปรุงพันธุ์งา

## บทนำ

สารเซซามิน และสารเซซาโมลิน เป็นสารลิกแนนที่ละลายในน้ำมัน เป็นสารโมเลกุลต่ำซึ่งมีอยู่ในปริมาณไม่สูงมากนักในเมล็ดงา แต่มีความสำคัญมากในองค์ประกอบของงา สำหรับสารเซซามินพบในพืชชนิดอื่นๆ ด้วย แต่สารเซซาโมลินเท่าที่มีรายงานพบว่ามีในงาเท่านั้น และสารเซซาโมลินมีคุณสมบัติที่ต้านทานการเกิดออกซิเดชันได้ดี (วาสนา, 2550) นอกจากนี้ สารเซซามิน และเซซาโมลินยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณสมบัติที่ช่วยต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งได้ (Annussek, 2004) โดยเมล็ดงาสีต่างๆ มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันโดยที่ปริมาณสารเซซามินในเมล็ดงาที่สีอ่อนมีปริมาณมากกว่าเมล็ดสีเข้ม นอกจากนั้น ปัจจัยที่สำคัญต่อองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดงาคือสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในระหว่างการพัฒนาของเมล็ด ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความยาววัน ความเข้มแสง และความชื้น เป็นต้น (Tashiro, 1997) การปรับปรุงพันธุ์งาให้มีปริมาณสารเซซามินและสารเซซาโมลินสูงก็เป็นอีกแนวทางที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพของงาให้ดียิ่งขึ้น และตรงตามความต้องการของตลาด สอดคล้องกับแนวทางของ Yasumoto and Katsuta (2006) รายงานว่า สายพันธุ์ Gomazou ซึ่งได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ สายพันธุ์ H65 ที่มีลิกแนนสูง จากประเทศจีน และToyama 016 หรือ Aichi Shiro มีขนาดเมล็ดโต จากประเทศเปรู พบว่า ลูกผสม Gomazou มีปริมาณเซซามินและเซซาโมลิน สูงกว่าพันธุ์ Masekin ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ผลผลิตสูง และเป็นที่นิยมในท้องตลาด

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการประเมินปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินในเมล็ดงา และคัดเลือกพันธุ์/สายพันธุ์งาที่มีปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินสูง เพื่อใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์งาของกรมวิชาการเกษตรต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

- เมล็ดงาพันธุ์รับรอง พันธุ์พื้นเมือง และสายพันธุ์จากต่างประเทศ จำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ได้แก่ งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลย งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาว งาขาวพันธุ์พม่า งาแดงพันธุ์พม่า งาดำพันธุ์พม่า งาดำพันธุ์แม่ฮ่องสอน งาดำพันธุ์บุรีรัมย์ งาดำพันธุ์โขงเจียม งาแดงพันธุ์พื้นเมือง งาดำพันธุ์ไซแอนด์ งาขาวสายพันธุ์ 1438 งาขาวสายพันธุ์ PI 436600 งาขาวสายพันธุ์ WL9 งาขาวพันธุ์ C-plus 1 งาขาวสายพันธุ์ Y-7 งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 1 งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 งาขาวพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 และงาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3
- สารเคมีป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูงา

- ปุ๋ยเคมีเกรด 16-16-8

- วัสดุอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว

- สารเคมี ได้แก่ เมทานอล สารมาตรฐานเซซามิน และสารมาตรฐานเซซาโมลิน

- เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนัก ตู้อบตัวอย่าง เครื่องบดตัวอย่างเครื่องผสมสารละลาย เครื่องหมุนเหวี่ยง และเครื่อง Sonicator

- วัสดุต่างๆ ได้แก่ หลอดฝาเกลียวสำหรับเก็บตัวอย่าง กระดาษกรอง แผ่นพาราฟิน กระบอกน้ำกลั่น

**วิธีการ**

- วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ 20 กรรมวิธี คือเมล็ดงา 20 พันธุ์/สายพันธุ์

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) การเตรียมตัวอย่างเมล็ดงา

ฤดูแล้ง และฤดูฝน ปลูกงาพันธุ์รับรองและพันธุ์พื้นเมือง รวมทั้งสิ้น 20 สายพันธุ์ ขนาดแปลงย่อย 4x6 เมตร ใช้ระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร โรยเมล็ดในแถวบางๆ แล้วกลบ หลังจากนั้นเมื่องางอกแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ ทำการถอนแยกให้ต้นงาห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร และเมื่องาอายุประมาณ 15-20 วันหลังงอก ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 16-16-8 อัตรา 25 กิโลกรัม/ไร่ ป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูงาเมื่อมีการระบาดตามคำแนะนำ เก็บเกี่ยวงาเมื่อมีฝักงาบนต้นสุกแก่ เปลี่ยนเป็นฝักสีเหลืองประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของฝักบนต้นงา ตากให้แห้งกะเทาะเมล็ด และคัดเมล็ดที่สมบูรณ์แยกแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์

2) การสกัดตัวอย่าง

การสกัดตัวอย่าง ดัดแปลงวิธีการของ Rangkadilok et al. (2010) โดยบดตัวอย่างเมล็ดงาให้ละเอียด และชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม เติมสารละลายเมทานอล ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย เครื่อง vortex เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นนำตัวอย่างไปสกัดด้วยเครื่อง sonicator เป็นเวลา 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และสารสกัดชั้นบนจะถูกแยกออกมา จากนั้นนำสารสกัดไปกรองผ่านตัวกรองชนิดไนล่อน (nylon membrane) ความละเอียด 0.45 ไมโครเมตร นำสารสกัดที่กรองผ่านตัวกรองใส่ในขวดใส่ตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์สารเซซามิน และเซซาโมลินด้วยเครื่อง HPLC ต่อไป

3) การวิเคราะห์ HPLC

วิเคราะห์ชนิดและองค์ประกอบของสารเซซามิน และเซซาโมลิน ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Shimadzu (Shimadzu, Kyoto, Japan) รุ่น 20 คอลัมน์ชนิด C-18 ยี่ห้อ InertSustain® C18 column (250 mm × 4.6 mm i.d., 5 µm, GL Sciences Inc., Tokyo, Japan) ต่อเข้ากับการ์ดคอลัมน์ (InertSustain® C-18 ; 4.5 × 10 mm, 5 µm) ดีเทคเตอร์ชนิด Diode-Array Detection (DAD) ทำการวิเคราะห์ในระบบ gradient eluent โมบายเฟสมี 2 ชนิด คือ โมบายเฟส A คือน้ำ DI

และ ชนิด B คือ เมทานอล ซึ่งอัตราการไหลของโมบายเฟสนั้นตั้งค่าไว้ที่ 1 มิลลิลิตร/นาที การไล่ระดับโมบายเฟส B เริ่มต้น 0-10.0 นาที/60% (v/v) ตามมาด้วย 10-20 นาที/70–80% (v/v) นาทีที่ 20-22/90% (v/v) นาทีที่ 22–25/70–60% (v/v) และ 28–30 นาที/60% (v/v) อุณหภูมิคอลัมน์ 27 องศาเซลเซียส ปริมาตรตัวอย่าง 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยดีเทคเตอร์ชนิด photo diode array detector ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร หลังจากนั้นนำพื้นที่ใต้กราฟและความเข้มข้นของสารมาตรฐานแต่ละชนิดมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและสร้างสมการเส้นตรงเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณของสารเซซามิน และเซซาโมลิน

4) การเตรียมสารละลายมาตรฐานเซซามิน และเซซาโมลิน

เตรียม stock solution ของสารละลายมาตรฐานของสารเซซามิน และเซซาโมลิน(Sigma–Aldrich, USA) ที่ความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายมาตรฐานผสมกันและเจือจางโดยให้ความเข้มข้นของสารเซซามิน และเซซาโมลิน เท่ากับ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล จากนั้นเจือจางสารมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.24-1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

- การบันทึกข้อมูล
- ปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลิน คำนวณได้จากสมการเส้นตรงของสารมาตรฐาน
- การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncann’s Multiple Range Test

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินของงา จำนวน 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน ปี 2565 ดังนี้

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารเซซามิน และสารเซซาโมลิน ด้วยเครื่อง HPLC คำนวณปริมาณสารเซซามิน จากสมการ y = 23352x+438801 $R^2$ = 0.9993 และปริมาณสารเซซาโมลิน จากสมการ y = 20493x+59036 $R^2$ = 0.9997 แสดงดังภาพที่ 1-2 สำหรับโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานเซซามิน และสารเซซาโมลิน และสารตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 3-5

ฤดูแล้ง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสารเซซามิน และเซซาโมลิน โดยสารเซซามินที่พบอยู่ระหว่าง 0.61-5.41 มิลลิกรัม/กรัม เฉลี่ย 1.79 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวมีสารเซซามินสูงที่สุด 5.41 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมาได้แก่ งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลย มีสารเซซามิน 4.84 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนสารเซซาโมลิน พบว่า อยู่ระหว่าง 0.35-2.00 มิลลิกรัม/กรัม เฉลี่ย 0.79 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวมีสารเซซาโมลินสูงที่สุด 2.00 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมา ได้แก่ งาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 มีสารเซซาโมลิน 1.20 มิลลิกรัม/กรัม (ตารางที่ 1)

ปลายฤดูฝน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสารเซซามิน และเซซาโมลิน เช่นเดียวกับในฤดูแล้ง โดยสารเซซามิน อยู่ระหว่าง 0.70-6.71 มิลลิกรัม/กรัม เฉลี่ย 2.39 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลยมีสารเซซามินสูงที่สุด 6.71 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมา ได้แก่ งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวมีสารเซซามิน 6.38 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนสารเซซาโมลิน อยู่ระหว่าง 0.54-1.54 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งงาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวมีสารเซซาโมลินสูงที่สุด 1.54 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมา ได้แก่ งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลยมีสารเซซาโมลิน 1.38 มิลลิกรัม/กรัม (ตารางที่ 1)

สารเซซามิน และเซซาโมลินเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดู พบว่าสารเซซามินเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 0.66-5.90 มิลลิกรัม/กรัม โดยงาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวเฉลี่ย 5.90 มิลลิกรัม/กรัม และงาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลยเฉลี่ย 5.78 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนพันธุ์/สายพันธุ์อื่นๆ ที่ศึกษาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.66-2.78 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนสารเซซาโมลินเฉลี่ยของ 2 ฤดู อยู่ระหว่าง 0.43-1.69 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวเฉลี่ย 1.69 มิลลิกรัม/กรัม งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลยเฉลี่ย 1.34 มิลลิกรัม/กรัม และงาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 เฉลี่ย 1.15 มิลลิกรัม/กรัม ส่วนสารเซซามิน และเซซาโมลินรวม (ลิกแนน) พบว่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.09-7.59 มิลลิกรัม/กรัม โดยที่งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาวมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 7.59 มิลลิกรัม/กรัม ขณะที่งาขาวพื้นเมืองเลยเฉลี่ย 7.12 มิลลิกรัม/กรัม

พันธุ์งาของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 1 งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 งาขาวพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 และงาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 มีสารเซซามินเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 1.24-2.25 มิลลิกรัม/กรัม สารเซซาโมลินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.53-1.15 มิลลิกรัม/กรัม และสารเซซามินและเซซาโมลินรวม (ลิกแนน) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.77-3.11 มิลลิกรัม/กรัม (ตารางที่ 1)

จากที่มีรายงานเมล็ดงาในประเทศไทยมีสารเซซามินเฉลี่ย 1.55 มิลลิกรัม/กรัม และเซซาโมลินเฉลี่ย 0.62 มิลลิกรัม/กรัม (Rangkadilok et al, 2010) และ Wang et al. (2013) รายงานว่า ในงา 62 พันธุ์/สายพันธุ์มีปริมาณของสารเซซามิน อยู่ระหว่าง 0.82-11.05 มิลลิกรัม/กรัม ค่าเฉลี่ย 5.19 มิลลิกรัม/กรัม มีปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลินรวมเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 2.29-18.01 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งพันธุ์ Muzhenbai ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองของจีน มีปริมาณสารเซซามินสูงที่สุด 11.05 มิลลิกรัม/กรัม สารเซซาโมลิน 6.96 มิลลิกรัม/กรัม รองลงมาเป็นพันธุ์ Zhuanahulian มีปริมาณสารเซซามิน 8.71 มิลลิกรัม/กรัม

**สรุปผลการทดลอง**

งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาว และงาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลย มีปริมาณเซซามิน เซซาโมลิน และเซซามินและเซซาโมลินรวม (ลิกแนน) เฉลี่ยสูง จึงคัดเลือกทั้ง 2 พันธุ์ ใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์งาของกรมวิชาการเกษตรต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณ กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

**เอกสารอ้างอิง**

วาสนา วงษ์ใหญ่. 2550. งา: พฤกษศาสตร์ การปลูก ปรับปรุงพันธุ์ และการใช้ประโยชน์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร. 260 หน้า.

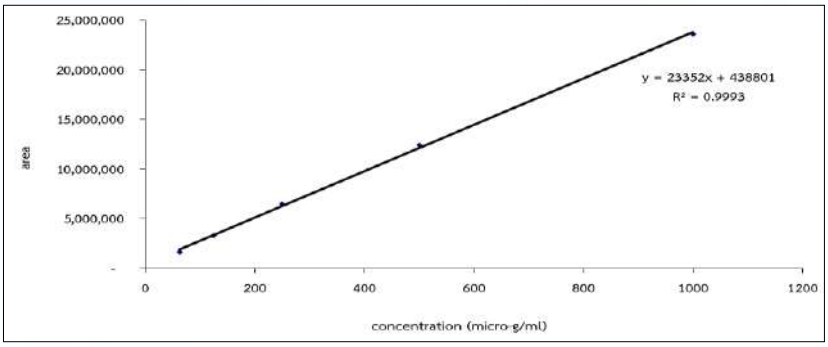
Annussek, G. 2004. Sesame oil. *In* Gale Encyclopedia of Alternative Medicine. Available from URL: http://www.findarticles.com/p/articles/mi_g2603/is_0006/ai_2603000655 สืบค้นเมื่อ: 1 กรกฎาคม 2567.

Rangkadilok, N., N. Phophana, C. Mahidol, W. Wongyai, K. Saengsooksree, S. Nookabkaew and J. Satayavivad. 2010. Varaition of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds and oil products in Thailand. Food Chem., 122: 724-730.

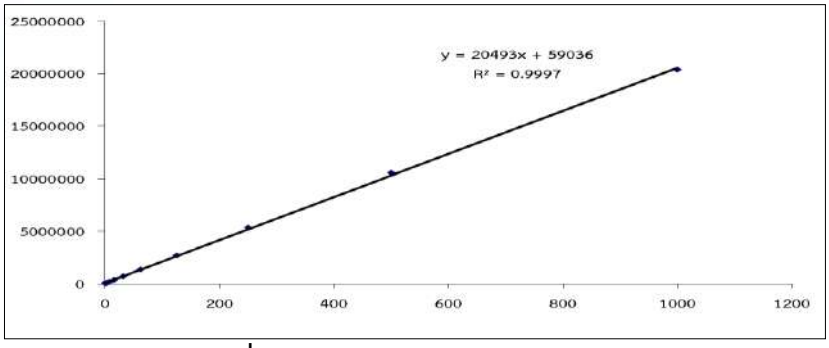
Tashiro, T. 1997. Genetic variability and chemical components in sesame seed and their quality improvement. Proceeding of seminar in mutation breeding in oil and industrial crops.

Yasumoto S., M. Katsuta. 2006. Breeding a high lignin content sesame cultivar in the prospect ofpromoting metabolic functionality. JARQ., 40(2): 123-129.

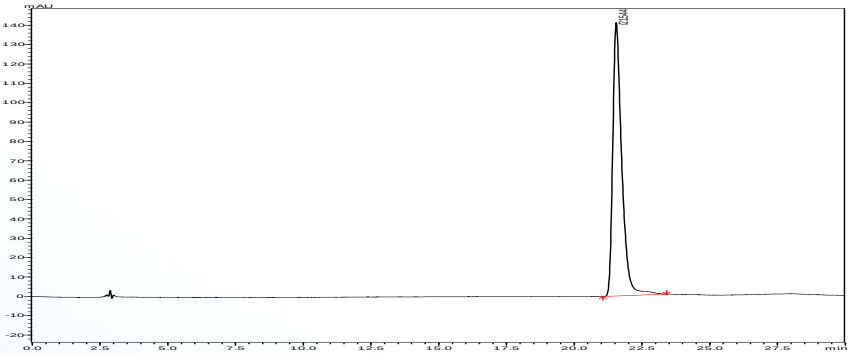
Wang, L., Y. Zhang, P. Li, W. Zhang, X. Wang, X. Qi, and X. Zang. 2013. Variation of sesamin and sesamolin contents in sesame cultivars from Chaina. Pak. J. Bot., 45(1): 177-182.



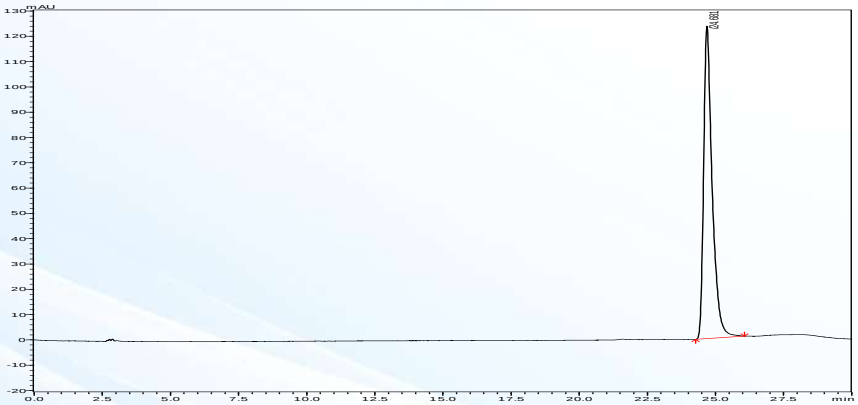

**ภาพที่ 1** กราฟสารมาตรฐานเซซามิน



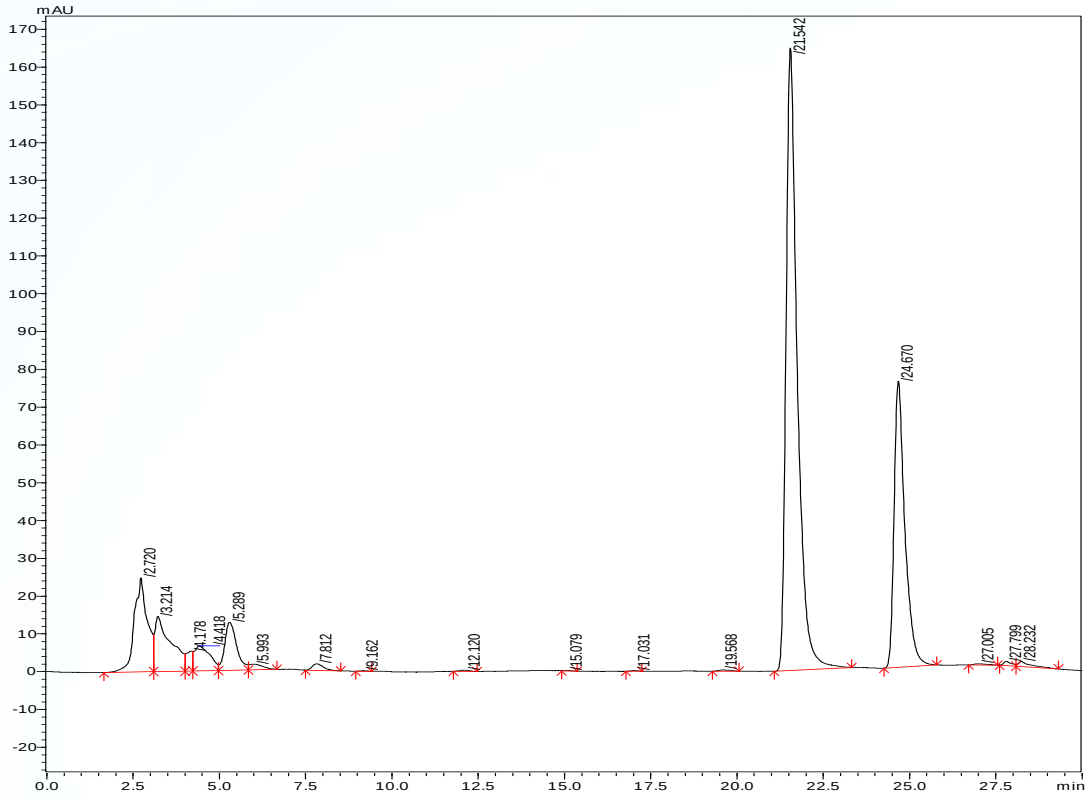

**ภาพที่ 2** กราฟสารมาตรฐานเซซาโมลิน




**ภาพที่ 3** โครมาโทแกรมของสารเซซามิน




**ภาพที่ 4** โครมาโทแกรมของสารเซซาโมลิน




**ภาพที่ 5** โครมาโทแกรมของสารตัวอย่าง

**ตารางที่ 1** ปริมาณสารเซซามิน และเซซาโมลิน และลิกแนนของงา 20 พันธุ์/สายพันธุ์ ในฤดูแล้ง และปลายฤดูฝน ปี 2565 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

| ลำดับที่ | สายพันธุ์/พันธุ์ | สารเซซามิน (มิลลิกรัม/กรัม) | | | สารเซซาโมลิน (มิลลิกรัม/กรัม) | | | เซซามินและเซซาโมลินรวม (ลิกแนน) (มิลลิกรัม/กรัม) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ฤดูแล้ง | ปลายฝน | เฉลี่ย | ฤดูแล้ง | ปลายฝน | เฉลี่ย | ฤดูแล้ง | ปลายฝน | เฉลี่ย |
| 1 | งาขาวพันธุ์พื้นเมืองเลย | 4.84 b | 6.71 a | 5.78 | 1.14 c | 1.54 a | 1.34 | 5.98 | 8.25 | 7.12 |
| 2 | งาขาวพันธุ์พื้นเมืองลาว | 5.41 a | 6.38 b | 5.90 | 2.00 a | 1.38 b | 1.69 | 7.41 | 7.76 | 7.59 |
| 3 | งาขาวพันธุ์พม่า | 0.73 r | 1.22 r | 0.98 | 0.35 s | 0.52 s | 0.44 | 1.08 | 1.74 | 1.41 |
| 4 | งาแดงพันธุ์พม่า | 1.41 i | 1.61 o | 1.51 | 0.70 j | 0.79 k | 0.75 | 2.11 | 2.40 | 2.26 |
| 5 | งาดำพันธุ์พม่า | 0.77 p | 2.28 h | 1.53 | 0.56 o | 1.02 i | 0.79 | 1.33 | 3.30 | 2.32 |
| 6 | งาดำพันธุ์แม่ฮ่องสอน | 1.42 i | 1.63 n | 1.53 | 0.78 g | 0.71 m | 0.75 | 2.20 | 2.34 | 2.27 |
| 7 | งาดำพันธุ์บุรีรัมย์ | 0.75 q | 2.84 e | 1.80 | 0.61 l | 1.21 d | 0.91 | 1.36 | 4.05 | 2.71 |
| 8 | งาดำพันธุ์โขงเจียม | 1.23 m | 1.72 m | 1.48 | 0.70 j | 1.06 g | 0.88 | 1.93 | 2.78 | 2.36 |
| 9 | งาแดงพันธุ์พื้นเมือง | 0.97 o | 1.75 l | 1.36 | 0.63 n | 0.70 n | 0.67 | 1.60 | 2.45 | 2.03 |
| 10 | งาดำพันธุ์ไชแอนด์ | 1.35 j | 1.18 s | 1.27 | 0.84 f | 0.68 p | 0.76 | 2.19 | 1.86 | 2.03 |
| 11 | งาขาวสายพันธุ์ 1438 | 2.78 c | 2.41 f | 2.60 | 1.06 d | 1.06 f | 1.06 | 3.84 | 3.47 | 3.66 |
| 12 | งาขาวสายพันธุ์ PI 436600 | 0.61 s | 0.70 t | 0.66 | 0.44 r | 0.42 t | 0.43 | 1.05 | 1.12 | 1.09 |
| 13 | งาขาวสายพันธุ์ WL9 | 1.58 h | 0.99 c | 1.29 | 0.68 k | 1.02 h | 0.68 | 2.26 | 2.01 | 2.14 |
| 14 | งาขาวพันธุ์ C-plus 1 | 2.57 d | 2.98 d | 2.78 | 1.00 e | 1.28 c | 1.14 | 3.57 | 4.26 | 3.92 |
| 15 | งาขาวสายพันธุ์ Y-7 | 1.25 l | 2.32 g | 1.79 | 0.51 p | 0.74 l | 0.63 | 1.76 | 3.06 | 2.41 |
| 16 | งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 1 | 1.01 n | 1.47 q | 1.24 | 0.47 q | 0.58 r | 0.53 | 1.48 | 2.05 | 1.77 |
| 17 | งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 | 1.67 g | 1.47 p | 1.57 | 0.70 i | 0.60 q | 0.65 | 2.37 | 2.07 | 2.22 |
| 18 | งาแดงพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 | 1.33 k | 2.03 j | 1.68 | 0.66 m | 0.69 o | 0.68 | 1.99 | 2.72 | 2.36 |
| 19 | งาขาวพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 2 | 2.25 e | 2.24 i | 2.25 | 0.76 h | 0.96 j | 0.86 | 3.01 | 3.20 | 3.11 |
| 20 | งาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3 | 1.84 f | 1.96 k | 1.90 | 1.20 b | 1.10 e | 1.15 | 3.04 | 3.06 | 3.05 |
| | **เฉลี่ย** | **1.79** | **2.39** | **2.09** | **0.79** | **0.90** | **0.84** | **2.58** | **3.20** | **2.89** |
| | **C.V (%)** | **0.1** | **0.1** | **-** | **0.2** | **0.2** | **-** | - | - | - |

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

# ประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์

# Efficacy of Fermented Wild Plants for Controlling Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* and Charcoal Rot Caused by *Macrophomina phaseolina* in Organic Sesame

ประภาพร แพงดา[1/] บุญเหลือ ศรีมุงคุณ[1/] ศิริลักษณ์ สมนึก[1/] มลุลี สิทธิษา[1/]
ศิริรัตน์ กริชจนรัตน์[1/] ลักขณา ร่มเย็น[1/] อรอนงค์ วรรณวงษ์[1/] สมหมาย วังทอง[1/]
Prapaporn Paengda[1/] Bunluea Srimungkun[1/] Siriluk Somnuek[1/] Malulee Sitthisa[1/]
Sirirat Kritchanarat[1/] Lakkhana Romyen[1/] Orn-anong Wannawong[1/]
Sommai Wangthong[1/]

## ABSTRACT

The study evaluated the efficacy of fermented extracts from wild plants to control bacterial wilt disease caused by *Ralstonia solanacearum* and charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina*. Experiments was conducted in 2024 at both laboratory and greenhouse levels. Fermented extracts aged 3 months were tested in the laboratory both fungi and and bacteria. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with 41 treatments 3 replications. At the greenhouse level, bacteria experiments were using CRD, 9 treatments 3 replications, and fungi using CRD with 10 treatments 3 replication. Wild plants used for fermentation included *Litsea glutinosa* (Indian laurel), *Dioscorea bulbifera* (Aerial yam) and *Hyptis suaveolens*, (Mintweed) with water and molasses as solvents. Indian laurel and Aerial yam were fermented at ratios of 1:1 and 5:1 for water, while Mintweed was fermented at ratio of 3, 4, and 5 with 1 for molasses. Concentrations tested in the laboratory ranged from 0, 150, 300, 450, to 600 milliliters per 20 liters of water. Results indicated that Indian laurel, Aerial yam and Mintweed at a concentration of 600 milliliters per 20 liters effectively controlled both diseases. This concentration was selected for greenhouse trials, where applications were performed weekly starting one week after planting until

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี 264 ม.12 ต.ท่าช้าง อ.สว่างวีระวงศ์ จ.อุบลราชธานี 34190

[1/] Ubon Ratchathani Field Crops Research Center 264 moo 12 Thachang, Sawangwirawong, Ubon Ratchathani 34190

the sesame plants reached 45 days old. Indian laurel and Aerial yam fermented with water at ratios of 1:1 and 5:1, and Aerial yam fermented with sugar cane bagasse at a ratio of 5:1 effectively controlled bacterial wilt caused by *R. solanacearum* with disease incidence percentages ranging from 0.00 to 6.61%. For controlling charcoal rot caused by *M. phaseolina*, Indian laurel and Aerial yam fermented with water at a ratio of 1:1, and Mintweed fermented with sugar cane bagasse at a ratio of 3:1 showed effective disease control with disease incidence percentages ranging from 13.97 to 32.30%.

**Keywords:** Organic sesame, bacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*, charcoal rot, *Macrophomina phaseolina*

**บทคัดย่อ**

ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *M. phaseolina* ดำเนินการทดลอง ปี 2567 ในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับโรงเรือน น้ำหมักอายุ 3 เดือนนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย วางแผนการทดลองแบบ CRD 41 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ในระดับโรงเรือนเชื้อแบคทีเรีย วางแผนการทดลองแบบ CRD 9 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ เชื้อรา วางแผนการทดลองแบบ CRD 10 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ พืชป่าที่ใช้หมัก ได้แก่ หมี่ (Indian laurel) ว่านพระฉิม (Aerial yam) และแมงลักคา (Mintweed) ตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำ และกากน้ำตาล หมี่ และว่านพระฉิม ใช้อัตราส่วนน้ำหมักต่อตัวทำละลาย 1:1 และ 5:1 ส่วนแมงลักคามีอัตราส่วน 3 4 และ 5 หมักกากน้ำตาล 1 ส่วน ความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการมี 5 ระดับ ได้แก่ 0 150 300 450 และ 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พบว่า หมี่ ว่านพระฉิม และแมงลักคา ความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ควบคุมการเกิดโรคของเชื้อสาเหตุทั้ง 2 ชนิดได้ดี จึงนำไปทดสอบในสภาพโรงเรือน โดยพ่นงาสัปดาห์ละ 1 ครั้งหลังจากปลูกเชื้อจนถึงงาอายุ 45 วัน พบว่า หมี่ และว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 และ 5:1 หมี่ และว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 สามารถควบคุมการเกิดโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ได้ดี มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ระหว่าง 0.00-6.61 เปอร์เซ็นต์ น้ำหมักที่สามารถควบคุมการเกิดโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *M. phaseolina* ได้ดี คือ หมี่ และว่านพระฉิม หมักน้ำ 1:1 และแมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคอยู่ระหว่าง 13.97-32.30 เปอร์เซ็นต์

**คำหลัก:** งาอินทรีย์, โรคไหม้ดำ, แบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*, โรคเน่าดำ, เชื้อรา *Macrophomina phaseolina*

## บทนำ

โรคที่สำคัญ และสร้างความเสียหายให้กับงาที่ปลูกซ้ำในพื้นที่เดิมโดยเฉพาะในสภาพไร่มากที่สุด ได้แก่ โรคไหม้ดำ ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *M. phaseolina* ซึ่งเชื้อสาเหตุสามารถอาศัยอยู่ในดินได้หลายปี ถ้าเชื้อสาเหตุทั้ง 2 ชนิดนี้เข้าทำลายงาร่วมกันจะทำให้งาตาย ไม่ได้ผลผลิต และยากแก่การป้องกันกำจัด การป้องกันกำจัดที่ผ่านมามีการใช้สารเคมีสำหรับป้องกันเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรียแต่ก็ไม่สามารถควบคุมได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ มีเพียงแค่ลดการเสียหายได้เล็กน้อยเท่านั้น ปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนการปลูกงาจากสภาพไร่เป็นสภาพนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว ทำให้การเกิดโรคน้อยลง นอกจากเกษตรกรมีการปลูกงาแบบใช้สารเคมีแล้วยังมีเกษตรกรที่มีการปรับเปลี่ยนมาปลูกงาแบบอินทรีย์ เนื่องจากกำลังเป็นที่ต้องการของตลาด เกษตรกรส่วนใหญ่ทำน้ำหมักสำหรับควบคุมโรคเอง โดยใช้พืชที่มีในท้องถิ่น และมีสรรพคุณทางยาในการควบคุมโรค

หมี่สามารถพบได้ทั่วไป มีชื่อเรียกหลายชื่อตามแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ หมี หมูเหม็น อีเหม็น หมูทะลวง หมีเหม็น ตังสีไพร ดอกจุ๋ม มือเบาะ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Robinson. เป็นไม้ยืนต้นสูง 5-15 เมตร ผลัดใบ เปลือกลำต้นสีน้ำตาล ลำต้นแก่แตกเป็นร่องตื้นตามยาว กิ่งอ่อนมีขนละเอียด ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปวงรีแกมขอบขนานหรือรูปไข่กลับ หรือค่อนข้างกลม มักออกเป็นกลุ่มหนาแน่น มีสรรพคุณทางยาใช้รักษาอาการอักเสบที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย (สุดารัตน์ และคณะ, 2010)

ว่านพระฉิม พบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกหลายชื่อ ได้แก่ มันขมิ้น ว่านสามพันตึง (ภาคกลาง) มะมู หำเป้า (ภาคเหนือ) มันอีลุ้ม (จันทบุรี) มันอีโม้ (สุโขทัย) อีรุมปุมเป้า (ปราจีนบุรี) มันกะทาด (นครราชสีมา) มันหลวง (ประจวบคีรีขันธ์) มันเสิน มันตกเลือด (นครศรีธรรมราช) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dioscorea bulbifera* L. จัดเป็นไม้เถาล้มลุกเลื้อย ลำต้นมีลักษณะเกลี้ยงเป็นเหลี่ยมคล้ายปีกหรือคล้ายหนามปราศจากขน มีหัวอยู่ใต้ดินขนาดใหญ่ มีลักษณะโป่งนูนเป็นลูก ๆ โดยเชื่อมติดกันที่โคนต้น มีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่ก่อโรคพืช ฆ่าหอย (นิรนาม, 2020ก)

แมงลักคา พบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีชื่อเรียกหลายชื่อ ได้แก่ การา (สุราษฎร์ธานี), กระเพราผี, แมงลักป่า ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. เป็นไม้พุ่ม อายุหลายปี ลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 1.5 เมตร ลำต้นเป็นสันสี่เหลี่ยม แตกกิ่งก้านมาก มีขนสีขาวเหนียวติดมือ มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว น้ำมันหอมระเหยจากดอก ใบ และต้น ยับยั้งเชื้อราก่อโรคหลายชนิด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยว่าสารสกัดของแมงลักคา สามารถต้านเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่ก่อให้เกิดโรคบนผลมะม่วงด้วย แต่ได้ผลระดับปานกลางเท่านั้น ต้านเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* ที่ก่อให้เกิดโรคในพืชได้ มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งแกรมบวก และแกรมลบ รวมไปถึงฤทธิ์อย่างอ่อนในการต้านเชื้อรา *Aspergillus niger* และ *Candida albicans* (นิรนาม, 2020ข)

การควบคุมโรคพืชสำหรับการทำเกษตรอินทรีย์ ปัจจุบันยังไม่มีสารสกัดหรือน้ำหมักจากพืชที่มีประสิทธิภาพสำหรับการควบคุมโรคไหม้ดำ ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และโรค

เน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *M. phaseolina* ในงาอินทรีย์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีศึกษาน้ำหมักจากพืชที่มีประสิทธิภาพสำหรับการควบคุมโรคในครั้งนี้ เพื่อเป็นข้อมูลแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกงาอินทรีย์ใช้ในการควบคุมโรคอย่างมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่ากับการลงทุน

## อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกชนิดน้ำหมักที่ดำเนินการทดสอบเบื้องต้นในปี 2566 ที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคไหม้ดำ และเน่าดำ ในงาได้ดีที่สุด เพื่อนำมาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคงา ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับโรงเรือน

**สิ่งที่ใช้ในการทดลอง**

- เมล็ดพันธุ์งาดำพันธุ์ กวก.อุบลราชธานี 3
- วัสดุทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยหมักแบบเติมอากาศ กระถางพลาสติก กากน้ำตาล
- วัสดุวิทยาศาสตร์ ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar Potato dextrose agar แอลกอฮอล์ ฯลฯ
- วัสดุอุปกรณ์ในการทำน้ำหมักสมุนไพรสำหรับการป้องกันกำจัดโรค ได้แก่ หมี่ ว่านพระฉิม และแมงลักคา
- อุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก ถุงใยพลาสติก ถุงตาข่ายไนลอน ผ้าฟาง เชือกฟาง Tag พลาสติก กรรไกรตัดแต่งกิ่ง กระถาง กล่องพลาสติก ฯลฯ

**1.การทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ**

**เชื้อแบคทีเรีย** วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 41 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

**เชื้อรา** วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 41 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

กรรมวิธีดังต่อไปนี้

1. น้ำเปล่า
2. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
3. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
4. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
5. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
6. หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
7. หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
8. หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
9. หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
10. หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

11. หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
12. หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
13. หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
14. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
15. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
16. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
17. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
18. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
19. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
20. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
21. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
22. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
23. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
24. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
25. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
26. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
27. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
28. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
29. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
30. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
31. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
32. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
33. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
34. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
35. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
36. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
37. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
38. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
39. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
40. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 450 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
41. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

**1.1 ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในระดับห้องปฏิบัติการ**

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) โดยผสมอาหาร NA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร กับน้ำหมัก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เทลงในจานเลี้ยงเชื้อรอให้อาหารแข็งตัว เตรียม bacteria suspension โดยนำโคโลนีที่ได้เลือกไว้ก่อนหน้านี้ มาเลี้ยงบนอาหาร NB วางไว้บนเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการปรับปริมาณเชื้อด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้มีค่า optical density (O.D) เท่ากับ 0.2 จะได้เชื้อปริมาณ 108 CFU/ml เตรียม double layer nutrient agar (NA) โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 2 ครั้งในจานเลี้ยงเชื้ออันเดียวกัน ชั้นแรกเทอาหารประมาณ 10 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว โดยใช้ไมโครปิเปตดูดเชื้อแบคทีเรีย 0.5 มิลลิลิตร ผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้ออีกประมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วเทลงไปในจานเลี้ยงเชื้ออันเดิม หลังจากนั้นใช้ไมโครปิเปต ดูดสารสกัดแต่ละชนิดตามอัตราส่วนในแต่ละกรรมวิธีลงบน paper disc ขนาด 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ก่อนหน้านี้ ทำทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone หลังจากบ่มเชื้อ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

**1.2 ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา *M. phaseolina* ในระดับโรงเรือน**

เตรียมอาหาร PDA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ผสมน้ำหมักจากพืชตามอัตราส่วนในแต่ละกรรมวิธี เทลงจานเลี้ยงเชื้อ รอให้อาหารแข็งตัว ใช้ cock borer ขนาด 6 มิลลิเมตร เจาะ stock เชื้อ มาวางลงตรงกลางบนจานอาหารที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 7 วัน ทั้ง หมดจำนวน 3 ซ้ำ ทำการวัดอัตราการยับยั้งของเส้นใย

Mycelial growth inhibition (%) = {(C-T)/C}x100

C= Radal growth of the pathogen (mm) in control

T= Radial geowth of the pathogen (mm) in treatment

**2. การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพต่อการควบคุมโรคในสภาพโรงเรือน**

เลือกอัตราส่วนของน้ำหมักที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อได้ดีที่สุดจากห้องปฏิบัติการ มาทดสอบในสภาพโรงเรือน

**โรคไหม้ดำ**

วางแผนการทดลอง CRD 9 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

1. ไม่ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำเปล่า
2. ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำเปล่า
3. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
4. หมี่หมักในน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
5. หมี่หมักในกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

6. ว่านพระฉิมหมักในน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

7. ว่านพระฉิมหมักในน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

8. ว่านพระฉิมหมักในกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

9. ว่านพระฉิมหมักในกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

เตรียมดินติดเชื้อโดยการเตรียมเซลล์แขวนลอยของเชื้อ *R. solanacearum* ในน้ำกลั่น ใช้เชื้อที่เลี้ยงบน อาหาร NGA อายุ 24 ชั่วโมง ปรับปริมาณเชื้อด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 600 นาโนเมตร ให้ มีค่า optical density (O.D.) เท่ากับ 0.2 จะได้เชื้อประมาณ 108 CFU/ml จากนั้นนำเชื้อผสมดินใส่ลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว กระถางละ 900 กรัม ปลูกงาจำนวน 5 ต้นต่อกระถาง จำนวน 3 ซ้ำ หลังจากที่งางอก ได้ 1 สัปดาห์ ทำการพ่นน้ำหมักทุกๆ สัปดาห์ กระทั่งงาอายุ 45 วันหลังจากปลูกเชื้อ โดยหาเปอร์เซ็นต์การรอดตายของงาหาได้จาก (ชลิดา, 2553)

**สูตร เ**ปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของงา = {จำนวนของงาที่รอดตาย (ต้น)/จำนวนต้นงาที่ใช้ ทดสอบทั้งหมด (ต้น)} x 100

**โรคเน่าดำ**

วางแผนการทดลอง CRD 10 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ

1. ไม่ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำเปล่า

2. ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำเปล่า

3. หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

4. หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

5. หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

6. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

7. ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

8. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

9. ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

10. แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร

เตรียมดินติดเชื้อโดยการเตรียมเซลล์แขวนลอยของเชื้อ *M.phaseolina* ในน้ำกลั่น ใช้เชื้อที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่มีอายุ 7 วัน มาทำเป็นสารแขวนลอย โดยปริมาณเชื้อที่ใช้ 106 CFU/ml ผสมดินแล้ว ใส่ในกระถางพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว กระถางละ 900 กรัม ปลูกงาจำนวน 5 ต้นต่อกระถาง จำนวน 3 ซ้ำ หลังจากที่งางอก ได้ 1 สัปดาห์ ทำการพ่นน้ำหมักทุกๆ สัปดาห์ จนกระทั่งงามีอายุ 45 วันหลังจากปลูกเชื้อ

**สูตร** เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของงา = {จำนวนของงาที่รอดตาย (ต้น)/จำนวนต้นงาที่ใช้ทดสอบทั้งหมด (ต้น)} x 100

**การบันทึกข้อมูล**

.- วันปฏิบัติการทดลองต่างๆ เช่น วันปลูก วันที่ทำการปลูกเชื้อ วันพ่นสารตามกรรมวิธี วันใส่ปุ๋ย วัน พ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืช และอัตราที่ใช้ วันเก็บเกี่ยว ฯลฯ

- บักทึกอาการของโรคที่พบบนต้นงาและลักษณะอาการเสียหายที่เกิดจากน้ำหมัก หลังจากที่มีการพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ

- การระบาดของโรคและแมลงศัตรูงาที่สำคัญในแต่ละสถานที่

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของทุกองค์ประกอบผลผลิต ด้วยการวิเคราะห์Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple Range Test

**ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง**

การทดสอบประสิทธิภาพน้ำหมักจากพืชป่า 3 ชนิด คือ หมี่ ว่านพระฉิม และแมงลักคา จะใช้ทุกส่วนของพืชแต่ละชนิดมาหมักรวมกัน และใช้พืชป่าต่อตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ หมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 4:1 และ 5:1 ใช้ระยะเวลาในการหมักนาน 3 เดือนก่อนนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 0 150 300 450 และ 600 มิลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

เชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ผลการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการหลังจากปลูกเชื้อ 48 ชั่วโมง พบว่าน้ำหมักที่ทำให้เกิดบริเวณใส (inhibition zone) ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบแบคทีเรีย ได้แก่ หมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 เกิดบริเวณใสตั้งแต่ความเข้มข้น 150-600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยที่เกิดบริเวณใสดังนี้ 0.37±1 - 1.25±0.12 0.62±0.05 – 0.68±0.05 0.70±0.03 – 1.05±0.08 และ 0.11±0.12 – 0.13±0.06 เซนติเมตร ตามลำดับ ว่านพระฉิมหมักในกากน้ำตาลความเข้มข้น 450-600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เกิดบริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.13±0.03 – 0.43±0.26 เซนติเมตร ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 5:1 พบบริเวณใสเฉพาะความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีบริเวณใสอยู่ระหว่าง 0.57±0.01 และ 0.40±0.00 เซนติเมตร ส่วนแมงลักคาทุกกรรมวิธีไม่สามารถควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคไหม้ดำในงาได้เนื่องจากไม่เกิดบริเวณใส เหมือนพืชป่าชนิดอื่น (ตารางที่ 1) จากการเกิดบริเวณใสในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทดสอบด้วย หมี่ ว่านพระฉิม ที่ระดับความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรสามารถควบคุมเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่นๆ จึงเลือก หมี่ และว่านพระฉิมที่ระดับความเข้มข้น ดังกล่าวนำไปทดสอบในสภาพโรงเรือน

เชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ผลการทดสอบในระดับโรงเรือน โดยบันทึกการเกิดโรคหลังจากปลูกเชื้อ 45 วัน พบว่าหมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 และว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 น้ำหมักทุกชนิดสามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนว่านพระฉิมที่หมักด้วยกากน้ำตาล 5:1 สามารถควบคุม

โรคได้ดีรองลงมา มีเปอร์เซ็นต์การควบคุมโรค 6.61 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่มีการปลูกเชื้อ และพ่นด้วยน้ำเปล่าพบว่าไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2, ภาพผนวกที่ 1)

จากการทดลองการควบคุมการเกิดโรคในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับโรงเรือนมีแนวโน้มในการควบคุมโรคไปในทิศทางเดียวกัน โดยเฉพาะ หมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 น้ำหมักทั้งหมดที่สามารถควบคุมโรคได้ดี ส่วนว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ถึงแม้จะสามารถควบคุมโรคในห้องปฏิบัติการได้แต่เกิดบริเวณใสน้อยกว่าน้ำหมักชนิดอื่นๆ เมื่อทดสอบในระดับโรงเรือนจึงควบคุมโรคได้ไม่ค่อยดีเท่าน้ำหมักชนิดอื่น มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 71.10 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากสารสำคัญที่สามารถควบคุมโรคได้มีความเข้มข้นไม่เพียงพอเพราะอัตราส่วนของพืชที่นำมาหมักน้อยเกินไป และประกอบกับเชื้อ *R. solanacearum* สามารถใช้แหล่งพลังงานจากน้ำตาลซูโครสมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้ แทนที่จะสามารถควบคุมโรคได้แต่กลับไปส่งเสริมให้เชื้อสาเหตุเจริญและเข้าทำลายพืชได้ดี Wang et al (2019) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* สาเหตุโรคเหี่ยวในยาสูบ สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีแหล่งคาร์บอน เช่น ซูโครส กลูโครส เมื่อมีอุณหภูมิที่เหมาะสม 35 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดโรคได้รุนแรงเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับ Zuluaga *et al,* (2013) แหล่งคาร์บอนที่เชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและเข้าทำลายพืช ได้แก่ ซูโครส กลูโครส กาแลคโตส และแมนโนส

เชื้อรา *M. phaseolina* ผลการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการหลังปลูกเชื้อ 3 วัน พบว่า หมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิม หมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 และแมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 ทุกกรรมวิธีที่ระดับความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถควบคุมเชื้อรา *M. phaseolina* สาเหตุโรคเน่าดำงาได้ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราอยู่ระหว่าง 36.65-67.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3, ภาพผนวกที่ 2) และสามารถควบคุมการเจริญเส้นใยของเชื้อราได้ 4 วันหลังปลูกเชื้อ หลังจากนั้นเชื้อราก็สามารถเจริญได้เต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อในวันที่ 5 หลังจากทำการปลูกเชื้อเลือกความเข้มข้น 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มาทุกกรรมวิธี เพื่อนำไปทดสอบในสภาพโรงเรือน

เชื้อรา *M. phaseolina* ผลการทดสอบในระดับโรงเรือน พบว่า หมี่หมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 และแมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 สามารถควบคุมโรคได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 13.97 32.30 และ 32.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ หมี่หมักน้ำ 5:1 ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการปลูกเชื้อ และพ่นด้วยน้ำเปล่า พบว่าไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ มีการเกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าการควบคุมโรคในระดับห้องปฏิบัติการ และในสภาพโรงเรือนมีแนวโน้มในการควบคุมการเกิดโรคที่สอดคล้องกัน มีเพียงหมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 และว่านพระฉิมที่หมักน้ำตาล 5:1 เท่านั้นที่การควบคุมในระดับห้องปฏิบัติการค่อนข้างดี แต่การควบคุมในระดับโรงเรือนไม่ค่อยดี

เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากเชื้อสาเหตุโรคสามารถใช้น้ำตาลจากกากน้ำตาล ซึ่งเป็นน้ำตาลซูโครส สำหรับการเจริญเติบโต และเข้าทำลายพืช จากรายงานของประภาพร (2565) เชื้อรา *M. phaseolina* สามารถเจริญ และสร้างส่วนที่ใช้ในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ (microsclerotia) ที่ใช้สำหรับขยายพันธุ์ได้ดี บนอาหารที่น้ำตาล ซูโครส กลูโครส ฟรุคโตส และมอลโตส เป็นแหล่งคาร์บอนที่ให้พลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ayanru and Green (1973) พบว่า กลูโคส ฟรุตโตส ซูโครส และฟรุคโตส จะกระตุ้นการงอกของ microsclerotia ได้ดี นั่นแสดงว่าเชื้อราสามารถเจริญ เพิ่มปริมาณได้เร็วขึ้น และสามารถเข้าทำลายพืชได้

## สรุปผลการทดลอง

น้ำหมักจากพืชป่าที่สามารถควบคุมการเกิดโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ได้แก่ หมี่หมักน้ำ 1:1 หมี่หมักน้ำ 5:1 หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 และว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 น้ำหมักที่สามารถควบคุมโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *M. phaseolina* ได้แก่ หมี่หมักน้ำ 1:1 ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 และแมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 โดยใช้พ่นงาห่างกัน ทุก 5 วัน ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร น้ำหมักสามารถควบคุมโรคได้ดีในสภาพโรงเรือน และใช้เป็นแนวทางในการทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมโรคในสภาพแปลงเพื่อแนะนำเกษตรกรต่อไป

## คำขอบคุณ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สนับสนุนงบประมาณเพื่อการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2020ก. สรรพคุณและประโยชน์ของต้นว่านพระฉิม. แหล่งข้อมูล: https://medthai.com สืบค้นเมื่อ : 23 กรกฎาคม 2567

นิรนาม. 2020ข. สรรพคุณและประโยชน์ของต้นแมงลักคา. แหล่งข้อมูล: https://medthai.com สืบค้นเมื่อ : 23 กรกฎาคม 2567

ประภาพร แพงดา. 2565. โรคเน่าดำ (Charcoal rot) ของถั่วเขียวที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina* spp. และ การควบคุมด้วยสารเคมีป้องกันกัดเชื้อรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 148 หน้า.

สุดารัตน์ หอมหวน ระวิวรรณ แก้วอมตวงศ์ บัญชา ยิ่งงาม สุวรรณา ภัทรเบญจพล นิธิมา สุทธิพันธุ์ นุตติยา วีระวัธนชัย ณรงค์ชัย จักษุพา กุสุมา จิตแสง และทวีศักดิ์ จึงวัฒนตระกูล. 2010. ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. แหล่งข้อมูล: https://apps.phar.ubu.ac.th/phargarden/main.php?action=viewpage&pid=127 สืบค้นเมื่อ : 23 กรกฎาคม 2567

Ayanru, G.K.D. and Green. 1973. Alteration of germination patterns of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* on soil surfaces. J. Phytopathol. 64: 595-601.

Wang, H.-C., H. Guo, L. Cai, L.-T. Cai, Y.-S. Guo and W. Ding. 2020. Effect of temperature on phenotype characterization of *Ralstonia solanacearum* from tobacco. Can J Plant Pathol. 42: 2, 164-181. DOI:10.1080/07060661.2019.1654547.

Zuluaga, P.A., M. Puigvert and M. Valls. 2013. Novel plant inputs influencing *Ralstonia solanacearum* during infection. Front Microbiol J. 4: 1-7. https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00349.

**ตารางที่ 1** ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าในระดับห้องปฏิบัติการ สำหรับควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคไหม้ดำงา จากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

| กรรมวิธี | ชนิดน้ำหมัก | ความเข้มข้น(มิลลิลิตร)/ น้ำ 20 ลิตร | การเกิด inhibition zone (เซนติเมตร) |
|---|---|---|---|
| 1 | น้ำเปล่า (การทดลองควบคุม) | 0 | - |
| 2 | หมี่หมักน้ำ 1:1 | 150 | 0.37±0.51 |
| 3 | หมี่หมักน้ำ 1:1 | 300 | 0.37±0.01 |
| 4 | หมี่หมักน้ำ 1:1 | 450 | 0.57±0.15 |
| 5 | หมี่หมักน้ำ 1:1 | 600 | 1.25±0.12 |
| 6 | หมี่หมักน้ำ 5:1 | 150 | 0.62±0.05 |
| 7 | หมี่หมักน้ำ 5:1 | 300 | 0.63±0.13 |
| 8 | หมี่หมักน้ำ 5:1 | 450 | 0.65±0.00 |
| 9 | หมี่หมักน้ำ 5:1 | 600 | 0.68±0.05 |
| 10 | หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 | 150 | 0.70±0.03 |
| 11 | หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 | 300 | 0.72±0.03 |
| 12 | หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 | 450 | 0.80±0.00 |
| 13 | หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 | 600 | 1.05±0.08 |
| 14 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 | 150 | - |
| 15 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 | 300 | - |
| 16 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 | 450 | - |
| 17 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 | 600 | 0.57±0.11 |
| 18 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 | 150 | - |
| 19 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 | 300 | - |
| 20 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 | 450 | - |
| 21 | ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 | 600 | 0.40±0.00 |
| 22 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 | 150 | 0.11±0.12 |
| 23 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 | 300 | 0.12±0.00 |
| 24 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 | 450 | 0.13±0.06 |
| 25 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 | 600 | 0.14±0.00 |
| 26 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 | 150 | - |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| กรรมวิธี | ชนิดน้ำหมัก | ความเข้มข้น (มิลลิลิตร)/ น้ำ 20 ลิตร | การเกิด inhibition zone |
|---|---|---|---|
| 27 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 | 300 | - |
| 28 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 | 450 | 0.13±0.03 |
| 29 | ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 | 600 | 0.43±0.26 |
| 30 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 | 150 | - |
| 31 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 | 300 | - |
| 32 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 | 450 | - |
| 33 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 | 600 | - |
| 34 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 | 150 | - |
| 35 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 | 300 | - |
| 36 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 | 450 | - |
| 37 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 | 600 | - |
| 38 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 | 150 | - |
| 39 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 | 300 | - |
| 40 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 | 450 | - |
| 41 | แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 | 600 | - |

mean±SD; - =no inhibition zone

**ตารางที่ 2** ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าในระดับโรงเรือนเพื่อควบคุมเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคไหม้ดำในงา จากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค[1/] |
|---|---|
| ไม่ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำ | 0.00 a |
| ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำ | 100 c |
| หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 0.00 a |
| หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 0.00 a |
| หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 0.00 a |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 0.00 a |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 0.00 a |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 71.10 c |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 6.61 b |
| C.V (%) | 1.30 |

**หมายเหตุ** [1/]เป็นข้อมูลจาก backtransform scale

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ตารางที่ 3** ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าในระดับห้องปฏิบัติการ สำหรับควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคเน่าดำงา จากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา[1/] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้น/น้ำ 20 ลิตร | | | | |
| | 150 | 300 | 450 | 600 | CV (%) |
| หมี่หมักน้ำ 1:1 | 0 b | 0 b | 0 b | 36.65 a | 24.99 |
| หมี่หมักน้ำ 5:1 | 0 b | 0 b | 0 b | 37.95 a | 24.61 |
| หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 | 0 b | 0 b | 0 b | 54.45 a | 26.26 |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 | 0 c | 0 c | 29.99 b | 47.20 a | 89.99 |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 | 0 b | 0 b | 5.53 b | 40.93 a | 81.94 |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 | 0 b | 0 b | 0 b | 59.82 a | 98.23 |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 | 0 c | 25.16 b | 45.54 a | 51.87 a | 55.88 |
| แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 | 0 b | 0 b | 0 b | 67.67 a | 84.22 |
| แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 4:1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 5:1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| น้ำเปล่า | 0 | | | | 0 |

**หมายเหตุ** [1/]เป็นข้อมูลจาก backtransform scale

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

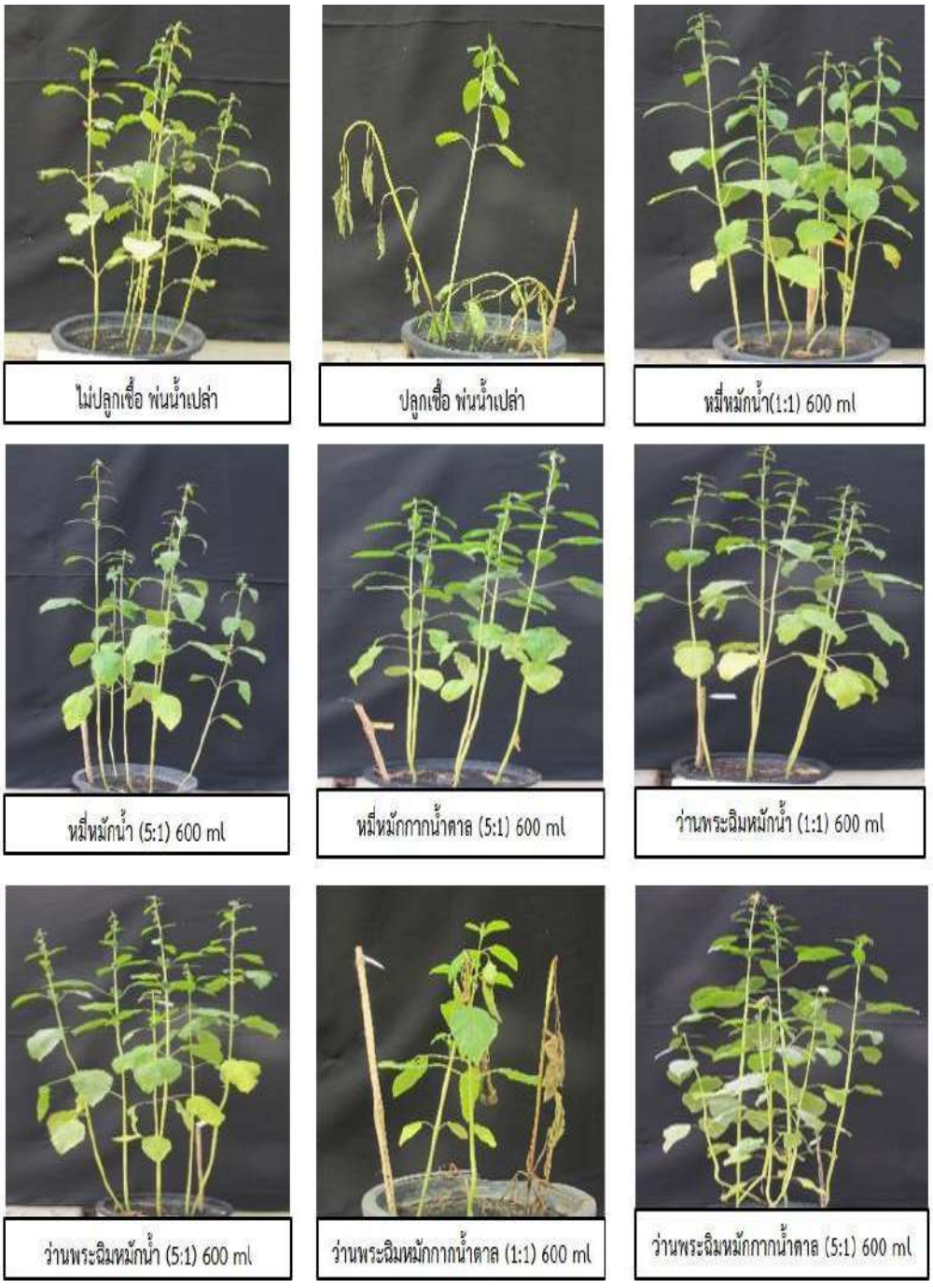
**ตารางที่ 4** ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าในระดับโรงเรือนเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคเน่าดำในงาจากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค[1/] |
|---|---|
| ไม่ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำ | 0 a |
| ปลูกเชื้อพ่นด้วยน้ำ | 100 c |
| หมี่หมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 13.97 ab |
| หมี่หมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 46.65 b |
| หมี่หมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 68.37 b |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 32.30 ab |
| ว่านพระฉิมหมักน้ำ 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 53.35 b |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 1:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 46.65 b |
| ว่านพระฉิมหมักกากน้ำตาล 5:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 68.37 b |
| แมงลักคาหมักกากน้ำตาล 3:1 ปริมาตร 600 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร | 32.30 ab |
| C.V (%) | 68.50 |

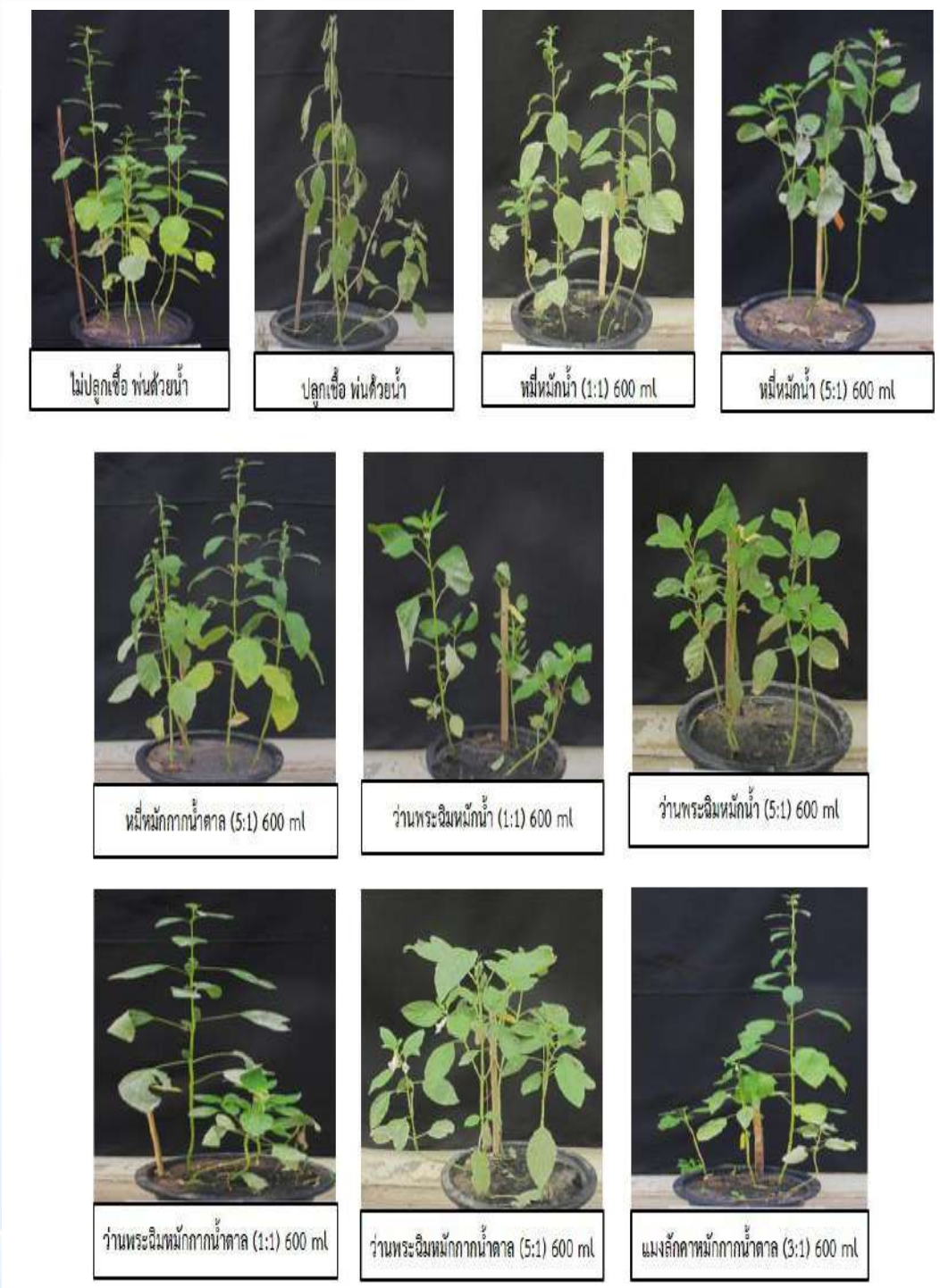
**หมายเหตุ** [1/]เป็นข้อมูลจาก backtransform scale

ในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

**ภาคผนวก**




**ภาพผนวกที่ 1** แสดงอาการเกิดโรคไหม้ดำของงาหลังจากปลูกเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ในงาอายุ 45 วันหลังปลูกเชื้อ จากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี




**ภาพผนวกที่ 2** แสดงอาการเกิดโรคเน่าดำของงาหลังจากปลูกเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอายุ 45 วันหลังปลูกเชื้อ จากศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักจากพืชป่าเพื่อควบคุมโรคไหม้ดำที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคเน่าดำที่เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* ในงาอินทรีย์ ปี 2567 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี

# การทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลปาล์มน้ำมันด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด

# Prediction of oil content in oil palm mesocarp using Near Infrared Spectroscopy

**เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1/] สุภาวดี นาคแท้[2/] อรวรรณ จิตต์ธรรม[2/] วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[1/]**

**Pensiri Jumradshine[1/] Supawadee Nakhthae[2/] Orawan Jittham[2/] Vichanee Ormzubsin[1/]**

## ABSTRACT

Oil palm breeding and seed production process needs to select the parental oil palm tree which is necessary to determine the oil per bunch according to the standards validation of Dura and oil palm hybrids (Tenera). Analyzing palm oil contents required lots of oil palm bunch samples, take time and chemical. The objective of current research was to evaluate the oil contents in fresh mesocarp, dried mesocarp and fine dried mesocarp of oil palm fruit by using FT-NIRS (MPA). Four hundred samples were collected from various locations and varieties. Samples were analyzed for oil contents by fat extraction (SoxtecTM) and by scanning with FT-NIRS at wavelength 800-2500 nanometer. The OPUS program was to use for partial last square regression. The modeling showed high coefficient of consideration (R2 = 0.96-0.98). The squared error of prediction (RMSECV) of fresh mesocarp, dried mesocarp and fine dried mesocarp were 1.72, 2.41 and 1.99%, respectively. While the averages of difference between actual and NIR values (Bias) of fresh mesocarp, dried mesocarp and fine dried mesocarp were 0.0158, -0.0169 and -0.000954% respectively. The mean percentage difference in accuracy of all samples was not different. The results suggested that NIRS technique is effective to estimate oil contents in fresh mesocarp, dried mesocarp and fine-dried mesocarp for quality assurance.

**Keywords:** oil content; oil palm; mesocarp; Near Infrared Spectroscopy

[1/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 126 หมู่ 4 ตำบลท่าอุแท อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84340

[1/] Suratthani Oil Palm Research Center, 126 Moo 4, Tha Uthae Sub-district, Kanchanadit District, Suratthani Province, 84340

[2/] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ 68 หมู่. 1 ตำบลห้วยน้ำขาว อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ 81120

[2/] Krabi Oil Palm Research Center, 68 Moo 4, Huay Nam Khao Sub-district, Khlong Thom District, Krabi Province, 81120

**บทคัดย่อ**

กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันและการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์มีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันเพื่อประเมินปริมาณน้ำมันต่อทะลายปาล์มน้ำมันตามมาตรฐานของลูกผสมเทเนอรา และดูรา ซึ่งต้องใช้ตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันเป็นจำนวนมาก ใช้ระยะเวลานาน และใช้สารเคมีในการวิเคราะห์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบดของปาล์มน้ำมันแบบรวดเร็วด้วยเครื่อง FT-NIRS (MPA) โดยใช้ตัวอย่างเปลือกผลปาล์มน้ำมันจำนวน 400 ตัวอย่าง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ช่วงความยาวคลื่น 800-2500 nm นำตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยเครื่องสกัดไขมัน (SoxtecTM) สร้างสมการถดถอยร่วมกับค่าสเปกตรัมของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้งและเปลือกผลแห้งบด โดยใช้โปรแกรม OPUS ผลการศึกษาพบว่า สมการทำนายปริมาณน้ำมันในเปลือกผลปาล์มมีค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณาสูง (R2 = 0.96-0.98) โดยเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบด มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการทำนาย (RMSECV) คือ 1.72 2.41 และ 1.99% ตามลำดับ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) ของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบด มีค่า 0.0158 -0.00954 และ -0.0169% ตามลำดับ เมื่อทดสอบความใช้ได้ของสมการพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความแม่นยำไม่แตกต่างกัน จากการทดลองสรุปได้ว่าเทคนิค NIRS สามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณน้ำมันในเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบดของปาล์มน้ำมันในระดับการทำนายเพื่อการประกันคุณภาพได้

**คำหลัก :** ปริมาณน้ำมัน; ปาล์มน้ำมัน; เปลือกผล; แสงย่านใกล้อินฟราเรด

**บทนำ**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตในปี 2565 ทั้งหมด 6.15 ล้านไร่ มีผลผลิตออกสู่ตลาด 18.4 ล้านตัน ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 2.99 ตัน/ไร่/ปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) และปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพการผลิตน้ำมันสูงสุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ มีการใช้ประโยชน์น้ำมันปาล์มในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆหลายประเภททั้งด้านอาหาร และด้านพลังงาน ทำให้มีแนวโน้มเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามความต้องการน้ำมันปาล์มในประเทศที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมไบโอดีเซล และอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคัล ทำให้มีความต้องการวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมเหล่านี้ จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณน้ำมันต่อทะลาย น้ำมันเมล็ดใน ปริมาณแคโรทีน และวิตามินอีสูง การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันมีการคัดเลือกสายพันธุ์ดูราและสายพันธุ์เทนอรา/พิสิเฟอราที่เป็นพ่อและแม่พันธุ์สำหรับสร้างคู่ผสมและผลของการทดสอบคู่ผสมจะทำให้ทราบพันธุ์พ่อแม่ที่จะนำไปทำการผลิตลูกผสมเทเนอราเพื่อการขยายพันธุ์ โดยทั่วไปการคัดเลือกประชากรสายพันธุ์แม่และลูกผสมเทเนอรามีมาตรฐานน้ำมันต่อเปลือกแห้งโดยน้ำหนักมากกว่า 65% และน้ำมันต่อเปลือกสดโดยน้ำหนักมากกว่า 45%

ตามมาตรฐานของ SIRIM (Kushiriand Rajanadu, 2000) ซึ่งโดยทั่วไปการวิเคราะห์น้ำมันของเปลือกผลปาล์มน้ำมันใช้สารเคมี (Soxhlet extraction method) เป็นวิธีมาตรฐานที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูง แต่มีค่าใช้จ่ายสูงและใช้ระยะเวลาการวิเคราะห์นาน จึงมีการนำเทคนิค FT-NIRS มาช่วยวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในเปลือกผลปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างเปลือกผลปาล์มน้ำมันจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว และปราศจากสารเคมี รวมทั้งเป็นวิธีที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ดังนั้นเทคนิค NIRS จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ซึ่งในปัจจุบันมีการนำเทคนิค FT-NIRS ช่วยในการตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของอาหาร เกษตรและยามากขึ้น มีงานวิจัยการใช้ NIRS ประเมินปริมาณน้ำมันและความชื้นในเมล็ดชาน้ำมัน (Yinzhong et al., 2018) และมีการประเมินน้ำมันของผลปาล์มน้ำมันสามารถทำนายปริมาณน้ำมันได้อย่างแม่นยำเช่นกัน (รณฤทธิ์ และคณะ, 2554) นอกจากนี้ยังมีการนำ NIRSไปประยุกต์ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำองุ่นซึ่งสามารถทำนายปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อย่างแม่นยำ (พรอารีย์ และคณะ, 2564) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงนำเทคนิค NIRs มาใช้ในการสร้างสมการสำหรับทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกแห้งบดละเอียด เพื่อลดการใช้สารเคมี ระยะเวลาการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำมัน และนำไปใช้ประโยชน์ในขั้นตอนของการคัดเลือกประชากรแม่พันธุ์และลูกผสมเทเนอราในโครงการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

**อุปกรณ์**

1. ตัวอย่างเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบด
2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ FT-Near Infrared Spectrophotometer (MPA, Bruker), Fat Analysis (Soxtec$^{TM}$ 8000, Foss), เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตู้อบลมร้อน เครื่องบด
3. สารเคมี Hexane
4. วัสดุสิ้นเปลือง ได้แก่กระดาษกรอง หลอดกระดาษกรอง และสำลี

**การเตรียมและการวัดตัวอย่าง** : นำผลปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี และพันธุ์การค้าทั่วไป จำนวน 400 ตัวอย่าง มาหั่นเปลือกผลสดเป็นแผ่นบางๆ นำเปลือกสดไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrum) ด้วยเครื่อง Fourier Transform Near Infrared Spectrometer (FT-NIRS รุ่น MPA II, Bruker) จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 103 $^{0}$C ระยะเวลา 48 ชม. นำเปลือกผลแห้งไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง FT-NIRS จากนั้นนำเปลือกผลแห้งไปบดด้วยเครื่องปั่นจากนั้นและวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง FT-NIRS อีกครั้งโดยใช้ความยาวคลื่นทั้งหมดตั้งแต่ 800-2500 nm บันทึกข้อมูลการดูดกลืนแสงตัวอย่างละ 3 ครั้ง ด้วยโปรแกรม OPUS 7

**การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน** : นำเปลือกผลแห้งบดจำนวน 400 ตัวอย่างที่ผ่านการวัดค่าการดูดกลืนแสงไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันโดยวิธีการสกัดด้วยสารเคมี (Soxhletx extraction method) โดยนำตัวอย่างจำนวน 3 กรัม ชั่งตัวทำละลาย Hexane ปริมาณ 80 มิลลิลิตรลงในถ้วยอลูมิเนียม และนำเข้าเครื่องสกัดไขมันระยะเวลาการต้มตัวอย่าง 120 นาที การชะล้าง 60 นาที การระเหย 15 นาที และนำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 103 $^{0}$C ระยะเวลา 30 นาที จากนั้นนำน้ำมันที่ได้มาคำนวณปริมาณน้ำมันของตัวอย่าง ซึ่งปริมาณน้ำมันของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลบด มีค่าทางเคมีตัวเดียวกันเพื่อใช้เปรียบเทียบลักษณะการเตรียมตัวอย่างต่อประสิทธิภาพของสมการ

**สร้างและปรับปรุงสมการ** : สร้างสมการเทียบมาตรฐานจากการนำค่าการดูดกลืนแสงจากความยาวคลื่นทั้งหมดของสเปกตรัม (full spectrum) ของFT-NIRS มาสร้างสมการ โดยใช้เทคนิควิธีการถดถอยน้อยที่สุดบางส่วน (Partial Least Square; PLS) ด้วยโปรแกรม OPUS 7 โดยมีตัวแปรอิสระ (X) คือข้อมูลคลื่นแสงที่ดูดกลืนที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม (Y) คือค่าปริมาณน้ำมัน ปรับข้อมูลของตัวอย่างในกลุ่ม calibration set ให้มีความเหมาะสมด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ ค่าทางเคมีของตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างสมการของของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลบด มีปริมาณน้ำมันอยู่ระหว่างช่วง 32.69 - 78.48%

**ทดสอบประสิทธิภาพของสมการทำนาย**

1 การพิสูจน์แบบไขว้ (full cross validation) ตัวอย่างที่นำมาทดสอบแบบจำลองเป็นตัวอย่างชุดเดียวกับชุดมาตรฐานทั้งหมดที่ใช้สร้างสมการโดยการตัดตัวอย่างมาตรฐานตัวที่ 1 ออกจากชุดตัวอย่างมาตรฐานและใช้ตัวอย่างมาตรฐานที่เหลือสร้างการสร้างสมการ นำสมการที่ได้ประเมินค่าปริมาณน้ำมันของตัวอย่างที่ 1 ที่ตัดออกไป หลังจากนั้นใส่ตัวอย่างมาตรฐานที่ 1 กลับไปในสมการและตัดตัวอย่างมาตรฐานตัวที่ 2 ออกจากชุดตัวอย่างมาตรฐาน และทำซ้ำจนกระทั่งครบทุกตัวอย่าง จากนั้นประเมินประสิทธิภาพสมการจากค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา ($R^2$) ที่มีค่าสูงและเข้าใกล้ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองจากการทำนาย (RMSECV) และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) ที่มีค่าต่ำและเข้าใกล้ 0 (ปานมนัส , 2556)

2 การทดสอบการประเมิน (prediction testing) โดยการนำตัวอย่างชุดใหม่มาทำการวิเคราะห์การเตรียมตัวอย่างการวิเคราะห์ต้องอยู่ในสภาพเดียวกัน การเตรียมตัวอย่างทำเช่นเดียวกับชุดตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้สร้างสมการการทำนายทุกขั้นตอน และค่าทางเคมีของชุดทดสอบต้องอยู่ในช่วงของชุดมาตรฐาน ทำการวัดค่าดูดกลืนของสเปคตรัมของเปลือกผลสด จำนวน 90 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณน้ำมันอยู่ระหว่างช่วง 65.1-75.8% เปลือกผลแห้ง จำนวน 140 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณน้ำมันอยู่ระหว่างช่วง 63.7-77.1% และเปลือกผลแห้งบด จำนวน 160 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณน้ำมันอยู่ระหว่างช่วง 63.7-77.2%

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### การสร้างสมการความสัมพันธ์

#### สมการทำนายปริมาณน้ำมันจากเปลือกผลสด

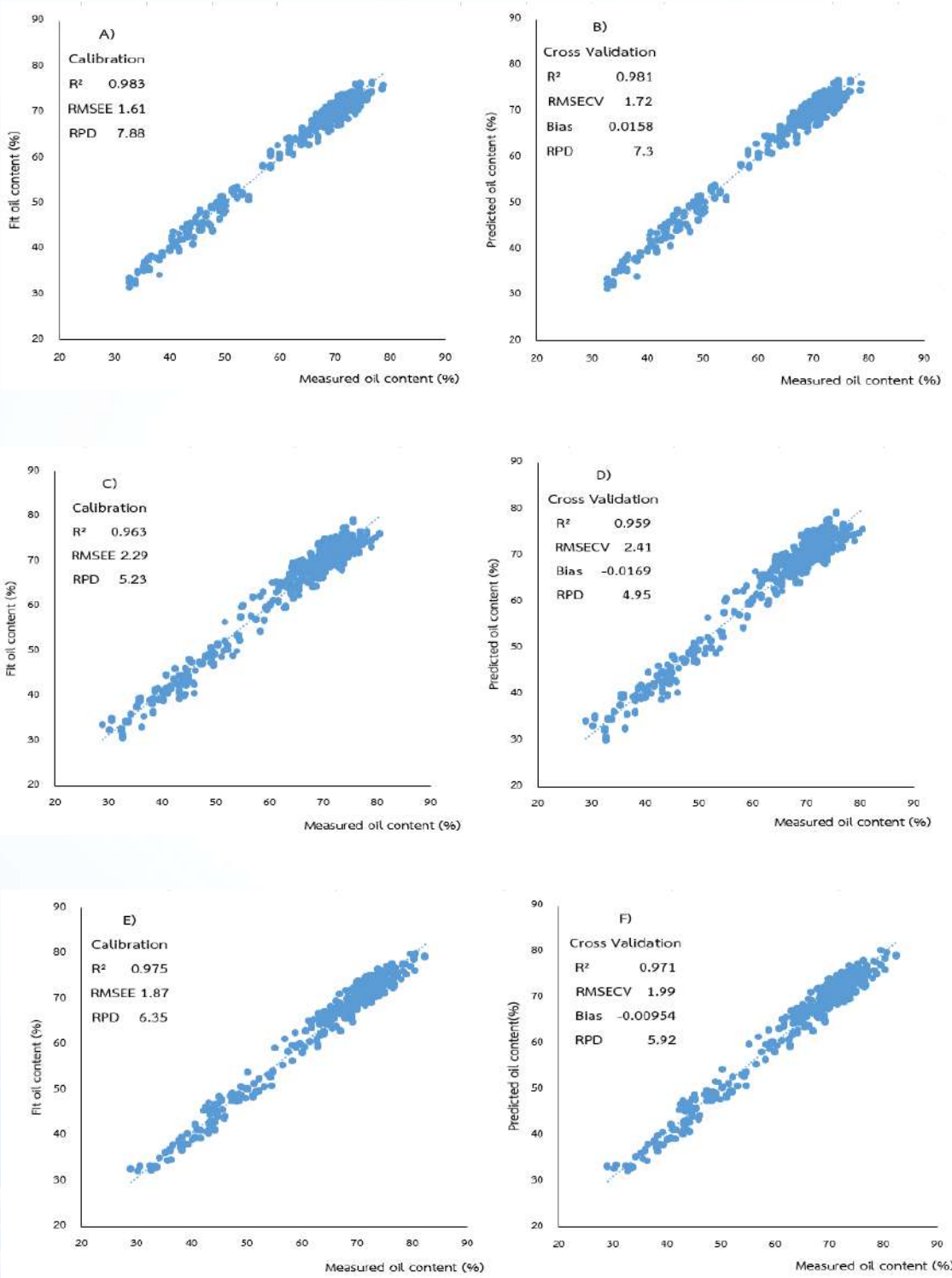
นำค่าสเปคตรัมที่วัดได้จาก FT-NIRS และค่าปริมาณน้ำมันจากวิธี Sochlet มาสร้างสมการสำหรับการวัดค่าปริมาณน้ำมันในเปลือกผลสด ได้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา ($R^2$-cal) เท่ากับ 0.98 และมีค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายปริมาณน้ำมันในกลุ่มสร้างสมการ 1.61 (ภาพที่ 1A) และเมื่อนำสมการเทียบมาตรฐานไปใช้ทำนายกับกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดสอบสมการ พบว่ามีค่า $R^2$-val เท่ากับ 0.98 ซึ่งถือว่าสมการเทียบมาตรฐานดังกล่าวมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณน้ำมันของกลุ่มตัวอย่างใหม่ได้ เนื่องจากเมื่อพิจารณาค่า RPD ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของปริมาณน้ำมันพบว่ามีค่า 7.3 (ภาพที่ 1B) และค่าการตัดสินใจการเลือกใช้สมการดูจากค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา ($R^2$) อยู่ระหว่างช่วง 0.92-0.96 และค่าอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของค่าทางเคมีกับค่าความผิดพลาดมาตรฐานการทนายในชุดทดสอบ ควรมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 5 และ RPD ควรมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 6.5-8 จึงสามารถนำไปใช้ในการประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่และรวมถึงการประกันคุณภาพได้ (Willams, 2007)

#### สมการทำนายปริมาณน้ำมันจากเปลือกผลแห้ง

นำค่าสเปคตรัมที่วัดได้และค่าปริมาณน้ำมัน สร้างสมการสำหรับการวัดค่าปริมาณน้ำมันในเปลือกผลแห้ง ได้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา ($R^2$-cal) เท่ากับ 0.96 และมีค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายปริมาณน้ำมันในกลุ่มสร้างสมการ 2.29 (ภาพที่ 1C) และเมื่อนำสมการเทียบมาตรฐานไปใช้ทำนายกับกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดสอบสมการ พบว่ามีค่า $R^2$-val เท่ากับ 0.96 ซึ่งถือว่าสมการเทียบมาตรฐานดังกล่าวมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณน้ำมันของกลุ่มตัวอย่างใหม่และสามารถนำไปพัฒนาต่อให้ประสิทธิภาพของสมการมีความแม่นยำขึ้นเพื่อใช้ในระดับควบคุมคุณภาพ เนื่องจากเมื่อพิจารณาค่า RPD ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของปริมาณน้ำมันพบว่ามีค่า 4.95 (ภาพที่ 1D) ซึ่งอาจจะเกิดจากการบรรจุตัวอย่างเปลือกผลแห้งที่มีอัดตัวแน่นน้อยกว่าเปลือกสดและเปลือกแห้งบด ทำให้เกิดช่องว่างมาก มีการสะท้อนกลับของแสงน้อย ค่าของการดูดกลืนแสงของเส้นสเปกตรัมจะมีสูงกว่าตัวอย่างที่มีการบดอัดตัวแน่นมาก

#### สมการทำนายปริมาณน้ำมันจากเปลือกผลแห้งบด

นำค่าสเปคตรัมที่วัดได้และค่าปริมาณน้ำมัน สร้างสมการสำหรับการวัดค่าปริมาณน้ำมันในเปลือกผลแห้ง ได้สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา ($R^2$-cal) เท่ากับ 0.97 และมีค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายปริมาณน้ำมันในกลุ่มสร้างสมการ 1.87 (ภาพที่ 1E) และเมื่อนำสมการเทียบมาตรฐานไปใช้ทำนายกับกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดสอบสมการ พบว่ามีค่า $R^2$-val เท่ากับ 0.97 และค่า RPD เท่ากับ 5.39 (ภาพที่ 1F) ซึ่งถือว่าสมการเทียบมาตรฐานดังกล่าวมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณน้ำมันของกลุ่มตัวอย่างใหม่ได้ และสามารถนำไปพัฒนาต่อ




**ภาพที่ 1** ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำมันจากค่าวิเคราะห์จริงกับค่าประเมินโดยโปรแกรม PSL จากเครื่อง NIRs

a) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการมาตรฐานของเปลือกผลปาล์มน้ำมันสด

b) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายในของเปลือกผลปาล์มน้ำมันสด

c) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการมาตรฐานของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้ง

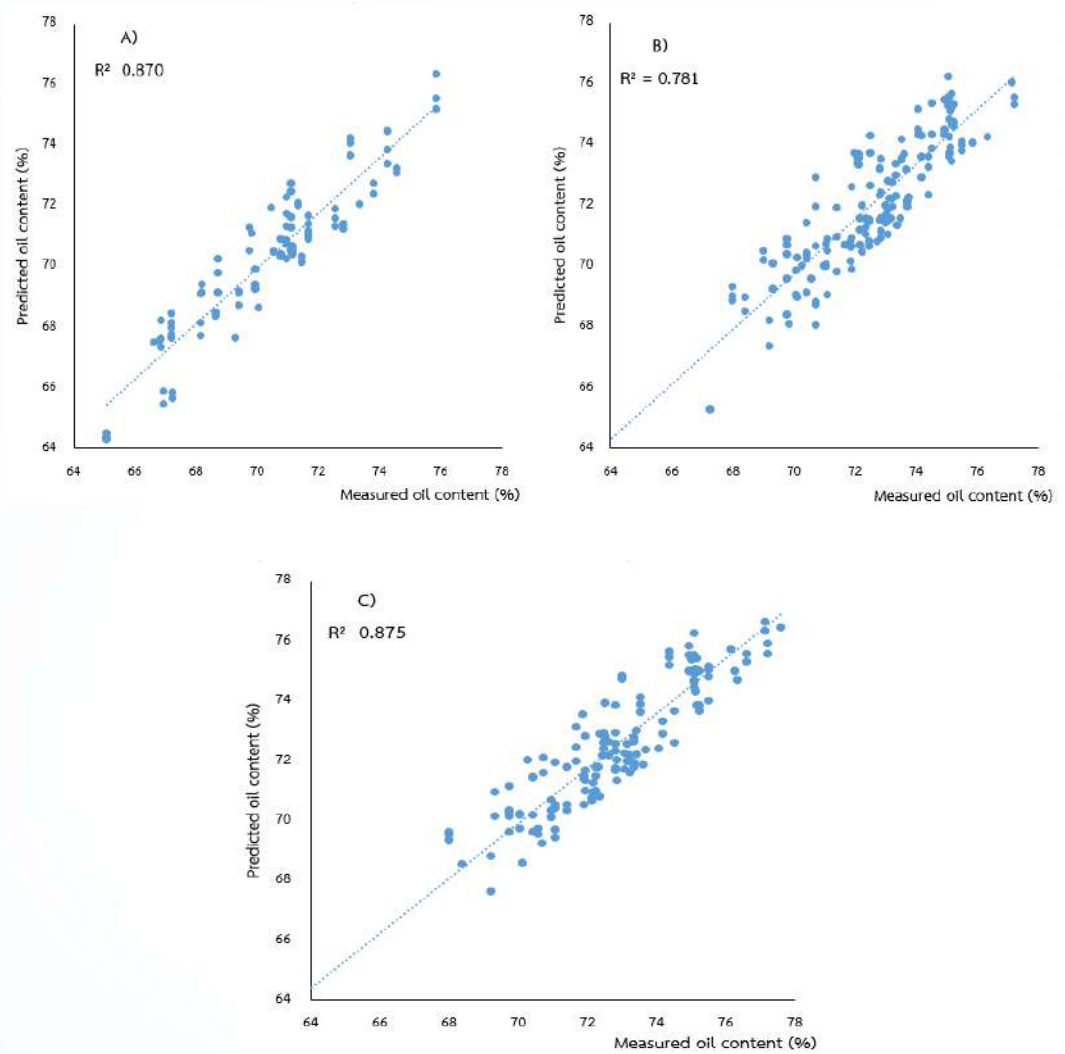
d) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายในของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้ง

e) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการมาตรฐานของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้งบด

f) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายในของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้งบด

**การทดสอบความแม่นยำของสมการ**

นำตัวอย่างใหม่ เปลือกผลสด จำนวน 90 ตัวอย่าง เปลือกผลแห้ง 140 ตัวอย่าง และเปลือกผลแห้งบด 160 ตัวอย่าง ไปแสกนสเปคตรัมให้เครื่อง FT-NIRS ทำนายปริมาณน้ำมันในตัวอย่างจากสมการของเปลือกผลสด เปลือกผลแห้ง และเปลือกผลแห้งบด เพื่อทดสอบความแม่นยำและเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของปริมาณน้ำมัน โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการสกัดไขมันและวิเคราะห์ด้วยสมการที่สร้างขึ้นจาก FT-NIRS ของเปลือกผลสดมีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่างช่วง -1.65–1.58% และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.870 (ภาพที่ 2A) ค่าทำนายจากสมการที่สร้างขึ้นจาก FT-NIRS ของเปลือกผลแห้งมีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่างช่วง -1.76-2.65% และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.781 (ภาพที่ 2B) และสำหรับเปลือกผลแห้งบดละเอียด มีค่าทำนายจากสมการที่สร้างขึ้นจาก FT-NIRS มีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่างช่วง -1.84-1.76% และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.87 (ภาพที่ 2C) ซึ่งความแตกต่างของปริมาณน้ำมันของตัวอย่างไม่ควรเฉลี่ยเกิน 3% จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการทดสอบความแม่นยำของสมการมีค่าน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การพิจารณาของสมการเทียบมาตรฐานและสมการทดสอบประสิทธิภาพสมการทำนาย มีผลจากการสุ่มตัวอย่างเปลือกแห้งบดละเอียดที่มีปริมาณน้ำมันสูงตัวอย่างจะจับตัวเป็นก้อนทำให้ตัวอย่างที่ได้มีค่าปริมาณน้ำมันคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานในการสุ่มตัวอย่าง




**ภาพที่ 2** ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำมันจากค่าวิเคราะห์จริงกับค่าประเมินโดยโปรแกรม PSL จากเครื่อง NIRs
a) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายนอกของเปลือกผลปาล์มน้ำมันสด
b) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายนอกของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้ง
c) ค่าประเมินปริมาณน้ำมันจากสมการเทียบมาตรฐานด้วยวิธีการตรวจสอบภายนอกของเปลือกผลปาล์มน้ำมันแห้งบด

## สรุปผลการทดลอง

การประเมินปริมาณน้ำมันของเปลือกผลปาล์มน้ำมันด้วยแสงย่านใกล้อินฟาเรด (FT-NIRS) โดยการสร้างสมการถดถอยน้อยที่สุดบางส่วน (PLS) สามารถทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลสดได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำสูง (R2-val = 0.98) และมี Bias 0.0158 และสมการการทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลแห้งและเปลือกผลแห้งบดมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในระดับการทำนายเพื่อประกันคุณภาพได้ แต่ยังต้องมีการพัฒนาต่อให้ประสิทะภาพของสมการมีความแม่นยำมาก ดังนั้นการใช้ FT- NIRS สามารถประยุกต์ใช้ทำนายปริมาณน้ำมันในเปลือกผลสด ในการคัดเลือกกลุ่มประชากรปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา และดูรา ได้ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาการเตรียมตัวอย่างได้อย่างน้อย 3 วันและประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

**คำขอบคุณ**

งานวิจัยการทำนายปริมาณน้ำมันของเปลือกผลปาล์มน้ำมันด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรดด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรดอยู่ภายใต้โครงการวิจัยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนปีงบประมาณ 2566 สามารถดำเนินการจนสำเร็จได้ด้วยความร่วมมือของบุคลากรหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณคณะอนุกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการและติดตามประเมินผลแผนงานวิจัยกรมวิชาการเกษตร และคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ที่ให้คำแนะนำให้คำปรึกษา และตรวจแก้ไขงานวิจัย และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณะผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน เกษตรกรแปลงปาล์มน้ำมัน เกษตรตำบลและเกษตรอำเภอทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ที่ช่วยดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามแผนการดำเนินงานได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยฯ

**เอกสารอ้างอิง**

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2556. เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีสำหรับผลผลิตเกษตรและอาหาร. แหล่งข้อมูล: www.nirsresearch.com.

พรอารีย์ ศิริผลกุล, ปาริชาติ เทียนจุมพล และพลกฤษณ์ มณีวระ. 2564. การประเมินคุณภาพน้ำองุ่นด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและเคโมเมทริกซ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29: 540-547.

รณฤทธิ์ ฤทธิรณ, สุรีพร ณรงค์วงศ์วัฒนา, ปวีณา เอี่ยวเอม, มณีรัตน์ วงศ์จันทร์ และภรวรรณ นิจจรัลกุล. 2554. การประเมินปริมาณน้ำมันของผลปาล์มน้ำมันด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรด (NIR). วิทยาศาสตร์เกษตร 42: 71-74.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ผลผลิตและพื้นปลูกปาล์มน้ำมันปี 2565: ข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมัน. แหล่งข้อมูล: https://palm.dit.go.th/FarmYear.aspx?y=2565.

Kushiri A. and rajanaidu N. 2000. Breeding Populations, Seed Production and nursery management. P. 39-96. In: Advances in Oil Palm Research. Malaysian Palm oil Board. Kuala Lumpur.

Williams, P. 2007. Application to agricultural and marine products. In Near-Infrared Spectroscopy. P. 165-218. In: Food Science and Technology. John Wiley and Sons, Inc. Publication, New Jersey.

Yingzhong, Z., L. Zhang, J. Wang, X. Tang, H. Wu, M. Wang, W. Zeng, Q. Mo, Y. Li, J. Li, Y. Huang, B. Xu, and M. Zhang. 2018. Rapid Determination of the oil and Moisture Contents in Camellia gauchowensis Chang and Camellia semiserrata Chi Seed Kernels by Near-infrared Reflectance Spectroscopy. Molecules. 23: 2332.