ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

Research and Development on Value-added from Biological Diversity of Plants Mushrooms Microorganisms and Natural Enemies for Sustainable Conservation and Utilization

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นางกัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์

Kunyaporn Pipithsangchan

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ประเทศไทยมีความโดนเด่นด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่า โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ สารประกอบมูลค่าสูง หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพทางการแพทย์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตลาดเติบโตอย่างมาก กรมวิชาการเกษตรในฐานะเป็นหน่วยงานหลักที่สร้างประโยชน์จากความหลากหลายของทรัพยากรทางชีวภาพ เป็นหน่วยงานที่เป็นแหล่งเก็บรวบรวมและอนุรักษ์พืชและจุลินทรีย์ทางการเกษตรที่มีความหลากหลายของชนิดและสายพันธุ์จำนวนมาก และเล็งเห็นความสำคัญของการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชและจุลินทรีย์ โดยมีการจัดตั้งธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ เพื่ออนุรักษ์และเก็บรักษาทรัพยากรพันธุกรรม และนำมาใช้ประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนารวมถึงปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดียิ่งขึ้น โดยคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเข้าสู่เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ แปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และพัฒนาเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรชีวภาพ ด้วยการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ศึกษาหาสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสร้างอาชีพจากฐานทรัพยากรชีวภาพและมีรายได้เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนและสามารถพึ่งพาตนเองได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อรวบรวมและอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืช เห็ด จุลินทรีย์ ศัตรูธรรมชาติ ในธนาคารเชื้อพันธุ์ เพื่อสร้างฐานพันธุกรรมให้มีความหลากหลาย และจัดทำฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

2.2 เพื่อปรับปรุง/คัดเลือกสายพันธุ์พืชพื้นบ้าน เห็ด ที่มีลักษณะเด่น ให้ผลผลิตสูง ตรงกับความต้องการของตลาด และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้ได้คุณภาพและเหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมในการผลิตเป็นอาชีพ และเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

2.3 เพื่อศึกษาศักยภาพของพืช จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการผลิตภาคการเกษตร

2.4 เพื่อสร้างนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อสร้างมูลค่าผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

3. ระเบียบวิธีวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 6 โครงการวิจัยย่อย คือ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 มุ่งเน้นพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ผ่านการวิจัยสารสำคัญและสารออกฤทธิ์ทางจากไพลดำ พร้อมทั้งข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ ข้อมูลทางพันธุกรรมชีวภาพ และเทคโนโลยีการอนุรักษ์ โครงการวิจัยย่อยที่ 2 มุ่งเน้นพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพและเวชสำอาง ของสารสำคัญและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชสกุลปุด พร้อมทั้งข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ข้อมูลทางพันธุกรรมและเทคโนโลยีการอนุรักษ์ โครงการวิจัยย่อยที่ 3 มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิต้านทานโรคจากการประเมินสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะเขือพวง พร้อมด้วยการประเมินเชื้อพันธุ์ วิธีการอนุรักษ์และการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ โครงการวิจัยย่อยที่ 4 เพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์ มุ่งเน้นการปรับปรุงเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ ให้มีผลผลิตสูงและคุณภาพดี พร้อมทั้งเทคโนโลยีการตรวจสอบสารพันธุ์เห็ดด้วยเครื่องหมายโมเลกุล โครงการวิจัยย่อยที่ 5 มุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีศักยภาพจากตั๊กแตนและจัดการฐานข้อมูลตั๊กแตน และโครงการวิจัยย่อยที่ 6 มุ่งเน้นการพัฒนาเป็นต้นแบบปุ๋ยชีวภาพจากแบคทีเรียที่เหมาะสมกับการผลิตพืชไร่ในพื้นที่แห้งแล้ง

กรมวิชาการเกษตร

4. งบประมาณที่ใช้ (ปี 2565) 6,440,240 บาท และระยะเวลาที่ดำเนินงาน (1 ต.ค. 2564 - 31 มี.ค. 2566)

5. ผลการวิจัย

5.1 การวิจัยด้านพืช

สามารถเก็บรวบรวมความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรมของไพลดำ พืชสกุลปุด และมะเขือพวง ได้จำนวน 40 ตัวอย่างพันธุ์ ประกอบด้วยเชื้อพันธุกรรมไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์ เชื้อพันธุกรรมพืชสกุลปุด 10 ตัวอย่างพันธุ์ (5 ชนิด) และเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวง 10 ตัวอย่างพันธุ์ โดยทั้งหมดถูกเก็บอนุรักษ์ไว้ที่ธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร พร้อมทั้งข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของไพลดำและพืชสกุลปุด และข้อมูลการประเมินเชื้อพันธุ์มะเขือพวง ดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ตำแหน่ง *ITS* สามารถใช้ในระบุชนิดไพลดำและพืชสกุลปุด และเครื่องหมายโมเลกุล SSR มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายที่ใช้ในการตรวจสอบและจัดจำแนกไพลดำ ได้วิธีการขยายจำนวนไพลดำในสภาพปลอดเชื้อด้วยการเลี้ยงในอาหารสูตร MS ในขณะที่พืชสกุลปุดใช้วิธีฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมแตกต่างกันระหว่าง *E. araneosa* และ *E. littoralis* ปริมาณซีรัมโบนจากเหง้าไพลดำถูกใช้เกณฑ์การคัดเลือกไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อขยายต้นพันธุ์และศึกษาอายุการเก็บเกี่ยว พืชสกุลปุดมีน้ำมันหอมระเหยเป็นสารกลุ่มโมโนเทอร์พีนและเซสควิเทอร์พีน ไพลดำมีฤทธิ์ต้านการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* ในขณะที่ *E. araneosa* และ *E. littoralis* ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก *Bacillus subtilis* และยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ *Pseudomonas aeruginosa* นอกจากนี้ *E. araneosa* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ส่วน *E. littoralis* ออกฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูง

5.2 การวิจัยด้านเห็ด

สามารถรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิรวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่างพันธุ์ แบ่งเป็นเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์ และเห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์ ได้ข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิต และได้คัดเลือกเชื้อพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง (เห็ดเป๋าฮื้อ 13 ตัวอย่างพันธุ์ และเห็ดยานางิ 5 ตัวอย่างพันธุ์) นอกจากนี้ยีน *ITS*, 28S และ *EF*-1α สามารถระบุชนิดเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ได้เป็น *Pleurotus cystidiosus* และระบุชนิดเห็ดยานางิทั้ง 24 ตัวอย่างพันธุ์ได้เป็น *Agrocybe cylindracea* และ *A. chaxingu*

5.3 การวิจัยด้านศัตรูธรรมชาติ

สามารถเก็บตัวอย่างตั๊กแตนได้จำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์และเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลง ได้แก่ *Patanga succincta*, *Locusta migratoria*, *Aiolopus thalassinus*, *Gastrimargus marmoratus*, *Oxya* sp., *Ceracris fascita*, *Pseudoxy diminuta*, *Spathosternum prasiniferum*, *Epistaurus aberrans*, *Atractomorpha* sp., *Apalacris varicornis*, *Acrida* sp. และ *Phlaeoba* sp. ซึ่งจะนำไปศึกษาสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในด้านปริมาณโปรตีน คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนการเพาะเลี้ยงจำนวนมากในระดับฟาร์ม

5.4 การวิจัยด้านจุลินทรีย์

สามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและมีคุณสมบัติทนแล้งจากพื้นที่แล้งซ้ำซาก และเก็บรักษาไว้ใน culture collection ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน จำนวน 150 ไอโซเลท โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไรโซเบียม 50 ไอโซเลท แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม 50 ไอโซเลท และแบคทีเรียละลายฟอสเฟต 50 ไอโซเลท ได้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้นของดินและค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และข้อมูลปริมาณโปรตีนทั้งหมด

กรมวิชาการเกษตร

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

6.1 ข้อเสนอแนะจากผลงานวิจัย

1) เปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนซึ่งเป็นพฤกษเคมีหลักในน้ำมันหอมระเหยในไพลดำจะแปรผกผันกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดหยาบ ดังนั้นการคัดเลือกตัวอย่างไพลดำที่มีศักยภาพเพื่อพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จึงต้องคำนึงถึงเป้าหมายเชิงเภสัชของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วย

2) ปุดช้าง *E. littoralis* เป็นชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดที่มีแนวโน้มมีศักยภาพทางเวชสำอางสูง ซึ่งให้ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูง เกี่ยวกับการลดจำนวนเม็ดสีผิว จึงต้องทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเวชสำอาง เพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะจากผู้วิจัย

ควรวิเคราะห์พฤกษเคมีในไพลดำเพิ่มเติมโดยเฉพาะกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและสมานกระดูก เพื่อคัดเลือกแหล่งพันธุ์ที่มีศักยภาพสำหรับพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เชิงเภสัชจากไพลดำ และควรมีการดูแลเรื่องการให้น้ำที่เพียงพอและบำรุงรักษาเชื้อพันธุ์กรรมพืชสกุลปุดและมะเขือพวงในช่วงเริ่มต้นการปลูกและระหว่างฤดูแห้ง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียเชื้อพันธุกรรม เนื่องจากปริมาณสารอาหารจากตั๊กแตนที่เลี้ยงในฟาร์มแตกต่างจากตั๊กแตนที่เก็บมาจากสภาพธรรมชาติ จึงต้องทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปและเติมเต็ม (fortified) สารอาหารที่ขาดและมีความจำเป็นทางโภชนาการ และเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากพื้นที่แล้งซ้ำซากควรได้รับการทดสอบประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อดูความคงที่ของกิจกรรมเอนไซม์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาแตกต่างจากเดิมมากน้อยเพียงไร

7. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

7.1 ประโยชน์ที่เกิดต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง นักวิจัยสามารถนำเชื้อพันธุ์พืช เห็ด แมลง และจุลินทรีย์ที่ได้เก็บรวบรวมและอนุรักษ์ไว้ในกรมวิชาการเกษตรไปศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น พฤกษเคมีและฤทธิ์ชีวภาพ คุณค่าโภชนาการ ผลผลิต และประสิทธิภาพทนแล้ง เพื่อคัดเลือกตัวอย่างพันธุ์ที่มีศักยภาพสำหรับพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพเหล่านั้น

7.2 ประโยชน์ทางวิชาการ ตัวอย่างเชื้อพันธุ์พืช เห็ด แมลง และจุลินทรีย์ที่อนุรักษ์ไว้ในกรมวิชาการเกษตรเป็นแหล่งเรียนรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ พร้อมข้อมูลพฤกษศาสตร์และพฤกษเคมีของพืช ข้อมูลสัณฐานวิทยาและผลผลิตของเห็ดและตั๊กแตน รวมถึงข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์ทนแล้ง สามารถถ่ายทอดสู่สาธารณชน เพื่อให้นักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อวิจัยต่อยอด

7.3 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ กรมวิชาการเกษตรสามารถนำข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช เห็ด แมลง และจุลินทรีย์ ไปให้ความรู้และถ่ายทอดสู่สาธารณชน เกิดประโยชน์ด้านวิชาการเพื่อให้นักวิจัย นักวิชาการ และผู้ที่สนใจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อวิจัยต่อยอด และประโยชน์ด้านสังคมเพื่อให้เกษตรกรและชุมชนท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นของตน และนำไปสู่การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

8. การเผยแพร่ผลงานวิจัย

อยู่ระหว่างการเตรียมต้นฉบับงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการ โดยหัวข้องานวิจัยที่จะตีพิมพ์เกี่ยวข้องกับข้อมูลพฤกษศาสตร์ พันธุกรรม และพฤกษเคมีของไพลดำและพืชสกุลปุด การประเมินสัณฐานวิทยาของมะเขือพวง และลักษณะผลผลิตของเชื้อพันธุ์เห็ด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากมะเขือพวงจะนำไปเผยแพร่ในงานมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2566 (Thailand Research Expo 2023) ที่จะจัดขึ้นในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 นี้

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนมีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อรวบรวมและอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืช เห็ด จุลินทรีย์ ศัตรูธรรมชาติ ในกรมวิชาการเกษตร 2) เพื่อปรับปรุง/คัดเลือกสายพันธุ์พืชพื้นบ้าน เห็ด ที่มีลักษณะเด่น ให้ผลผลิตสูง ตรงกับความต้องการของตลาด และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้ได้คุณภาพและเหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมในการผลิตเป็นอาชีพ และเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร 3) เพื่อศึกษาศักยภาพของพืช จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการผลิตภาคการเกษตร และ 4) เพื่อสร้างนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อสร้างมูลค่าผลิตภัณฑ์ชีวภาพ โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 6 โครงการวิจัยย่อยซึ่งมีการดำเนินงาน 3 ปี (พ.ศ. 2565-2567) ผลการดำเนินงานในปีแรกของแต่ละโครงการย่อยสามารถสรุปได้ดังนี้ โครงการวิจัยย่อยไพลดำ: สามารถอนุรักษ์ไพลดำ (*Z. ottensii*) ที่เก็บรวบรวมจาก 14 จังหวัดทั่วประเทศไทย20 ตัวอย่างพันธุ์ไว้ในกรมวิชาการเกษตร โดยคัดเลือกตัวแทนจากภูมิภาคต่างๆ 6 ตัวอย่างพันธุ์มาเพิ่มปริมาณในสภาพปลอดเชื้อเพื่ออนุรักษ์ด้วยวิธีชะลอการเจริญเติบโต แผนภาพความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของไพลดำที่สร้างจากดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างไพลดำที่พบทางภาคใต้และที่พบในภูมิภาคอื่น นอกจากนี้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด SSR 25 คู่ไพรเมอร์มีศักยภาพในการจัดจำแนกไพลดำจากพืชสกุลขิงอื่นได้ สามารถระบุชนิดองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของเหง้าไพลดำด้วยเทคนิค GC-MS ได้ 29 ชนิดโดยพบซีรัมโบนเป็นองค์ประกอบหลัก (36.6-52.7%) ไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์ถูกคัดเลือกโดยใช้เปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนเป็นเกณฑ์ก่อนนำมาเพาะขยายต้นพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้ออย่างน้อย 400 ต้นเพื่อใช้ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อน้ำมันหอมระเหยในปีถัดไป การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่าไพลดำเพชรบุรี-1, ปทุมธานี-1 และเชียงราย-2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขณะที่เชียงใหม่-1 แสดงฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus aureus* โครงการวิจัยย่อยพืชสกุลปุด: สามารถเก็บรวบรวมพืชสกุลปุดได้ 10 ตัวอย่างพันธุ์และระบุชนิดตามลักษณะสัณฐานวิทยาร่วมกับการยืนยันด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* ได้ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *E. littoralis, E. araneosa, E. maingayi, E. pauciflora* และ *E. yunnanensis* นอกจากนี้ยังพบว่า *E. littoralis* มีลักษณะของสีดอกได้มากกว่า 1 ลักษณะ สำหรับเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นเนื้อเยื่อของ *E. littoralis* คือการแช่ในเอทานอล 90% ตามด้วยคลอร็อกซ์ 20% และ 15% ตามลำดับ ในขณะที่ *E. araneosa* ควรฟอกฆ่าเชื้อโดยแช่ในเอทานอล 95% ตามด้วยคลอร็อกซ์ 60% ก่อนเลี้ยงในอาหารสูตร MS องค์ประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดทั้ง 5 ชนิดจัดอยู่ในกลุ่มของโมโนเทอร์พีนและเซสควิเทอร์พีน สำหรับการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นพบว่าสารสกัดจาก *E. araneosa* (ETL38) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด นอกจากนี้สารสกัดจาก ETL38 และ ETL1 (*E. littoralis*) ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมลบ (*Bacillus subtilis*) และแกรมบวก (*Pseudomonas aeruginosa*) ได้ ขณะที่ ETL1 ยังแสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงอีกด้วย โครงการวิจัยย่อยมะเขือพวง: สามารถเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจากสวนแปลงเกษตรท้องถิ่นในหลายจังหวัดของประเทศไทยและเก็บอนุรักษ์ไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชได้จำนวน 10 เชื้อพันธุ์นำมาปลูกประเมินที่ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร โดยมีการประเมินเชื้อพันธุ์พืชโดยอ้างอิงจาก descriptor มะเขือของ International Board for Plant Genetic Resources, Rome , Italy (IBPGR) โดยเก็บ

กรมวิชาการเกษตร

บันทึกข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้านการเจริญเติบโตทางลำต้น 16 พารามิเตอร์และช่วงการเจริญพันธุ์ 33 พารามิเตอร์ ซึ่งตัวอย่างมะเขือพวงนี้จะนำไปใช้วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ต่อไป และได้อนุรักษ์ไว้ในห้องอนุรักษ์ระยะปานกลาง (5°C) และระยะยาว (-10°C) รวมทั้งเก็บไว้ในสภาพเยือกแข็ง (cryopreservation) และทดสอบความมีชีวิตในทุก 3 เดือน สำหรับห้องอนุรักษ์ระยะปานกลาง (5°C) และระยะยาว (-10°C) และสำหรับการเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็งนำออกมาทดสอบความมีชีวิตในในระยะเก็บรักษาที่ 0, 1, 7 วัน และ 1 ปีตามลำดับ โครงการวิจัยย่อยเห็ด: สามารถเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิรวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่างพันธุ์ แบ่งเป็นเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์ และเห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์ เพาะเลี้ยงเห็ดทั้งหมดในวัสดุเพาะขี้เลื่อยเพื่อศึกษาลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิต จากนั้นคัดเลือกเห็ดเป๋าฮื้อที่ให้ผลผลิตสูง ดอกเห็ดสีเทา ดอกสีครีม จำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์พร้อมกับคัดแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวจำนวน 320 เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว และคัดเลือกเห็ดยานางิที่มีลักษณะดอกสีน้ำตาลเข้ม จำนวนดอกต่อช่อและผลผลิตสูงจำนวน 5 ตัวอย่างพันธุ์และคัดแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวจำนวน 125 เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว เมื่อวิเคราะห์แผนภาพความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการที่สร้างจากยีนตำแหน่ง *ITS*, 28S และ *EF*-1α พบว่าเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์คือ *Pleurotus cystidiosus* ขณะที่เห็ดยานางิทั้ง 24 ตัวอย่างพันธุ์สามารถระบุชนิดได้เป็น *Agrocybe cylindracea* และ *A. chaxingu* โครงการวิจัยย่อยตั๊กแตน: สามารถเก็บรวบรวมตั๊กแตนและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลงได้จำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ *Patanga succincta*, *Locusta migratoria*, *Aiolopus thalassinus*, *Gastrimargus marmoratus*, *Oxya* sp., *Ceracris fascita*, *Pseudoxy diminuta*, *Spathosternum prasiniferum*, *Epistaurus aberrans*, *Atractomorpha* sp., *Apalacris varicornis*, *Acrida* sp. และ *Phlaeoba* sp. ซึ่งตัวอย่างตั๊กแตนทั้งหมดจะนำไปศึกษาสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในด้านปริมาณโปรตีน คุณค่าทางโภชนาการตลอดจนการเพาะเลี้ยงจำนวนมากในระดับฟาร์ม โครงการวิจัยย่อยแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช: สามารถเก็บรวบรวมและคัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจากพื้นที่แล้งซ้ำซาก 5 จังหวัดจำนวน 150 ไอโซเลท ได้แก่ ไรโซเบียม 50 ไอโซเลท แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม 50 ไอโซเลท และแบคทีเรียละลายฟอสเฟต 50 ไอโซเลท ได้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้นของดิน (1.67-25.12%) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (4.81-7.56) ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (25.69-401.23 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) รวมถึงได้ข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ACC deaminase อยู่ในช่วง 2.10×10^{-4} ถึง 3.52×10^{-2} หน่วยต่อมิลลิลิตร และกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ดังกล่าวอยู่ในช่วง 1.62×10^{-6} ถึง 9.84×10^{-5} หน่วยต่อไมโครกรัมโปรตีน นอกจากนี้ยังสามารถสร้าง in-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ และจัดเก็บข้อมูลของแต่ละไอโซเลทลงในระบบฐานข้อมูลจุลินทรีย์ด้วย

ศรีบูรพา

Abstract

The aims of " Research and Development on Value-added from Biological Diversity of Plants Mushrooms Microorganisms and Natural Enemies for Sustainable Conservation and Utilization" project is: 1) to conserve plant germplasms, mushrooms, microorganisms, and natural enemies in the Department of Agriculture (DOA)'s gene banks, 2) to select the plant species and mushroom strains that confer the outstanding characters, high yields, and meet the market demand to increase the farmers' income, 3) to reduce the agricultural production cost, and 4) to create the prototypes from the potential germplasms. This project consists of 6 sub-projects which have been performed for 3 years (2022-2024). The first-year performances of each sub-project could be summarized as follows:

***Zinger ottensii* sub-project**: Twenty accessions of *Z. ottensii* obtained from 14 provinces were conserved in DOA. Six accessions were selected for *in vitro* propagation for the slow growth conservation. The phylogenic tree based on *ITS* locus revealed the genetic variation between *Z. ottensii* collected from southern part and other regions of Thailand. Also, 25 candidate gene based SSR markers could distinguish *Z. ottensii* from other *Zingiber* spp. Twenty-nine constituents of rhizome oils were identified using GC-MS with zerumbone as a major component (36.6-52.7%). Ten accessions were chosen using zerumbone criterion and then *in vitro* multiplicated at least 400 plantlets before being studied the effect of harvesting time on the rhizome oils next year. For bioactivity assays, three accessions including Phetchaburi-1, Pathum Thani-1, and Chiang Rai-2 exhibited high antioxidant activities, while Chiang Mai-1 showed *Staphylococcus aureus* inhibition.

***Etlingera* spp. sub-project**: Ten samples were collected and identified the morphological characters as 5 species including *E. littoralis, E. araneosa, E. maingayi, E. pauciflora* and *E. yunnanensis*, which were confirmed by *ITS* sequences. Moreover, *E. littoralis* petal color showed up to 1-character types. For *in vitro* culture, the suitable sterile condition of *E. littoralis* explants were soaking in 70% ethanol, 20% Clorox, and 15% Clorox, while *E. araneosa* tissues should be sterilized with 95 % ethanol and 60% Clorox before being cultured on MS medium. The constituents of volatile oils from 5 *Etlingera* samples were categorized into monoterpenes and sesquiterpenes. The crude extract of *E. araneosa* (ETL38) exhibited the highest antioxidant activity. Moreover, ETL38 and ETL1 (*E. littoralis*) extracts could inhibit *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas aeruginosa*, whereas ETL1 also showed high anti-tyrosinase activity.

Turkey-berry sub-project: Ten accessions of Turkey-berry seeds, which were collected from various local gardens in different provinces of Thailand, were conserved in DOA Genebank. They cultivated and collected the data of the morphological characteristic followed by

กรมวิทยาศาสตร์

Descriptor of International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy (IBPGR). There were 16 parameters in vegetative growth period and 33 parameters for reproductive growth stage. The collected turkey – berry fruit will be further studied their potential of antioxidant activity, phenolic compound and flavonoid content. The study of seed conservation technique also was done at medium term storage room (5°C) and long-term storage room (-10°C) including in cryopreservation. The germination test (GT) for 5°C and -10°C were done in every 3 months but for cryopreservation taking the seeds out from LN for germination test also were conducted in 0, 1, 7 days, and 1 year, respectively.

Mushroom sub-project: Fifty mushroom samples were collected and classified as abalone (26 samples) and yanagi (24 samples). All samples were cultivated in the sterilized sawdust before being investigated the morphological characteristics and production. Thirteen abalones were chosen because of theirs high production with gray and cream colors of fruiting body, and 320 monokaryotic mycelium were isolated, whereas 5 yanagi samples with dark brown color and high production were selected and 125 monokaryotic mycelium were isolated. The phylogenic tree of all samples was constructed based on *ITS*, *28S* and *EF-1*α sequences. All 26 abalones could be identified as *Pleurotus cystidiosus*, while 24 yanagi samples were classified as *Agrocybe cylindracea* and *A. chaxingu*.

Grasshopper sub-project: Thirteen grasshopper species were collected and maintained in the laboratory including *Patanga succincta*, *Locusta migratoria*, *Aiolopus thalassinus*, *Gastrimargus marmoratus*, *Oxya* sp., *Ceracris fascita*, *Pseudoxy diminuta*, *Spathosternum prasiniferum*, *Epistaurus aberrans*, *Atractomorpha* sp., *Apalacris varicornis*, *Acrida* sp., and *Phlaeoba* sp. This result will apply for the research in the next coming year to study high species performance in protein content, nutrition quality as well as mass rearing at farming level.

Plant growth-promoting Bacteria sub-project: One hundred and fifty bacteria isolates were collected from the drought areas of 5 provinces which included 50 rhizobium isolates, 50 potassium solubilizing bacteria isolates, and 50 phosphate solubilizing bacteria isolates. Their physical and chemical data were carried out such as soil moisture values (1.67-25.12%), soil pH (4.81-7.56), total protein content (25.69-401.23 µg/ml). Moreover, the ACC deaminase activity ranged from 2.10×10^{-4} to 3.52×10^{-2} units/ml and the specific activity of ACC deaminase ranged from 1.62×10^{-6} to 9.84×10^{-5} units/µg of protein. In addition, in-house library of drought-tolerant bacteria was constructed using MALDI-TOF apparatus and the obtained data was then stored in the microbial database system.

กรมวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในปีแรก (ปี 2565) นี้ ขอขอบพระคุณที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตรด้านอนุรักษ์และเทคโนโลยี คุณขนิษฐา วงศ์วัฒนารัตน์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของกลุ่มวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิจัยการอารักขาพืช และกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีส่วนสนับสนุนในการดำเนินงานโครงการวิจัยในปีแรกนี้ให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดียิ่ง คณะวิจัยหวังว่าโครงการวิจัยในปีแรกนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการต่อยอดผลิตภัณฑ์ต่อไป

กัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์
หัวหน้าโครงการวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทสรุปผู้บริหาร 2

บทคัดย่อ 5

Abstract 7

กิตติกรรมประกาศ 9

สารบัญ 10

สารบัญตาราง 14

บทที่ 1 บทนำ 15

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน 29

บทที่ 3 ผลการศึกษา 32

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล 83

เอกสารอ้างอิง 102

ภาคผนวก 111

ภาคผนวก 1 111

ภาคผนวก 2 311

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเก็บรวบรวมไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์จาก 6 ภูมิภาคของประเทศไทย 32

ภาพที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ที่พบในประเทศไทย 33

ภาพที่ 3 แผนภูมิความสัมพันธ์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของไพลดำและพืชสกุลขิงที่สร้างด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง ITS 35

ภาพที่ 4 ตรวจสอบความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิงจำนวน 6 ตัวอย่าง ประกอบด้วยไพลดำ 2 ตัวอย่าง (A และ Q1) กระทือ 2 ตัวอย่าง (K2 และ K11) ขิง 1 ตัวอย่าง (K17) และไพลเหลือง 1 ตัวอย่าง (K22) ในไพรเมอร์ SSR (SSRZOF53 และ GES486) ด้วยเครื่องแยกสารพันธุกรรมอัตโนมัติ QIAxcel Advanced System.....36

ภาพที่ 5 ต้นอ่อนไพลดำในสภาพปลอดเชื้อซึ่งเป็นตัวแทนจากภาคเหนือ (ก) ภาคกลาง (ข ค และ ง) และภาคใต้ (จ และ ฉ) สำหรับศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์ด้วยวิธีชะลอการเจริญเติบโต 37

ภาพที่ 6 โครมาโทแกรมขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ 4 ตัวอย่างพันธุ์ 38

ภาพที่ 7 ต้นอ่อนไพลดำในสภาพปลอดเชื้อ 10 ตัวอย่างพันธุ์ ที่คัดเลือกมาขยายต้นพันธุ์ก่อนอนุบาลในถุงดำ.....39

ภาพที่ 8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสีดอกปุดช้าง (*E. littoralis*) ที่พบในประเทศไทย A) สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีเหลือง B) สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีส้ม และ C) สีกลีบดอกและขอบของกลีบดอกมีสีแดง.....42

ภาพที่ 9 แผนภูมิความสัมพันธ์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของพืชสกุลปุดที่สร้างด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* 44

ภาพที่ 10 หน่ออ่อนของ *E. littoralis* (A) และ *E. araneosa* (B) ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อเลี้ยงบนอาหาร MS นาน 1 สัปดาห์.....46

ภาพที่ 11 ต้นอ่อนของ *E. littoralis* (A) และ *E. araneosa* (B) ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อเลี้ยงบนอาหาร MS นาน 8 สัปดาห์.....46

ภาพที่ 12 โครมาโทแกรมขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ 48

ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างผลการทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลลินทรีย์ *Bacillus subtilis* (A) และ *Pseudomonas aeruginosa* (B) กับสารสกัดหยาบของพืชสกุลปุดที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยหลุมที่ใส่แสดงผลการยับยั้งการเจริญของจุลลินทรีย์ได้.....50

ภาพที่ 14 แปลงเกษตรกรที่ดำเนินการเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจังหวัดศรีสะเกษ 52

ภาพที่ 15 เมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร 10 ตัวอย่าง.....53

ศรีวิชาการเกษตร

ภาพที่ 16 การเพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร 54
ภาพที่ 17 นำต้นกล้าที่เพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกรนำลงเพาะในกระบะเพาะ 54
ภาพที่ 18 ต้นกล้ามะเขือพวงในกระบะเพาะที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร 55
ภาพที่ 19 แปลงปลูกประเมินของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่าง ในพื้นที่โดยปลูกประเมินใช้ระยะห่างระหว่างต้น 2 * 2 เมตร.....55
ภาพที่ 20 ต้นกล้าของเกษตรกรนำไปปลูกเพื่อขยายสำหรับการเพิ่มปริมาณในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี 55
ภาพที่ 21 ต้นกล้าของมะเขือพวงปลูกเพื่อขยายสำหรับการเพิ่มปริมาณใน ศวส. ศรีสะเกษ 56
ภาพที่ 22 แปลงเกษตรกรที่ดำเนินการปลูกขยายเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจังหวัดปทุมธานี 56
ภาพที่ 23 แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงพันธุ์1 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ.....57
ภาพที่ 24 แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงพันธุ์ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ.....58
ภาพที่ 25 ลักษณะผลแก่ที่เก็บจากแปลงเพื่อมาคัดแยกเมล็ดพันธุ์.....58
ภาพที่ 26 ลักษณะเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบาวนการทำความสะอาด.....58
ภาพที่ 27 อุปกรณ์ทดสอบความงอกเมล็ดมะเขือพวง.....59
ภาพที่ 28 ขั้นตอนการทดสอบความงอกโดยบ่มในตู้เพาะ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.....59
ภาพที่ 29 การตรวจสอบความงอกที่ 14 วัน หลังเพาะ.....59
ภาพที่ 30 การตรวจสอบความงอกที่ 28 วัน หลังเพาะ 60
ภาพที่ 31 เมล็ดมะเขือพวงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์และปิดผนึกให้อยู่ในสภาพสุญญากาศ 60
ภาพที่ 32 การเตรียมถังไนโตรเจนเหลวเพื่อการเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็ง.....60
ภาพที่ 33 ลักษณะของดอกเห็ดเป๋าฮื้อ ทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตระยะเปิดดอกตั้งแต่เดือนมีนาคม – สิงหาคม 2565.....62
ภาพที่ 34 การเพาะทดสอบเห็ดยานางิ (ก.) เห็ดยานางิในโรงเรือนสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิขนาด 4×6 เมตร (ข.) เห็ดยานางิหลังเปิดดอก 8 - 10 วัน (ค.) ลักษณะดอกของเห็ดยานางิที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ 64
ภาพที่ 35 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ที่เพาะทดสอบในโรงเรือนของกรมวิชาการเกษตร.....64
ภาพที่ 36 ลักษณะความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของเห็ดยานางิ 2 ชนิด (ก.) *A. cylindracea* และ (ข.) *A. chaxing* 65
ภาพที่ 37 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิที่เกิดรอยปริ แตก หรือขอบดอกแห้ง แตก จากสภาพความความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนน้อยกว่า 70% ส่งผลต่อการเจริญและคุณภาพของดอกเห็ด 66

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 38 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *ITS* 68
ภาพที่ 39 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 28S rDNA.....69
ภาพที่ 40 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *EF*-1α 70
ภาพที่ 41 ผลการทดสอบการใช้ได้ของไพรเมอร์ SSR ใน 2% agarose gel ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ 6 ตัวอย่างพันธุ์ได้แก่ PC1 PC2 PC4 PC5 PC17 และ PC20 71.....71

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากไพลดำ 40

ตารางที่ 2 การปลอดเชื้อจุลินทรีย์ (เปอร์เซ็นต์) จากการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS นาน 6 สัปดาห์ 45

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งและน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ 47

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
  เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ
- ☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
  คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
  สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน
- ❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
  การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน 6,440,240 บาท

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ไทยเป็นหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตไวรัสโควิด-19 รัฐบาลได้เร่งแผนงานเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจประเทศ โดยใช้แนวคิดใหม่ คือ “โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน BCG” ที่จะเน้นการขับเคลื่อนพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว สร้างความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนต่อระบบเศรษฐกิจในระยะยาว และตอบโจทย์ประเทศไทยในยุคหลังสถานการณ์โควิดสร้างรายได้ประเทศในอนาคตให้สูงขึ้น

ภาคการเกษตรและอาหาร ถือว่าเป็นปัจจัยสี่ที่ทุกคน และทั่วโลกต้องใช้โดยเฉพาะด้านอาหาร จึงเป็นโอกาสที่ประเทศไทยจะสร้างความเข้มแข็งและพัฒนาศักยภาพด้านนี้อย่างต่อเนื่อง โดยการใช้จุดแข็งคือความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทยมาใช้ประโยชน์ ด้วยการเพิ่มความหลากหลายของผลผลิตทางการเกษตร การสร้างความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (Product Diversification) การสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ (Product Differentiation) ที่มีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่า การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ หรือการพัฒนาเป็นสารประกอบมูลค่าสูง (Functional Ingredient) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตลาดเติบโตอย่างมาก

แต่การผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพมักจะพบปัญหาที่สำคัญคือ การควบคุมคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่น ผลิตภัณฑ์ยาและเวชภัณฑ์ ยังไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากวัตถุดิบให้สารสำคัญยังไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่มีสารสำคัญสูง แหล่งปลูก สภาพภูมิอากาศ และกระบวนการผลิต มีผลกับสารสำคัญ สินค้าจากฐานทรัพยากรชีวภาพมีราคาถูกไม่หลากหลาย และทรัพยากรชีวภาพบางชนิดเสี่ยงใกล้สูญพันธุ์ นอกจากนี้ปัญหาภาคการเกษตรที่กำลังเผชิญอยู่คือสภาพภูมิอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง และปัจจุบันก็เผชิญกับภัยแล้ง ภาวะแหล่งน้ำที่ใช้เพาะปลูกไม่เพียงพอ เกิดปัญหาเรื่องศัตรูพืชอุบัติใหม่ขึ้น ทำให้การวัตถุดิบที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

กรมวิชาการเกษตรในฐานะเป็นหน่วยงานหลักที่สร้างประโยชน์จากความหลากหลายของทรัพยากรทางชีวภาพ เป็นหน่วยงานที่เป็นแหล่งเก็บรวบรวมและอนุรักษ์พืชและจุลินทรีย์ทางการเกษตรที่มีความหลากหลายของชนิดและสายพันธุ์จำนวนมาก และเล็งเห็นความสำคัญของการเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชและจุลินทรีย์ โดยมีการจัดตั้งธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ เพื่ออนุรักษ์และเก็บรักษาทรัพยากรพันธุกรรมไว้ให้ได้ยาวนานอันจะเป็นการป้องกันการเสื่อมพันธุกรรมหรือการสูญหายพันธุกรรมของพืช และนำมาใช้ประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนาทั้งในการพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดียิ่งขึ้น โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเข้าสู่เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ และแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และพัฒนาเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรชีวภาพ ด้วยการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ศึกษาหาสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสร้างอาชีพจากฐานทรัพยากรชีวภาพและมีรายได้เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนและสามารถพึ่งพาตนเองได้

โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้ทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทยที่มีความหลากหลายแก้ปัญหาประเทศโดยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน และสามารถฟื้นฟูประเทศให้เข้มแข็งหลังจากพบภัยพิบัติ โดยมีโจทย์วิจัย 5 ข้อ ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

โจทย์วิจัยที่ 1 การวิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพร และเสี่ยงใกล้สูญพันธุ์ ให้เป็นพืชที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ไพลดำที่มีฤทธิ์บรรเทาอาการปวดและสมานกระดูก และพืชสกุลปุดมีสารยับยั้งเม็ดสี

โจทย์วิจัยที่ 2 การวิจัยและพัฒนาพืชอาหารไทยที่มีสารออกฤทธิ์เสริมภูมิคุ้มกันโรค เพื่อส่งเสริมธุรกิจอาหารไทยทั่วโลก และสนับสนุนโครงการครัวไทยสู่ตลาดโลก โดยการคัดเลือกแหล่งพันธุ์มะเขือพวง ที่มีสารออกฤทธิ์เสริมภูมิคุ้มกันโรค และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมภูมิต้านทาน

โจทย์วิจัยที่ 3 การวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์เห็ดเศรษฐกิจที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เพื่อผลิตเป็นอาชีพ การเพาะเห็ดเป็นอาชีพหนึ่งที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรและชุมชนเกิดรายได้ เนื่องจากใช้เงินลงทุนไม่มาก ใช้พื้นที่น้อย มีกรรมวิธีการเพาะไม่ยุ่งยาก ให้ผลตอบแทนเร็ว ปี 2562 ประเทศไทยส่งออกเห็ดสด/เห็ดแช่เย็น คิดเป็นมูลค่า 129.03 ล้านบาท ส่งออกเห็ดแปรรูป คิดเป็นมูลค่า 416.4 ล้านบาท

โจทย์วิจัยที่ 4 การวิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน โดยคัดเลือกสายพันธุ์ตั๊กแตนเพื่อผลิตโปรตีนสูง ศึกษาเทคโนโลยีการเลี้ยงผลิตขยาย พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และพัฒนาแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูลความหลากหลายของตั๊กแตน

โจทย์วิจัยที่ 5 การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์แบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตร คัดเลือกสายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้สภาวะแล้งคล้ายคลึงกับพื้นที่แห้งแล้งเพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้สำหรับพืชไร่ที่ปลูกในพื้นที่แล้งซ้ำซากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วยลดต้นทุนการผลิตภาคการเกษตรจากการใช้ปุ๋ยเคมี ส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นตอบโจทย์เป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี คือ ยุทธศาสตร์ชาติที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และเป้าหมายของ ววน. คือ O3.10b ใช้การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ โดยมีตัวชี้วัดคือ KR3.10b.1 จำนวนองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ (100 ชิ้น) ผลผลิตที่จะได้จากโครงการนี้คือ ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพไปผลิตเชิงพาณิชย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบ/พันธุ์ที่มีคุณภาพ พร้อมเทคโนโลยีการผลิตที่ได้มาตรฐาน ซึ่งทำให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มได้สูง มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและรักษาทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมไว้ได้ในระยะยาว ตลอดจนบรรลุผลตามเป้าหมายที่ยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อรวบรวมและอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืช เห็ด จุลินทรีย์ ศัตรูธรรมชาติ ในธนาคารเชื้อพันธุ์ เพื่อสร้างฐานพันธุกรรมให้มีความหลากหลาย และจัดทำฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประโยชน์
2. เพื่อปรับปรุง/คัดเลือกสายพันธุ์พืชพื้นบ้าน เห็ด ที่มีลักษณะเด่น ให้ผลผลิตสูง ตรงกับความต้องการของตลาด และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้ได้คุณภาพและเหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมในการผลิตเป็นอาชีพ และเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร
3. เพื่อศึกษาศักยภาพของพืช จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการผลิตภาคการเกษตร
4. เพื่อสร้างนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อสร้างมูลค่าผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ขอบเขตการศึกษา

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นโดยอาศัยประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ และอนุรักษ์อย่างยั่งยืน โดยการเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมพืช เห็ด จุลินทรีย์ และแมลง อนุรักษ์และเก็บรักษาใน Biobank ของกรมวิชาการเกษตร เพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านอาหาร และทรัพยากรชีวภาพ เพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนเมื่อเกิดภัยพิบัติ พร้อมทั้งจัดทำฐานข้อมูลและการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย เพื่อให้นักวิจัย/นักปรับปรุงพันธุ์สามารถต่อยอดพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมต่อไป นอกจากนี้เชื้อพันธุกรรมนี้ยังเป็นวัตถุดิบเพื่อสร้างมูลค่าต่อไป โดยคัดเลือกพันธุ์ดี ที่มีสารสำคัญสูง หรือปรับปรุงปรุงพันธุ์ ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ให้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน นำมาสร้างมูลค่าแปรรูปผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีความหลากหลาย ผลที่ได้จากโครงการนี้คือ ได้ผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพที่มีคุณค่า ได้แก่ อาหารสุขภาพ เสริมภูมิต้านทาน โภชนเภสัช เวชสำอาง นวัตกรรมโปรตีนแมลง และปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ทนแล้ง เป็นต้น มีกระบวนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ สารสำคัญสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าและจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้น ก่อให้เกิดรายได้ โดยกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับผลประโยชน์ ได้แก่ เกษตรกร/ชุมชนมีพันธุ์ดี เทคโนโลยีการผลิต และรายได้เพิ่ม ภาครัฐ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์) มีพันธุ์ดี และเทคโนโลยีการผลิต เพื่อส่งเสริม ขยายผล ภาคเอกชน มีเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ของตนเอง เกิดธุรกิจชีวภาพเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการจ้างงานมากขึ้น โรงพยาบาล/คลินิก มีโภชนเภสัช/เวชสำอาง ภาคประชาชน ผู้บริโภคใช้ และขยายผลต่อไป ทำให้เกิดผลกระทบ คือ

ด้านเศรษฐกิจ : 1. เกิดอุตสาหกรรมชีวภาพ ที่มีความเข้มแข็ง ตอบสนองความต้องการของตลาดในและต่างประเทศ เป็นแหล่งจ้างงาน ทักษะสูงและรายได้สูงเพิ่มขึ้น 2. สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีความหลากหลายนำไปแข่งขันทางการตลาดสู่ตลาดโลก ทดแทนการนำเข้า และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ด้านสังคม : 1. เกษตรกรและชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความเป็นอยู่ดีขึ้น ในขณะเดียวกันชุมชนทำให้เกิดนวัตกรรมเพิ่มขึ้นจากโครงการ 2. ยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องของการผลิตอาหารมีคุณภาพ รวมถึง สุขภาพและการแพทย์ 3. ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีภูมิคุ้มกันโรคได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ประชาชนมีสุขภาพดี

ด้านสิ่งแวดล้อม : ลดการใช้สารเคมี โดยมีผลิตภัณฑ์ทดแทน และ Zero Waste จากการใช้วัสดุทางเกษตรหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่ร่วมสนับสนุนโครงการทั้งภาคเกษตรกร ชุมชน ภาคเอกชน ภาครัฐ และหน่วยงานต่างประเทศที่เชื่อมโยงและมีเครือข่ายร่วมกัน เพื่อให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย (ดังแผนภาพกรอบแนวความคิด)

แนวทางการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

เพื่อให้โครงการวิจัยมีการบริหารจัดการกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ เกิดประสิทธิผลเชื่อมโยงตั้งแต่ต้นจนจบ และนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยมีการบริหารจัดการและขับเคลื่อนดังนี้

1. ประชุมระดมกำลังสมอง เพื่อให้ตอบโจทย์ยุทธศาสตร์ชาติ ยุทธศาสตร์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พันธกิจและแผนปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร เป้าหมายของ ววน. ในการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันและ

มูลค่าทางเศรษฐกิจจาก BCG เพิ่มขึ้น โดยรวบรวมข้อมูล และกำหนดประเด็นปัญหา **ทำอย่างไร? จะสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ และสร้างความเข้มแข็งด้านอาหารและทรัพยากรชีวภาพให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน** โดยใช้วิธี SWOT Analysis วิเคราะห์ประเด็นปัญหา และกำหนดกลยุทธ์ โดยวิธีการวิเคราะห์ TOWS Matrix แล้วนำมากำหนดเป็นโจทย์วิจัย ได้กลยุทธ์เชิงรุก (SO), เชิงแก้ไข (WO), เชิงป้องกัน (ST), เชิงรับ (WT) และกำหนดทิศทางงานวิจัย ในโครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ ของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำโครงการวิจัย

2. การวางแผน และจัดทำโครงการวิจัยย่อยและโครงการวิจัย

2.1. กำหนดเป้าหมาย และตัวชี้วัด ตามระบบ OKRs ให้สอดคล้องกัน

โดยเลือกเป้าหมายยุทธศาสตร์ ววน. และพันธกิจและวิสัยทัศน์ของกรมวิชาการเกษตร เป็นตัวกำหนดเป้าหมายของโครงการ โครงการย่อย และโครงการให้สอดคล้องกัน

2.2 วิเคราะห์ความสำเร็จของโครงการวิจัย เพื่อให้การขับเคลื่อนได้ตามเป้าหมายในการจัดทำโครงการวิจัย และโครงการย่อย เพื่อให้เชื่อมโยงและสอดคล้องกับเป้าหมายนโยบายพันธกิจของกรมวิชาการเกษตร และแผน ววน. ของประเทศ โดยการวิเคราะห์ TSRI Canvas ดังภาพ

2.3 วิเคราะห์ Value Chain ของโครงการวิจัยก่อนดำเนินการ และหลังการดำเนินการว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ดังแสดงในแผนภาพดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

เป้าหมาย (O): สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากความหลากหลายทางชีวภาพพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ บนพื้นฐานการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

Partner

1. เกษตร/ชุมชน
2. โรงพยาบาล (5 แห่ง): วิชัยยุทธ์,รามา,ยะหา,จุฬา,สิชล
3. บ.ทุ่งสุวรรณออร์แกนิค
4. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
5. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ม. เกษตรศาสตร์
6. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)
7. มหาวิทยาลัยในประเทศ: ม.เชียงใหม่, ม.มหิดล., ม. เทคโนโลยีสุรนารี , ม.ราชภัฏพระนคร
8. มหาวิทยาลัย/องค์กรต่างประเทศ: Texas A&M U., US., National Singapore U.

\+ กรมวิชาการเกษตร (ทีมนักวิจัยที่เชี่ยวชาญ + องค์ความรู้ + Biobank เชื้อพันธุกรรมพืช เห็ด จุลินทรีย์ และแมลง)

ระบบขับเคลื่อน

วัตถุดิบ : พืช เห็ด จุลินทรีย์ แมลง → คัดเลือกพันธุ์ดี มีคุณภาพ: มีสารสำคัญสูง /ปรับปรุงพันธุ์ → เทคโนโลยีการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน → สร้างมูลค่าแปรรูปผลิตภัณฑ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

รวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ ใน Biobank และจัดทำฐานข้อมูล

เชื่อมโยงข้อมูล

ฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย

เสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหาร และทรัพยากรชีวภาพ โดยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน เพื่อรองรับการเกิดภัยพิบัติ

กลุ่มเป้าหมาย

เกษตรกร/ชุมชน
- มีพันธุ์ดี
- เทคโนโลยีการผลิต
- รายได้เพิ่ม

ภาครัฐ (กษ.)
- มีพันธุ์ดี
- เทคโนโลยีการผลิต
- ส่งเสริม ขยายผล

โรงพยาบาล/คลินิก
- มีโภชนเภสัช/เวชสำอาง

ภาคเอกชน
- มีเทคโนโลยีการผลิต
- เกิดธุรกิจเพิ่มขึ้น
- จ้างงานมากขึ้น

ภาคประชาชน
- ผู้บริโภคใช้ขยายผลต่อ

ผลกระทบ

ด้านเศรษฐกิจ : 1. เกิดอุตสาหกรรมชีวภาพ ที่มีความเข้มแข็ง ตอบสนองความต้องการของตลาดในและต่างประเทศ เป็นแหล่งจ้างงาน ทักษะสูงและรายได้สูงเพิ่มขึ้น 2. สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีความหลากหลายนำไปแข่งขันทางการตลาดสู่ตลาดโลก ทดแทนการนำเข้า และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ด้านสังคม : 1. เกษตรกรและชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดความเป็นอยู่ดีขึ้น ในขณะเดียวกันชุมชนทำให้เกิดนวัตกรรมเพิ่มขึ้นจากโครงการ 2. ยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องของการผลิตอาหารมีคุณภาพ รวมถึง สุขภาพและการแพทย์ 3. ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีภูมิคุ้มกันโรคได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้ประชาชนมีสุขภาพดี

ด้านสิ่งแวดล้อม : ลดการใช้สารเคมี โดยมีผลิตภัณฑ์ทดแทน และ Zero Waste จากการใช้วัสดุทางเกษตรหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

นักวิชาการ/นักปรับปรุงพันธุ์
- ต่อยอดงานวิจัย สร้างนวัตกรรมใหม่

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

Key Team

- สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
- กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
- กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
- สถาบันวิจัยพืชสวน

Key Partner

1. เกษตรกร/ชุมชน
2. โรงพยาบาล (5 แห่ง): วิชัยยุทธ, รามาธิบดี, ยะหา, จุฬาลงกรณ์, สิชล
3. บ.ทุ่งสุวรรณออร์แกนิค
4. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
5. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ม.เกษตร
6. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)
7. มหาวิทยาลัยในประเทศ: ม.เชียงใหม่, ม.มหิดล, ม.เทคโนโลยีสุรนารี, ม.ราชภัฏพระนคร
8. มหาวิทยาลัย/องค์กรต่างประเทศ: Texas A&M University, United State, National Singapore University

Key Methodology

- กระบวนการรวบรวม อนุรักษ์ และสร้างฐานข้อมูล
- กระบวนการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์
- กระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน
- กระบวนการแปรรูป

Key Activities

กลุ่มวิจัยที่ 1 การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทย นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์สู่ชุมชน

กลุ่มวิจัยที่ 2 ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

กลุ่มวิจัยที่ 3 พัฒนาสายพันธุ์เห็ดเศรษฐกิจและเห็ดพื้นเมืองที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เพื่อผลิตเป็นอาชีพ

กลุ่มวิจัยที่ 4 การเพิ่มมูลค่าสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของ ตั๊กแตนเพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

กลุ่มวิจัยที่ 5 การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ทนแล้งเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจ

Key Resources

- ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ และแปลงรวบรวมพันธุ์พืช
- ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย
- พิพิธภัณฑ์แมลง
- ห้องปฏิบัติชีวโมเลกุล
- ห้องปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์
- ห้องปฏิบัติการเฉพาะด้าน เช่น จุลินทรีย์ดิน
- ทีมนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญแต่ละสาขาของกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัย และสถาบัน
- ครุภัณฑ์และอุปกรณ์วัสดุวิทยาศาสตร์มีความทันสมัยและความพร้อม

Budget

ปีที่ 1 (2565)	6,440,240 บาท
ปีที่ 2 (2566)	11,341,060 บาท
ปีที่ 3 (2567)	11,143,500 บาท
รวม	28,924,800 บาท

Duration

3 ปี (2565-2567)

Project Value Preposition

ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพไปผลิตเชิงพาณิชย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบ/พันธุ์ที่มีคุณภาพ พร้อมเทคโนโลยีการผลิตที่ได้มาตรฐาน ได้แก่

1. ผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรพื้นบ้าน
   - ผลิตภัณฑ์ยาจากไพลดำ
   - เวชสำอางและโภชนเภสัชจากพืชสกุลปุด
2. ผลิตภัณฑ์จากพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทาน
   - อาหารเพื่อสุขภาพจากมะเขือพวง
3. ผลิตภัณฑ์จากเห็ด
   - เห็ดเป๋าฮื้อและยานางิสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ มีคุณภาพ
4. ผลิตภัณฑ์จากแมลง
   - อาหารเสริมโปรตีนสูงจากตั๊กแตน
5. ปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ส่งเสริมพืชทนแล้ง เหมาะสำหรับใช้ในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง

เริ่มต้น TRL3 เปลี่ยนเป็น TRL 6 เมื่อสิ้นสุดโครงการ

Key Outputs

1. ผลิตภัณฑ์/นวัตกรรม ที่เกิดจากความหลากหลายทางชีวภาพพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ จำนวน 11 ต้นแบบ
2. พันธุ์พืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติที่มีสารสำคัญสูงและศักยภาพในการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจ เพื่อสร้างมูลค่า ลดต้นทุนการผลิต จำนวน 5 พันธุ์/ชนิด
3. เทคโนโลยีการผลิตพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ เพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์/ควบคุมคุณภาพ สร้างมูลค่า ลดต้นทุนการผลิต จำนวน 5 เทคโนโลยี/กระบวนการ
4. พันธุ์พืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติที่อนุรักษ์ใน Biobank และฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหาร และการใช้ทรัพยกรชีวภาพอย่างยั่งยืน จำนวน 360 ตัวอย่างพันธุ์

Key Users

- อุตสาหกรรมธุรกิจชีวภาพ
- โรงพยาบาล/คลินิก/สถานพยาบาล
- เกษตรกร/ชุมชน/รัฐวิสาหกิจ
- ภาครัฐ ได้แก่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Platform OKRs

O3.1 : ยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้วยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม รวมถึงการพึ่งพา ตนเองอย่างยั่งยืน

KR3.1 : จำนวนองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจ หมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ (100 ชิ้น)

Program OKRs

O3.10b ใช้การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์

KR3.10b.1: จำนวนองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ (100 ชิ้น)

Sub Program OKRs

10b.1 การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) ด้านเกษตรและอาหาร

Outcome

สามารถนำต้นแบบไปผลิตเชิงพาณิชย์ได้จริง โดยมีวัตถุดิบ/พันธุ์ที่มีคุณภาพ เทคโนโลยีการผลิตที่ได้มาตรฐาน และต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่า

Impact

- เกิดอุตสาหกรรมชีวภาพเพิ่มมากขึ้น
- มูลค่าของอุตสาหกรรมชีวภาพเพิ่มขึ้น
- เกษตรกร/ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น

สำนักวิจัย กรมวิชาการเกษตร

Project Value Preposition

Key Users

- อุตสาหกรรมธุรกิจชีวภาพ
- โรงพยาบาล/คลินิก/สถานพยาบาล
- เกษตรกร/ชุมชน/รัฐวิสาหกิจ
- ภาครัฐ ได้แก่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Pain point

- ปัญหาการควบคุมคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ยาและเวชภัณฑ์ ยังไม่ได้ตามมาตรฐาน เนื่องจากวัตถุดิบให้สารสำคัญยังไม่สม่ำเสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่มีสารสำคัญสูง แหล่งผลิต สภาพภูมิอากาศ และกระบวนการผลิต มีผลกับสารสำคัญ
- สินค้าจากฐานทรัพยากรชีวภาพมีราคาถูก และไม่หลากหลาย
- ทรัพยากรชีวภาพบางชนิดเสี่ยงใกล้สูญพันธุ์

Gain point

- การเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรด้วยการดึงสารสำคัญหรือคุณสมบัติพิเศษที่มีอยู่ในสินค้าเกษตรและพืชสมุนไพร
- ผลิตภัณฑ์เป็นที่ต้องการของตลาด คือ อาหารที่มีส่วนช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค ผลิตภัณฑ์ยาและเวชภัณฑ์และผลิตภัณฑ์สมัยใหม่ (โปรตีนจากแมลง) ที่มีการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานสากล
- ผลิตภัณฑ์ชีวภาพมีความต้องการของตลาดสูง เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถทดแทนสารเคมี และลดการนำเข้า

Key Product and Service

ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพไปผลิตเชิงพาณิชย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบ/พันธุ์ที่มีคุณภาพ พร้อมเทคโนโลยีการผลิตที่ได้มาตรฐาน

Research and Development

1. วิจัยการอนุรักษ์ความหลากหลายของทรัพยากรพันธุกรรมพืช
2. พัฒนาและคัดเลือกความหลากหลายทางชีวภาพที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เช่น มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง ฯลฯ
3. พัฒนาประสิทธิภาพการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์
4. พัฒนาผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อสร้างมูลค่า

Environment

นโยบาย กฎหมายและ โครงสร้างที่เอื้อในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ

- นโยบายรัฐบาลได้เร่งแผนงานเพื่อฟื้นฟูเศรษฐกิจประเทศ โดยใช้แนวคิด “โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน BCG”
- โครงสร้างพื้นฐานสำคัญและสิ่งอำนวยความสะดวกสนับสนุน BCG
- กฎหมาย กฎระเบียบ ที่เกี่ยวข้องกับ BCG เอื้ออำนวยต่อการพัฒนา BCG
- การยกระดับเครือข่ายพันธมิตรต่างประเทศ BCG

ศรีบากาศิษฐ์

โครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ ของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

การวิเคราะห์ Value chain ก่อนดำเนินการ

กลุ่มวิจัย	ต้นน้ำ	กลางน้ำ	ปลายน้ำ
1. การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทย นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์สู่ชุมชน	• ไพลดำ: มีการรวบรวมพันธุ์บางส่วน และศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่าบรรเทาอาการปวดได้ดีที่สุดในพืชวงศ์ขิง และสมานกระดูกได้ดี • พืชสกุลปุด: ยังไม่มีการศึกษา ใช้ทำอาหารท้องถิ่นเก็บตามป่า	• ไพลดำ: มีการแปรรูปอย่างง่าย ให้กับชุมชน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เช่น ยาหม่อง น้ำมันหอมระเหย ปัญหาคือพืชวงศ์ขิงมีลักษณะคล้ายกันมาก แยกไม่ออก ในการใช้วัตถุดิบมาแปรรูป • พืชสกุลปุด: ได้เชื้อพันธุ์ปุดที่มีสารออกฤทธิ์สูง ที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	• ไพลดำ: ยาหม่อง น้ำมันหอมระเหย ช่องทางการขายตามชุมชนท้องถิ่น หรือสั่งทำ • พืชสกุลปุด: เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรพื้นบ้าน เช่น ครีมมาสก์หน้า และเวชสำอาง
2. ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์สร้างภูมิต้านทานโรค	• มีการรวบรวมเชื้อพันธุ์มะเขือพวง และศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางส่วน	• มีการแปรรูปไม่มาก นิยมบริโภคเป็นผักสดหรือประกอบอาหาร	• นิยมขายสดในตลาด และห้างสรรพสินค้า และส่งออกเป็นของสด มีปัญหาการเน่าเสียง่าย และการกีดกันทางการค้า
3. พัฒนาสายพันธุ์เห็ดเศรษฐกิจที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เพื่อผลิตเป็นอาชีพ	• มีสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดยานางิ ขายซึ่งได้จากการนำเข้า ทำให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ คุณภาพต่ำ เนื่องจากพันธุ์ไม่ตรงสายพันธุ์ สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม	• เห็ดเป๋าฮื้อนำมาแปรรูปเป็นเห็ดกระป๋อง • เห็ดยานางิ นำมาแปรรูปเป็นเห็ดอบกรอบ	• เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดยานางิ ขายเป็นบริโภคเห็ดสด และแปรรูปเป็นเห็ดเป๋าฮื้อกระป๋อง และเห็ดยานางิ อบกรอบ
4. การเพิ่มมูลค่าสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงเพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	• ตั๊กแตน ยังไม่มีการศึกษาสายพันธุ์โปรตีนสูง และมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารอย่างง่าย	• ตั๊กแตนทอดหรืออบทั้งตัว ราคา 220 - 280 บาท/กก ยังไม่มีผลิตภัณฑ์แปรรูปเป็นโปรตีนผงหรืออาหารสำเร็จรูปเชิงพาณิช	• ตั๊กแตนทอดหรืออบทั้งตัว ขายตามตลาดสด เป็นบางฤดูกาล
5. การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ทนแล้งเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจ	มีจุลินทรีย์ที่ใช้ทำเป็นปุ๋ยชีวภาพ แต่ยังไม่มีชนิดจุลินทรีย์ทนแล้ง/ทนเค็ม เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในสภาพทนแล้ง/ทนเค็ม	-	-

กรมวิชาการเกษตร

เปรียบเทียบ Value Chain ผลิตภัณฑ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

การวิเคราะห์ Value chain หลังดำเนินการ			
กลุ่มวิจัย	เดิม ต้นน้ำ	ใหม่ กลางน้ำ	ใหม่ ปลายน้ำ
1. การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทย นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์สู่ชุมชน	• ไพลดำ เหง้า ราคา 60-90บาท/กก. • ปุด ราคา 60 บาท/กก.	ได้ไพลดำ ที่มีสารออกฤทธิ์สูง - ครีมนวด ราคา 250 บาท/150 ก. - แผ่นเจล ราคา 100-200 บาท (50 แผ่น/แพ็ค) ได้ปุดที่มีสารออกฤทธิ์สูง - ผลิตภัณฑ์เวชสำอาง (ครีมมาสก์หน้า) ราคา 50-150 บาท/30 ก.	- เกิดธุรกิจชีวภาพ เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ โดยมีเกษตรกร/ชุมชน จ.ยะลาเข้าร่วมโครงการเป็นผู้ผลิตวัตถุดิบ ไพลดำ และพืชสกุลปุดให้ และมีเอกชน ได้แก่ โรงพยาบาลวิชัยยุทธ ร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์และขยายผลในการใช้รักษาโรงพยาบาลยะหา - เกษตร/ชุมชนมีพันธุ์พืชสมุนไพรที่มีคุณภาพ และเทคโนโลยีการปลูกตามความต้องการของตลาด
2. ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม	• มะเขือพวง 30.38 บาท /กก.	ได้พืชอาหารที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทาน • วาฟเฟิลมะเขือพวง 55-60 บาท/ชิ้น • มะเขือพวงอบกรอบ 1 ซอง หนัก 20 กรัม 80 บาท	- ถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบผลิตภัณฑ์ให้กับธุรกิจด้านอาหาร - เกษตร/ชุมชนมีพันธุ์พืชอาหารที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทาน ตามความต้องการของตลาด
3. พัฒนาสายพันธุ์เห็ดเศรษฐกิจและเห็ดพื้นเมืองที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เพื่อผลิตเป็นอาชีพ	• เห็ดเป๋าฮื้อ ราคา 50-60 บาท/กก. • เห็ดยานาง ราคา 190-240 บาท/กก.	ได้เห็ดเป๋าฮื้อพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพ ผลผลิตสม่ำเสมอ ผลิตเห็ดกระป๋อง ราคา 92 บาท/กระป๋อง ได้เห็ดยานางพันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพ ผลผลิตสม่ำเสมอ ผลิตเห็ดกระป๋อง ราคา 92 บาท/กระป๋อง	• ส่งเสริมและขยายผลให้ฟาร์มเกษตรกรเพาะเห็ดเป๋าฮื้อ/เห็ดยานาง • ให้บริการขายเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ/เห็ดยานาง คุณภาพดี ผลผลิตสูง สม่ำเสมอ

กรมวิชาการเกษตร

เปรียบเทียบ Value Chain ผลิตภัณฑ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

กลุ่มวิจัย	เดิม ต้นน้ำ	ใหม่ กลางน้ำ	ใหม่ ปลายน้ำ
4. การเพิ่มมูลค่าสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ จากความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	• ตั๊กแตนทอดหรืออบทั้งตัว ราคา 220 - 280 บาท/กก ยังไม่มีผลิตภัณฑ์แปรรูปเป็นโปรตีนผงหรืออาหารสำเร็จรูปเชิงพาณิช	สร้างมูลค่าศัตรูพืช/ศัตรูธรรมชาติ เพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ • ได้ชนิดตั๊กแตนกินได้ เทคโนโลยีการเพาะ และผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเด็กจาก Insect based-fortified protein	• บริษัททุ่งสุวรรณออร์แกนิค นำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงตั๊กแตน และต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปขยายผลเชิงพาณิชย์ และสร้างเครือข่ายการผลิตให้กับชุมชนและรัฐวิสาหกิจในการผลิตวัตถุดิบ • รพ.รามาธิบดี, รพ.จุฬาลงกรณ์ และรพ.สิชล ทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูงจากตั๊กแตน
5. การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ทนแล้งเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจ	มีจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพแต่ยังไม่มีการทดสอบคุณสมบัติในการทนแล้งและส่งเสริมให้พืชทนแล้ง 3 ชนิด ได้แก่ • แบคทีเรียไรโซเบียม • แบคทีเรียละลายฟอสเฟต • แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม	ได้ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ทนแล้งที่ส่งเสริมให้พืชทนต่อสภาวะแล้ง อย่างน้อย 2 ต้นแบบ • ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียไรโซเบียม • ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียละลายฟอสเฟต • ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม	• ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชัยภูมิ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมหาสารคาม และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 ร่วมกับเกษตรกรเครือข่ายทดสอบปุ๋ยชีวภาพ • ผู้ประกอบและวิสาหกิจชุมชนสามารถนำไปผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพในเชิงพาณิชย์ได้ • กรมวิชาการเกษตรให้บริการขายปุ๋ยชีวภาพที่ส่งเสริมให้พืชทนต่อสภาวะแล้ง • เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชไร่ได้แก่ อ้อย ถั่วลิสง ข้าว ข้าวโพด ได้ร้อยละ 1.2 ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 15–20% ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเกษตรกร

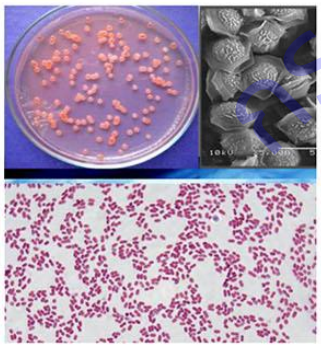
กรมวิชาการเกษตร

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์/นวัตกรรมจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ

ชนิด	ผลิตภัณฑ์/นวัตกรรม
ไพลดำ	ครีมนวดบรรเทาปวด แผ่นเจลบรรเทาปวด เฝือกอ่อนสมานกระดูก
พืชสกุลปุด	ครีมมาร์กหน้า อาหารเสริม สารสกัด/โภชนเภสัช
มะเขือพวง	วาฟเฟิลสุขภาพมะเขือพวง มะเขือพวงอบกรอบปรุงรส
เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานาง	เห็ดเป๋าฮื้อสายพันธุ์ใหม่ เห็ดยานางิสายพันธุ์ใหม่

กรมวิชาการเกษตร

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์/นวัตกรรมจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ

ชนิด	ผลิตภัณฑ์/นวัตกรรม
ตั๊กแตน 	 เทคโนโลยีการเลี้ยงตั๊กแตน ผลิตภัณฑ์จากตั๊กแตน
แบคทีเรียทนแล้งปุ๋ยชีวภาพ  คัดเลือกแบคทีเรียทนแล้งที่ส่งเสริมให้พืชทนต่อสภาวะแล้ง	ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ทนแล้งที่ส่งเสริมให้พืชทนต่อสภาวะแล้ง อย่างน้อย 2 ต้นแบบ

ระบบวิชาการ.ศธ

นิยามศัพท์

1. การเพาะเลี้ยงตั๊กแตน (grasshopper mass rearing) หมายถึง การผลิตขยายตั๊กแตนให้ได้ปริมาณมาก ทั้งในแง่ การผลิตในระบบปิด ในโรงเรือน หรือการผลิตในสภาพระบบเปิดที่มีการจัดการที่มิดชิด
2. การอนุรักษ์ (conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างฉลาด โดยใช้ให้น้อย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงระยะเวลาในการใช้ให้ยาวนาน และก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด
3. ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) หมายถึง หมายความถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ และความหลากหลายทางระบบนิเวศ
4. จีโนมิกส์ดีเอ็นเอ (genomic DNA) หมายถึง ข้อมูลทางพันธุกรรมในรูปของดีเอ็นเอทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ
5. ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode) หมายถึง ลำดับดีเอ็นเอช่วงสั้นๆ ในบริเวณที่จำเฉพาะของลำดับดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตที่มีความผันแปรสูงสามารถใช้ระบุสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดได้
6. ตัวอย่างพันธุ์ (accession) หมายถึง ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต อาทิเช่น พืช เห็ด และแมลง ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งต่างๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกจำแนกเป็นชนิดหรือสายพันธุ์
7. บรรจุภัณฑ์ภาวะฉุกเฉิน (meal-ready to eat packaging) หมายถึง บรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์โปรตีนจากตั๊กแตน ที่สามารถนำมาใช้ได้ ในช่วงเวลาที่ฉุกเฉินทันต่อเหตุการณ์
8. โปรตีนจากแมลง (insect-based protein) หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่ได้มาจากกรดอะมิโน ช่วยส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ผ่านกระบวนการผลิตจากแมลงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ โภชนาการจากแมลง
9. ไพรเมอร์ (DNA primer) หมายถึง ดีเอ็นเอสายสั้น ๆ ที่มีลำดับเบสเป็นคู่สมกับดีเอ็นเอแม่แบบ ซึ่งจะเข้าคู่กับด้าน 3′ ของดีเอ็นเอแม่แบบ โดยไพรเมอร์ทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่
10. โภชนาการจากแมลง (insect nutrition) หมายถึง คุณค่าทางโภชนาการจากแมลง ได้แก่ วิตามิน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่างๆ ที่ส่งเสริต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต
11. ลำดับนิวคลีโอไทด์ (nucleotide sequence) หมายถึง ชุดของอักษรที่แทนโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลหรือสายดีเอ็นเอ มีความสามารถที่จะขนส่งข้อมูลทางพันธุกรรม ได้แก่ A, C, G, และ T ซึ่งแทนหน่วยย่อย นิวคลีโอไทด์ของสายดีเอ็นเอ
12. เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (monokaryotic mycelium) หมายถึง เส้นใยของเห็ดที่เกิดจากการแบ่งตัวแบบ mitosis แต่ละเซลล์จะมีโครโมโซมเพียงชุดเดียว (haploid หรือ n=8) เรียกในอีกชื่อหนึ่งว่าเส้นใยขั้นแรก (primary mycelium)
13. แอพพลิเคชั่นการจัดการฐานข้อมูล (application for database management) หมายถึง ระบบหรือกระบวนการในการจัดการฐานข้อมูล เพื่อให้เข้าถึงได้ง่าย และมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1. วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ ของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 6 โครงการย่อย โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

โครงการย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทย เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์

สำรวจและรวบรวมไพลดำที่พบในประเทศไทย เพื่อศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และจัดทำพรรณไม้แห้งเป็นหลักฐานอ้างอิง จากนั้นศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไพลดำโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ ซึ่งข้อมูลดีเอ็นเอร่วมกับข้อมูลพฤกษศาสตร์จะนำไปสู่การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานของไพลดำ และยังศึกษาการจัดจำแนกไพลดำโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อตรวจสอบมาตรฐานวัตถุดิบไพลดำด้วย นอกจากนี้ไพลดำที่เก็บรวบรวมได้จะนำไปขยายพันธุ์และอนุรักษ์ในสภาพปลอดเชื้อ สำหรับการประเมินศักยภาพการใช้ประโยชน์ของไพลดำจะเริ่มจากการศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่มีผลต่อน้ำมันหอมระเหยของไพลดำอายุ 1 และ 2 ปี จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดหยาบจากเหง้าไพลดำที่ปลูกอายุ 1 และ 2 ปี รวมทั้งไพลดำจากแหล่งเดิมที่พบ มาศึกษาพฤกษเคมีและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดหยาบ รวมถึงศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีในไพลดำ เพื่อคัดเลือกแหล่งพันธุ์ของไพลดำที่มีศักยภาพสำหรับพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ครีมนวดแผ่นเจล และเฝือกอ่อน อนึ่ง องค์ความรู้จากการศึกษาทั้งหมดจะถูกรวบรวมและจัดทำเป็นข้อมูลเชิงวิชาการของไพลดำที่พบในประเทศไทย

โครงการย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทย เพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด โดยสำรวจและรวบรวมพืชสกุลปุดจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย ศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และจัดทำพรรณไม้แห้งเป็นหลักฐานอ้างอิงควบคู่ไปกับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยวิธีการทางอณูชีวโมเลกุลเพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อจัดกลุ่มอนุกรมวิธานของพืชสกุลปุดในประเทศไทยได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังศึกษาเทคโนโลยีการขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อและการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมของพืชสกุลปุดในสภาพเยือกแข็ง เพื่อการอนุรักษ์และการนำมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพฤกษเคมี องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย และฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ เพื่อคัดเลือกชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดที่มีศักยภาพพัฒนาต่อยอดเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ ตลอดจนนำชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดที่ศักยภาพโดดเด่นมาศึกษาเป็นต้นแบบพัฒนากระบวนการสกัดสารมาตรฐานและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงผลิตภัณฑ์โภชนเภสัชและเวชสำอาง ซึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาจะถูกรวบรวมและจัดทำข้อมูลเชิงวิชาการของพืชสกุลปุดในประเทศไทย เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความดังกล่าวสู่ชุมชน ส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้และตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลปุดในประเทศไทย

โครงการย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

รวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพของมะเขือพวงจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและประเมินลักษณะทางการเกษตรของมะเขือพวง รวมถึงจัดทำพรรณไม้แห้งเป็นหลักฐานอ้างอิง จากนั้นศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดเชื้อพันธุ์มะเขือพวงด้วยเทคนิคการอนุรักษ์ในสภาพเยือกแข็ง ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล เมื่อได้ข้อมูลทางพันธุกรรมของพืชแล้วจึงศึกษาข้อมูลด้านพฤกษเคมีและการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของในมะเขือพวง ได้แก่ Torvoside A และ Torvoside H ข้อมูลของมะเขือพวงทั้งลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางพันธุกรรม จะนำไปสู่การคัดเลือกแหล่งพันธุ์มะเขือพวงที่โดดเด่นเพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เบเกอรี่วาฟเฟิลสุขภาพมะเขือพวงและมะเขือพวงอบกรอบปรุงรส

โครงการย่อยที่ 4 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ เพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์

<u>กิจกรรมที่ 1</u> การปรับปรุงสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ ให้มีผลผลิตสูง คุณภาพดี ดำเนินการรวบรวมสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ เพาะทดสอบการเกิดดอกและการให้ผลผลิตของเห็ดทั้งสองชนิด คัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา นำมาคัดเลือกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว และปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (Di-mon mating) เพาะทดสอบการให้ผลผลิต ศึกษาลักษณะและคุณภาพดอกเห็ดลูกผสมเปรียบเทียบกับเห็ดสายพันธุ์แม่เห็ด (สายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตร) จากนั้นคัดเลือกเห็ดลูกผสมที่ให้ผลผลิตดีและลักษณะดีอย่างน้อย 3 สายพันธุ์ ไปเพาะทดสอบในฟาร์มเกษตรกร

<u>กิจกรรมที่ 2</u> การตรวจสอบและจำแนกสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิด้วยเครื่องหมายโมเลกุล โดยรวบรวมตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิสายพันธุ์ต่างๆ ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างดอกเห็ดสด ตรวจสอบคุณภาพและวัดปริมาณความเข้มข้นของดีเอ็นเอ ตรวจสอบสายพันธุ์เห็ดโดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีพีซีอาร์ด้วยไพรเมอร์สากล ในส่วนของยีนในนิวเคลียสอย่างน้อยจำนวน 2 ยีน วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ และเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์แต่ละยีนกับฐานข้อมูลใน National Center for Biotechnology Information (NCBI) ของเห็ดสายพันธุ์ต่างๆ จากนั้นรวบรวมเครื่องหมายโมเลกุลและทดสอบการใช้ได้ของเครื่องหมายโมเลกุล โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ที่รวบรวมได้จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ และพัฒนาเครื่องหมายที่จำเพาะกับเห็ดทั้งสองชนิด โดยใช้ข้อมูลลำดับเบสของเห็ดจากฐานข้อมูลสากล (GenBank) ใน NCBI วิเคราะห์หาโพลีมอร์ฟิซึมในผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้ และวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมของเห็ดทั้งสองเพื่อจำแนกและตรวจสอบสายพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

โครงการย่อยที่ 5 นวัตกรรมแหล่งโปรตีนใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน (Orthoptera) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขับเคลื่อนธุรกิจชีวภาพ

ดำเนินการศึกษาคัดเลือกชนิดของตั๊กแตนกินได้ จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งโปรตีนใหม่สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ศึกษาเทคนิคการเลี้ยงขยายตั๊กแตนจากวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก วิจัยและพัฒนา Insect- based fortified protein จากตั๊กแตนเพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็กและศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาและยืดอายุผลิตภัณฑ์ insect-based fortified protein

โครงการย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นำแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตรที่เก็บรักษาไว้ใน culture collection และแบคทีเรียท้องถิ่น (indigenous species) จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก มาคัดเลือกหาแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้พืชเกิดการทนแล้งได้ โดยเก็บตัวอย่างดินแบบ composite sample ที่ระดับความลึก 0–30 ซม. บันทึกลักษณะของพื้นที่ พิกัด และข้อมูลพืชอาศัย แล้วนำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี นำตัวอย่างดินและพืชมาแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตร ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ และวัดประสิทธิภาพของเชื้อในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและสร้างความเป็นประโยชน์กับพืชตามแต่ละกลุ่มของแบคทีเรีย เช่น ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน การละลายฟอสเฟต การละลายโพแทสเซียม การสร้าง EPS การผลิต ACC deaminase เป็นต้น เลือกไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพสูงสุดไปปลูกทดสอบร่วมกับการปลูกพืชไร่ในระดับกระถางและแปลงทดสอบ วางแผนการทดลองในระดับกระถางแบบ Factorial in RCB จำนวน 4 ซ้ำโดยปัจจัยที่ 1 คือ การควบคุมการให้น้ำ 4 ระดับ ปัจจัยที่ 2 คือ จำนวนสายพันธุ์ของแบคทีเรีย เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในตัวอย่างพืช และศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียและอุณหภูมิในสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้ง เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดแบคทีเรียด้วยเครื่องมัลดิทอฟที่มีผลต่อความถูกต้อง แม่นยำ และความน่าเชื่อถือของการจำแนกชนิดแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟและจัดทำฐานข้อมูล (In-house library) ของ peptide mass fingerprinting เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกชนิดให้ครอบคลุมกับชนิดของแบคทีเรียที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในอนาคต พร้อมทั้งเก็บรักษาเชื้อไว้เป็นเชื้ออ้างอิง

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

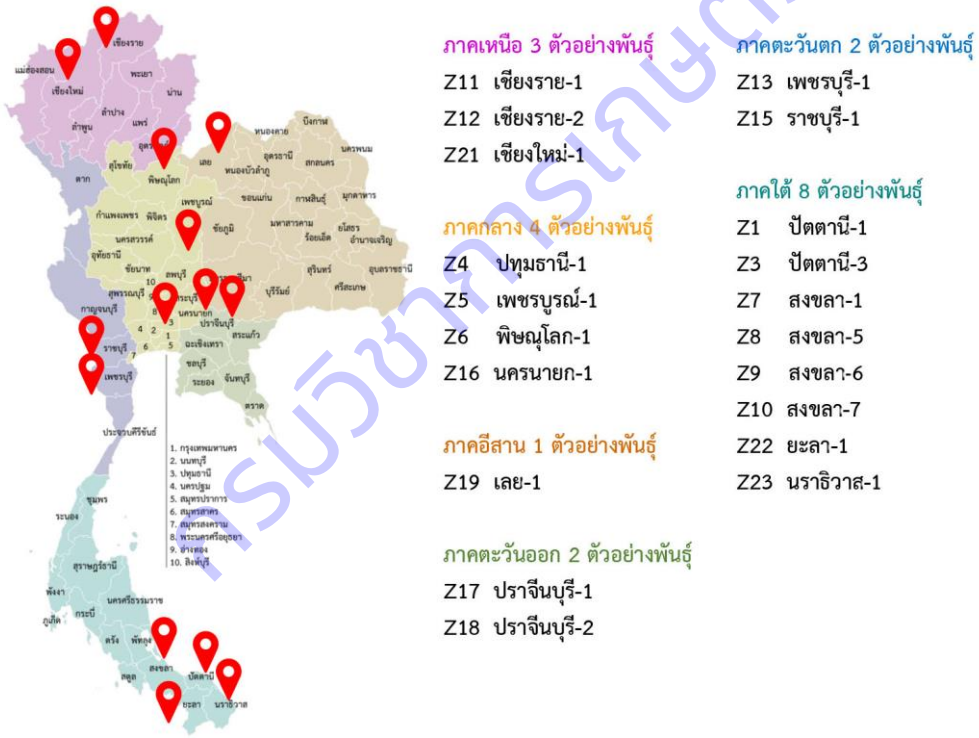
บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

โครงการย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์

กิจกรรมที่ 1 ความหลากหลาย การจัดจำแนก และการอนุรักษ์

จากการสำรวจเชื้อพันธุกรรมไพลดำในประเทศไทยที่มีการใช้เป็นยาสมุนไพรและปลูกเพื่อการค้า สามารถเก็บรวบรวมไพลดำที่มีน้ำหนักเหง้าเพียงพอต่อการวิเคราะห์ได้จำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์จากพื้นที่ปลูกต่างๆ ใน 14 จังหวัดทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ เชียงราย-1 (Z11) เชียงราย-2 (Z12) เชียงใหม่-1 (Z21) ปทุมธานี-1 (Z4) เพชรบูรณ์-1 (Z5) พิษณุโลก-1 (Z6) นครนายก-1 (Z16) เลย-1 (Z19) ปราจีนบุรี-1 (Z17) ปราจีนบุรี-2 (Z18) เพชรบุรี-1 (Z13) ราชบุรี-1 (Z14) ปัตตานี-1 (Z1) ปัตตานี-3 (Z3) สงขลา-1 (Z7) สงขลา-5 (Z8) สงขลา-6 (Z9) สงขลา-7 (Z10) ยะลา-1 (Z22) และนราธิวาส-1 (Z23) (ภาพที่ 1)

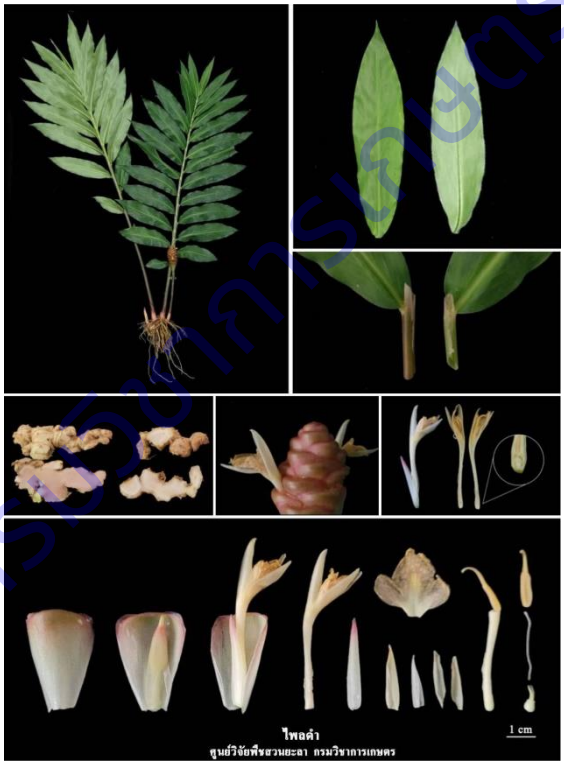


ภาพที่ 1 การเก็บรวบรวมไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์จาก 6 ภูมิภาคของประเทศไทย

ผลการศึกษาสภาพนิเวศวิทยาและการเจริญเติบโตของไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์ที่พบในประเทศไทย ตารางที่ 1 (ภาคผนวก 2) พบว่าไพลดำสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความสูงจากน้ำทะเล 4-939 เมตร ตั้งแต่พื้นที่ราบลุ่มไปจนถึงภูเขาในสภาพดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนปนทราย มีการปลูกแบบเชิงเดี่ยวกลางแจ้ง (ความเข้มแสง 100%) ปลูกกลางแจ้งโดยมีต้นไม้ใหญ่ใกล้เคียง (ความเข้มแสง 80-100%) แต่ส่วนใหญ่มักปลูกภายใต้ร่มเงาไม้ต่างๆ (ความเข้มแสง 20-70%) ความสูงของต้นไพลดำอยู่ระหว่าง 0.58-1.82 เมตร ซึ่งไพลดำต้นสูงมากกว่า 1 เมตรมักพบในพื้นที่ภาคใต้โดยไพลดำสงขลา-7 (Z10) มีความสูงของต้นถึง 1.82 เมตร

กรมวิชาการเกษตร

ผลการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไพลดำ (ภาพที่ 2) พบว่ามีลำต้นใต้ดินสีน้ำตาลอ่อนทอดขนานไปกับผิวดิน เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีใบย่อยจำนวน 10-33 ใบ มีแผ่นใบเพียงแผ่นเดียวบนก้านใบ แผ่นใบเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบเรียวแหลม โคนใบมน ขอบใบขอบเรียบ ผิวใบเกือบเกลี้ยง หลังใบมีขนอยู่บ้าง เส้นกลางใบเป็นร่องเห็นชัดเจน มีการเรียงตัวของเส้นใบแบบขนานขนนก ใบมีขนาดกว้าง 6.2 -11 เซนติเมตร และยาว 25-44 เซนติเมตร ก้านใบมีสีเขียว สีม่วง และสีเขียวแกมม่วง แดงม่วง มีหูใบร่วมกับก้านใบโดยมีลักษณะเป็นกาบหุ้มซ้อนกันแน่น ปลายหูใบมน ดอกแทงจากลำต้นใต้ดิน (เหง้า) ออกจากโคนต้น เป็นดอกสมบูรณ์ประกอบด้วยวงกลีบดอก วงกลีบเลี้ยง วงเกสรเพศผู้ วงเกสรเพศเมีย ช่อดอกเป็นแบบเชิงลดมีแกนกลาง ช่อดอกยาว ดอกย่อยไม่มีก้านดอกคล้ายทรงกระบอกเกือบกลม เกสรตัวผู้มีปลายกลีบเป็น 3 แฉก โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันสีเหลืองอ่อน มีประสีม่วงน้ำตาลอ่อนๆ กลีบดอกมีลักษณะบาง เกสรเพศผู้ปลายจะเป็นจะงอยยาวโค้งสีเหลือง เกสรเพศเมียก้านเป็นสีขาวเหลืองอ่อนๆ ยอดเกสรเป็นรูปกรวย รังไข่เป็นแบบใต้วงกลับ และดอกมีใบประดับสีแดงคล้ำเรียงซ้อนเป็นชั้นๆ



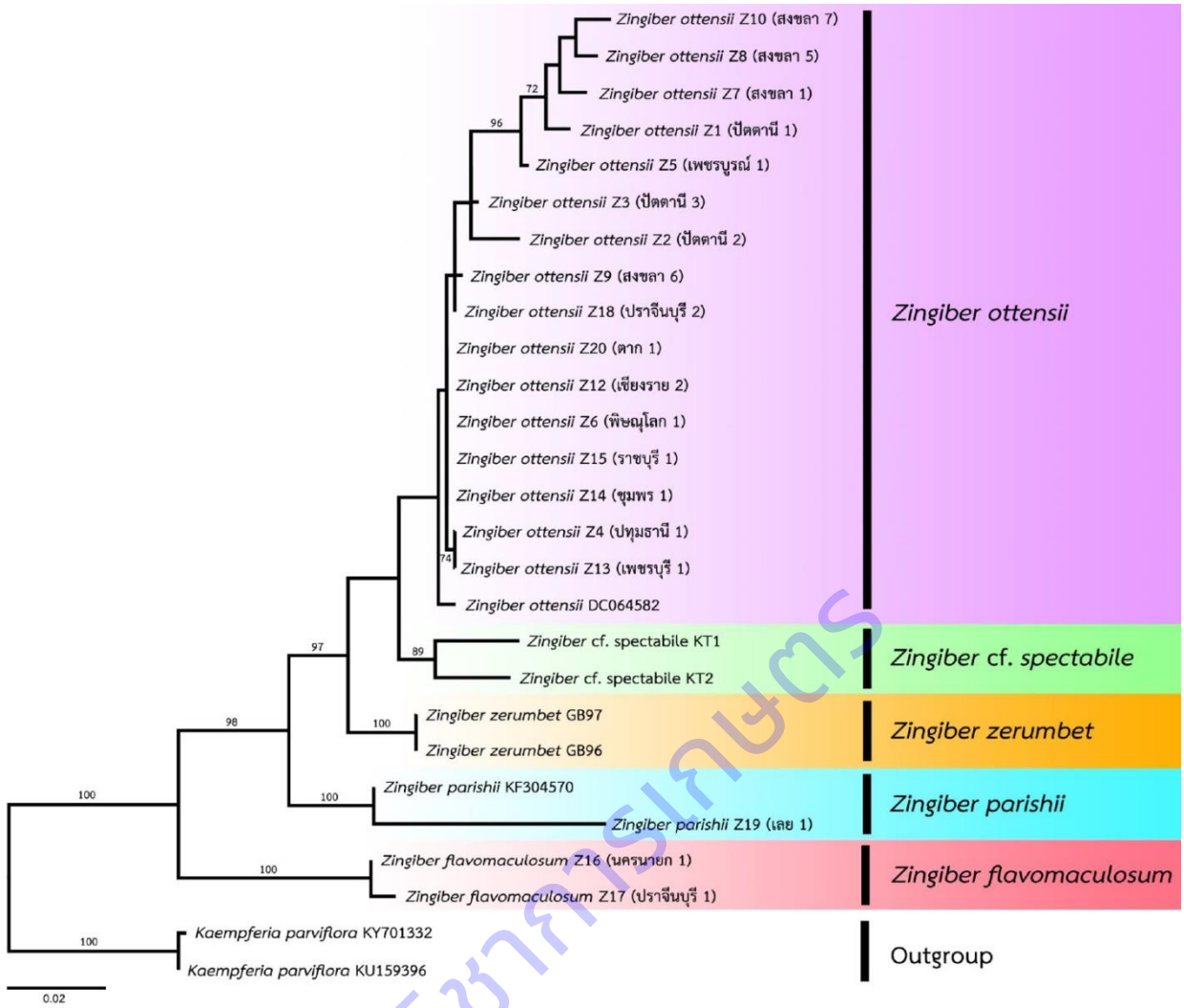
ภาพที่ 2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ที่พบในประเทศไทย

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินที่ปลูกไพลดำทั้ง 20 ตัวอย่างพันธุ์แสดงในภาพที่ 1 (ภาคผนวก 1) โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุด 3 อันดับแรกคือปราจีนบุรี-1 (Z17) ยะลา-1 (Z22) และปทุมธานี-1 (Z4) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน โดยปราจีนบุรี-1 (Z17) มีเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสที่

เป็นประโยชน์สูงสุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างพันธุ์ทั้งหมดที่เก็บรวบรวมได้ (9.24%, 0.46% และ 890.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ตัวอย่างที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดรองลงมาคือราชบุรี-1 (Z15) และปทุมธานี-1 (Z4) (534.29 และ 167.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนไพลดำพิษณุโลก-1 (Z6) มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุด (1,609.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือปราจีนบุรี-1 (Z17) และปทุมธานี-1 (Z4) (1,109.74 และ 334.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ)

ไพลดำจำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์ข้างต้นและไพลดำที่ได้จากการสำรวจเพิ่มเติม รวมถึงพืชสกุลขิงอื่นจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย จะถูกตัดใบหรือยอดอ่อนมาสกัดดีเอ็นเอแล้วศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อการจัดจำแนกและระบุชนิดด้วยวิธีดีเอ็นเอบาร์โค้ด จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่บริเวณ *ITS* พบว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณตำแหน่ง *ITS* ขนาด 600-800 คู่เบส และเมื่อนำไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม The Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) พบว่าตัวอย่างไพลดำทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์มีความคล้ายคลึงกับ *Z. spectabile* และ *Z. ottensii* เท่ากับ 97-99% ยกเว้นนครนายก-1 (Z16) และปราจีนบุรี-1 (Z17) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ *Z. flavomaculosum* (99%) และเลย-1 (Z19) ที่มีความคล้ายคลึงกับกับ *Z. parishii* (96%) ตามลำดับ สำหรับกระทือพิลาส (KT1 และ KT2) มีความคล้ายคลึงกับ *Z. acuminatum* และ *Z. spectabile* เท่ากับ 97% (ตารางที่ 1 ภาคผนวก 1) และเมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธี Maximum Likelihood (ML) ร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Z. ottensii* และพืชสกุลขิงที่ถูกรายงานไว้ในฐานข้อมูล GenBank เพื่อการระบุชนิดที่ถูกต้อง พบว่าดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* สามารถใช้ในการจัดจำแนกไพลดำ (*Z. ottensii*) ออกจากพืชสกุลขิงชนิดอื่นได้ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของ *Z. ottensii* ที่เก็บรวบรวมตัวอย่างได้จากภูมิภาคต่างๆ ในประเทศไทย และกลุ่มที่ 2 มีสมาชิกส่วนใหญ่ได้จากแหล่งเก็บทางภาคใต้ ได้แก่ ปัตตานี-1 (Z1) สงขลา-1 (Z7) สงขลา-5 (Z8) สงขลา-7 (Z10) ยกเว้นเพชรบูรณ์-1 (Z5) โดยมีค่า bootstrap สนับสนุน 96% (ภาพที่ 3) นอกจากนี้ยังช่วยยืนยันว่าตัวอย่างจากนครนายก-1 และปราจีนบุรี-1 (Z16 และ Z17) และเลย-1 (Z19) ไม่ใช่ *Z. ottensii* โดยสามารถระบุชนิดเป็น *Z. flavomaculosum* และ *Z. parishii* ตามลำดับ และยังพบว่า *Z. ottensii* มีความสัมพันธ์ทางวัฒนาการใกล้กับ *Zingiber* cf. *spectabile* (KT1-KT2) มากกว่า *Z. zerumbet* อีกด้วย

กรมวิชาการเกษตร



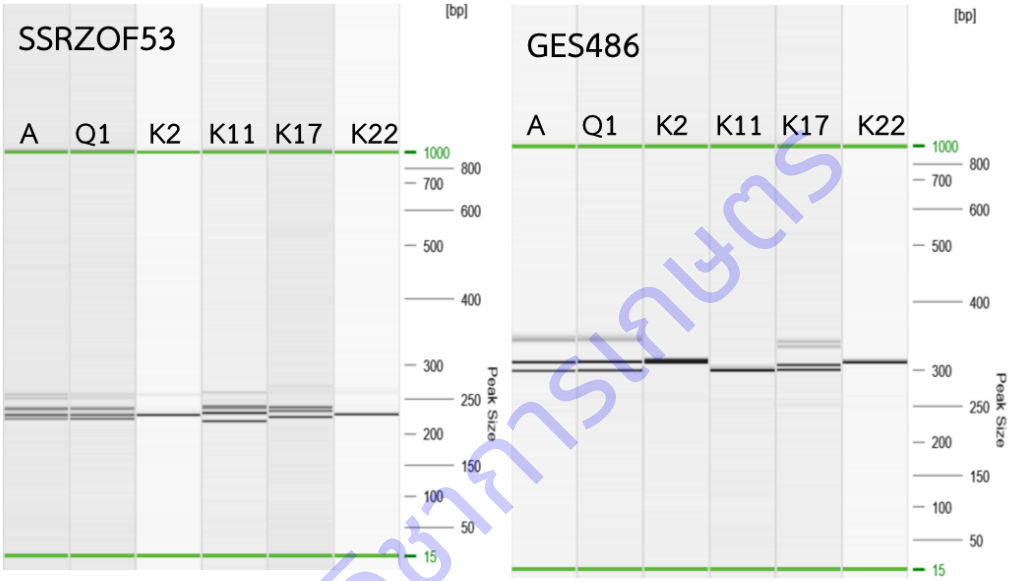
ภาพที่ 3 แผนภูมิความสัมพันธ์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของไพลดำและพืชสกุลขิง ที่สร้างด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS*

สำหรับการศึกษาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้สำหรับจัดจำแนกไพลดำออกจากพืชสกุลขิงอื่นนั้น ได้ใช้ประชากรไพลดำและพืชสกุลขิงทั้งหมด 70 ตัวอย่าง ประกอบด้วยไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) จำนวน 37 ตัวอย่าง กระทือ (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.) จำนวน 29 ตัวอย่าง ขิงและขิงแดง (*Zingiber officinale* Roscoe) จำนวน 3 ตัวอย่าง และไพลเหลือง (*Zingiber cassumunar* Roxb.) จำนวน 1 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2 ภาคผนวก 1) จากการตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอของไพลดำและพืชสกุลขิงทั้งหมดที่สกัดได้โดยวิธี 1% Agarose gel electrophoresis ร่วมกับวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร พบว่า อัตราส่วนความบริสุทธิ์ดีเอ็นเอ $OD_{260/280}$ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.9 ดีเอ็นเอที่สกัดได้มีแถบดีเอ็นเอขนาดใหญ่และชัดเจน มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 242.8 -2456.3 ng/µl (ภาพที่ 2 ภาคผนวก 1)

การรวบรวมไพรเมอร์ SSR ของพืชสกลุขิง (*Zingiber* sp.) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Lee *et al*.,2007, Mohanty *et al*.,2014, Das *et al*., 2016, Awasthi *et al*.,2017, Vidya *et al*.,2021) ได้ไพรเมอร์ทั้งหมด 66 คู่ไพรเมอร์ ซึ่งเป็นไพรเมอร์ SSR ที่จำเพาะกับขิง (*Z. officinale*) จำนวน 58 คู่ไพรเมอร์

กรมวิชาการเกษตร

และไพรเมอร์ SSR ที่จำเพาะกับพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) จำนวน 8 คู่ไพรเมอร์ จากการทดสอบการใช้ได้ของไพรเมอร์ทั้ง 66 คู่ไพรเมอร์ ในไพลดำและพืชสกุลขิงจำนวน 6 ตัวอย่าง ประกอบด้วยไพลดำ 2 ตัวอย่าง (A และ Q1) กระทือ 2 ตัวอย่าง (K2 และ K11) ขิง 1 ตัวอย่าง (K17) และไพลเหลือง 1 ตัวอย่าง (K22) พบว่าไพรเมอร์ SSR จำนวน 33 คู่ไพรเมอร์ สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ในไพลดำและพืชสกุลได้ (ภาพที่ 3 ภาคผนวก 1) และเมื่อนำผลผลิตพีซีอาร์มาตรวจสอบความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยเครื่องแยกสารพันธุกรรมอัตโนมัติ QIAxcel Advanced System (ภาพที่ 4) พบว่ามี 25 คู่ไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิง (ตารางที่ 3 ภาคผนวก 1) จึงสามารถนำมาใช้วิเคราะห์และพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลในการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมในไพลดำและพืชสกุลขิงต่อไปได้

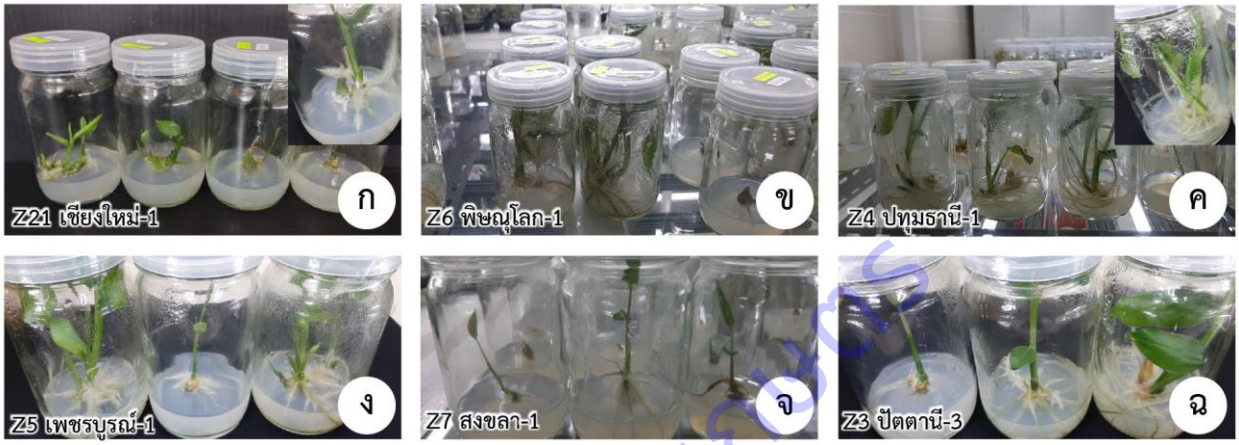


ภาพที่ 4 ตรวจสอบความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิงจำนวน 6 ตัวอย่าง ประกอบด้วยไพลดำ 2 ตัวอย่าง (A และ Q1) กระทือ 2 ตัวอย่าง (K2 และ K11) ขิง 1 ตัวอย่าง (K17) และไพลเหลือง 1 ตัวอย่าง (K22) ในไพรเมอร์ SSR (SSRZOF53 และ GES486) ด้วยเครื่องแยกสารพันธุกรรมอัตโนมัติ QIAxcel Advanced System

สำหรับการศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์ไพลดำในสภาพปลอดเชื้อ ได้คัดเลือกไพลดำจำนวน 6 ตัวอย่าง พันธุ์ซึ่งเป็นตัวแทนจาก 3 ภูมิภาค ได้แก่ เชียงใหม่-1 (Z21) ตัวแทนจากภาคเหนือ ปทุมธานี-1 (Z4) เพชรบูรณ์-1 (Z5) และพิษณุโลก-1 (Z6) ตัวแทนจากภาคกลาง ปัตตานี-3 (Z3) และสงขลา-1 (Z7) ตัวแทนจากภาคใต้ นำเหง้าของไพลดำมาปลูกอนุบาลในกระบะทรายแล้วคัดหน่ออ่อนมาฟอกฆ่า โดยวิธีฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมคือการแช่ในคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 20 นาที ตามด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% อีก 10 นาที ก่อนตัดตาและ/หรือเนื้อเยื่อเจริญมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS medium) ที่เติมฮอร์โมนเบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine, BA) 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อชักนำให้เกิดรากและยอด

กรมวิชาการเกษตร

ผลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไพลดำในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าต้นอ่อนของไพลดำทั้ง 6 ตัวอย่างพันธุ์ สามารถชักนำให้เกิดยอดและรากได้โดยไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยต้นอ่อนของไพลดำมีการเกิดราก และรากฝอย การเจริญเติบโตเป็นลำต้นเทียมและใบ รวมถึงมีการแตกกอคล้ายกับสภาวะธรรมชาติ (ภาพที่ 5) แม้ว่าต้นอ่อนของไพลดำทั้ง 6 ตัวอย่างพันธุ์จะมีอัตราการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน แต่ลักษณะปรากฏโดยทั่วไปมีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งได้มีการเพาะขยายเพิ่มปริมาณต้นอ่อนไพลดำให้มีจำนวนที่เพียงพอสำหรับใช้สำหรับศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในสภาพชะลอการเจริญเติบโต (slow growth) ต่อไป



ภาพที่ 5 ต้นอ่อนไพลดำในสภาพปลอดเชื้อซึ่งเป็นตัวแทนจากภาคเหนือ (ก) ภาคกลาง (ข ค และ ง) และภาคใต้ (จ และ ฉ) สำหรับศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์ด้วยวิธีชะลอการเจริญเติบโต

กิจกรรมที่ 2 พฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพ

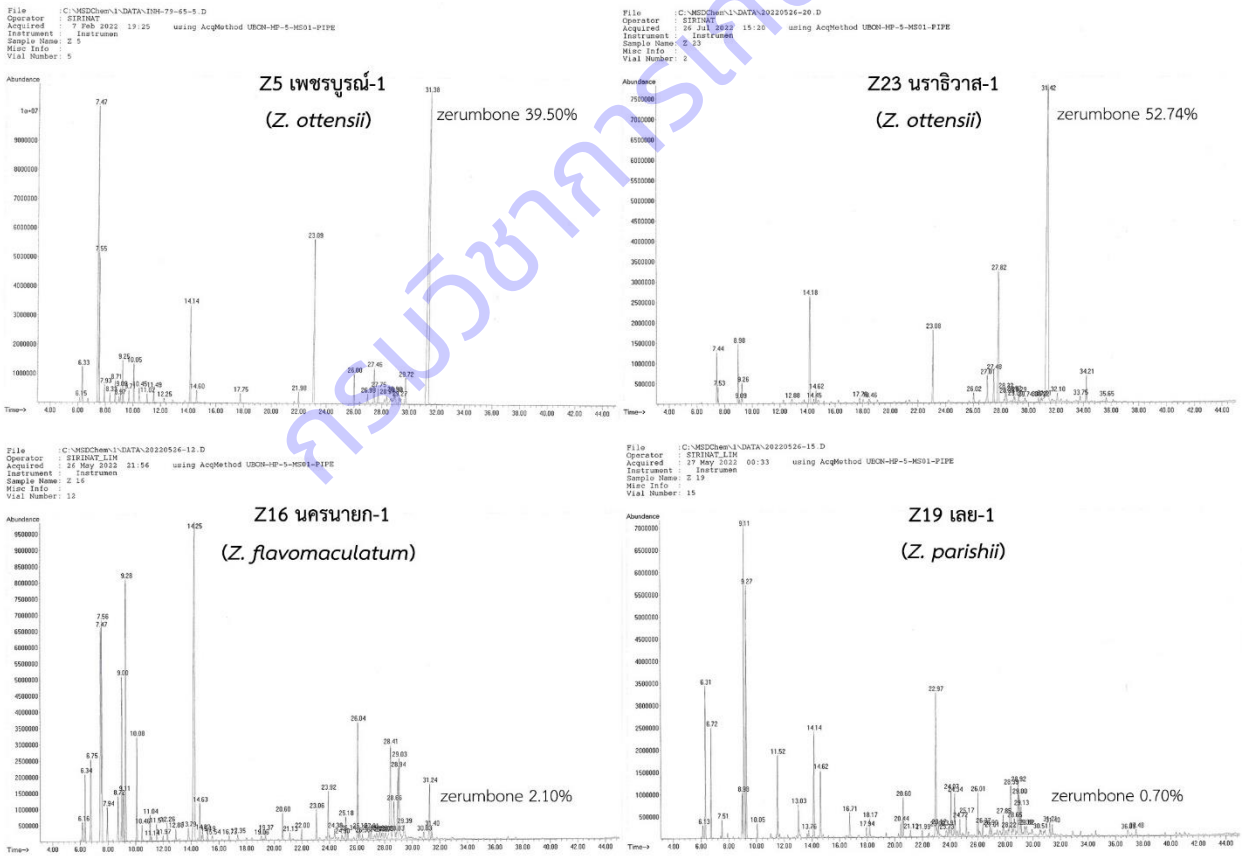
เหง้าของไพลดำจำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์ที่เก็บรวบรวมจากทุกภูมิภาคของประเทศไทย ได้ถูกนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยและคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (%yield) ซึ่งได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.05-0.65 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 4 ภาคผนวก 1) โดยไพลดำเพชรบุรี-1 (Z13) และตัวอย่างจากเลย-1 (Z19) ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะตัวอย่างไพลดำที่ระบุชนิดได้เป็น *Z. ottensii* แล้วพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำมันหอมระเหยที่ได้อยู่ในช่วง 0.25-0.65 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง โดยยะลา-1 (Z22) มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าไพลดำต่างแหล่งที่พบมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเหง้าของไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์ จะนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมตรีแบบวิเคราะห์มวล (GC-MS) ตัวอย่างโครมาโทแกรมของไพลดำทั้งหมดแสดงในภาพที่ 4 (ภาคผนวก 1) ซึ่งพบว่าไพลดำทั้งหมดยกเว้นนครนายก-1 (Z16) ปราจีนบุรี-1 (Z17) และเลย-1 (Z19) ซึ่งไม่ใช่ *Z. ottensii* มีโครมาโทแกรมในรูปแบบเดียวกันแตกต่างกันเพียงความสูงของพีค ซึ่งรูปแบบโครมาโทแกรมเหล่านี้แสดงถึงชนิดและปริมาณของพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่ตรวจวัดตามค่ามวลต่อประจุ (mass to charge, m/z) ของสารที่ออกมาตามเวลา (retention time) โดยสารที่มีมวลต่อประจุน้อยจะออกมาก่อน (ชิดกราฟด้านซ้าย) สารที่มีมวลต่อประจุมาก (ชิดกราฟด้านขวา) นอกจากนี้ยัง

กรมวิชาการเกษตร

พบความแตกต่างของรูปแบบโครมาโทแกรมระหว่างตัวอย่างที่เป็น *Z. flavomaculosum* (Z16 และ Z17) และ *Z. parishii* (Z19) ด้วย (ภาพที่ 6) ดังนั้นรูปแบบโครมาโทแกรมซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยสามารถใช้จำแนกตัวอย่างไพลดำที่เป็น *Z. ottensii* ออกจาก *Z. flavomaculosum* และ *Z. parishii* ได้

เมื่อวิเคราะห์ชนิดขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำเทียบกับฐานข้อมูล Wiley7n และ Adams, R.P. (2001) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 29 ชนิด คิดเป็น 88.52-93.96% ขององค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย แบ่งเป็นสารในกลุ่มโมโนเทอร์พีน 11 ชนิด (α-thujene α-pinene, camphene, sabinene, β-pinene, β-myrcene, α-terpinene, *p*-cymene, limonene, γ-terpinene, และ α-terpinolene) อนุพันธ์ของโมโนเทอร์พีน (oxygenated monoterpene) 7 ชนิด (1,8-cineole, *trans*-sabinene hydrate, linalool, 1-terpineol, borneol, terpinene-4-ol, และ α-terpineol) เซสควิเทอร์พีน 4 ชนิด (*trans*-caryophyllene, α-humulene, β-bisabolene, และ zingiberene) และอนุพันธ์ของเซสควิเทอร์พีน (oxygenated sesquiterpene) 7 ชนิด (elemol, nerolidol, caryophyllene oxide, γ-eudesmol, β-eudesmol, α-eudesmol, และ zerumbone) โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 ชนิด ได้แก่ zerumbone, sabinene, terpinene-4-ol, α-humulene, และ β-pinene (ตารางที่ 5 ภาคผนวก 1)

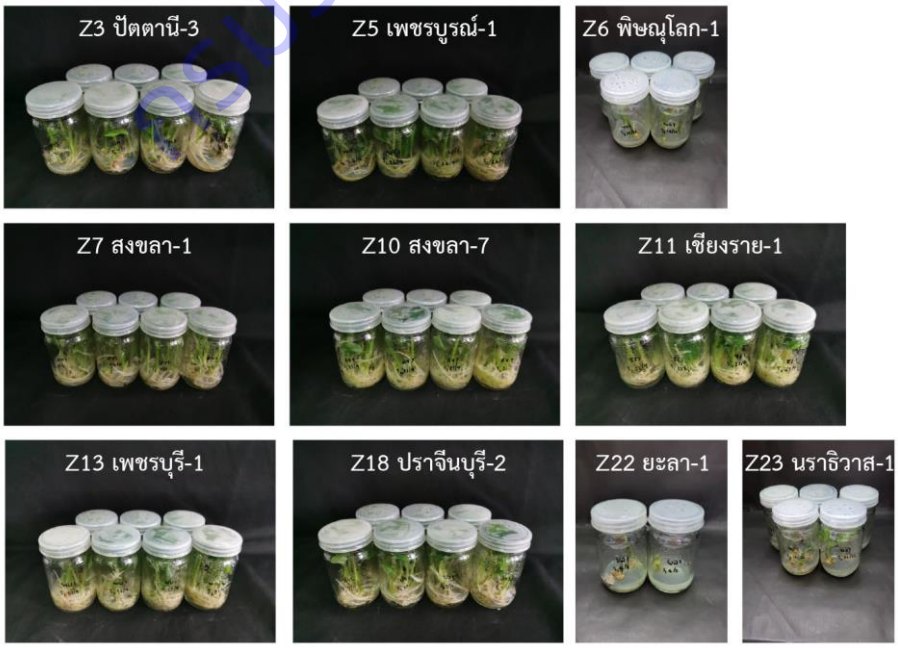


ภาพที่ 6 โครมาโทแกรมขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ 4 ตัวอย่างพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ผลการสืบค้นฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมี 5 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ (ตารางที่ 6 ภาคผนวก 1) แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ เป็นต้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปยังซีรัมโบน (zerumbone) ซึ่งเป็นอนุพันธ์เซสควิเทอร์พีนที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในไพลดำ 36-52% เทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย ยกเว้นตัวอย่างพันธุ์นครนายก-1 (Z16) ปราจีนบุรี-1 (Z17) และเลย-1 (Z19) ที่มีซีรัมโบนเพียง 0.7-2.1% นอกจากนี้ทั้ง 3 ตัวอย่างพันธุ์ดังกล่าวยังมีองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างไปจากตัวอย่างพันธุ์อื่น ซึ่งเป็นการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมที่บ่งบอกว่าทั้ง 3 ตัวอย่างพันธุ์ไม่ใช่ไพลดำ *Z. ottensii* ซีรัมโบนเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างพันธุ์เพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนของไพลดำทั้งหมด 20 ตัวอย่างพันธุ์ ร่วมกับผลผลิตของเหง้า สามารถคัดเลือกไพลดำได้จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ ประกอบด้วยไพลดำจากภาคเหนือ 1 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ เชียงราย-1 (Z11) ภาคกลาง 2 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ พิษณุโลก-1 (Z6) และเพชรบูรณ์-1 (Z5) ภาคตะวันออก 1 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ ปราจีนบุรี-2 (Z18) ภาคตะวันตก 1 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ เพชรบุรี-1 (Z13) และภาคใต้ 5 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ สงขลา-1 (Z7) สงขลา-7 (Z10) ปัตตานี-3 (Z3) ยะลา-1 (Z22) และนราธิวาส-1 (Z23)

ไพลดำจำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ที่คัดเลือกได้นำไปเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อขยายต้นพันธุ์สำหรับปลูกอนุบาลในโรงเรือนก่อนนำไปปลูกในวงบ่อซีเมนต์ ซึ่งสามารถขยายต้นพันธุ์ได้อย่างน้อย 20 ต้นต่อตัวอย่างพันธุ์ โดยต้นพันธุ์ไพลดำในสภาพปลอดเชื้อส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตทางรากและใบเต็มขวด เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ภาพที่ 7) และสามารถนำต้นพันธุ์ออกจากขวดมาลงปลูกในถุงดำเพื่อปรับสภาพในโรงเรือนอนุบาลที่ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลาได้โดยต้นพันธุ์ไม่เสียหาย



ภาพที่ 7 ต้นอ่อนไพลดำในสภาพปลอดเชื้อ 10 ตัวอย่างพันธุ์ ที่คัดเลือกมาขยายต้นพันธุ์ก่อนอนุบาลในถุงดำ

เหง้าของไพลดำทั้งหมด 20 ตัวอย่างพันธุ์ได้นำมาสกัดด้วยเอทานอลแล้วระเหยแห้งได้สารสกัดหยาบจากเอทานอล (ethanolic crude extract) จากนั้นนำไปแยกพฤกษเคมีเบื้องต้นด้วยวิธีรงคเลขผิวบาง (thin layer chromatography, TLC) โดยพบว่าอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมสำหรับการแยกพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบคือ คลอโรฟอร์ม : เมทานอล (80:1) ผลการทำ TLC (ภาพที่ 5 ภาคผนวก 1) แสดงให้เห็นว่าพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบจากไพลดำมีแถบหลักสีเข้มในระนาบเดียวกันซึ่งบ่งชี้ว่าพฤกษเคมีส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ยกเว้นตัวอย่างพันธุ์นครนายก-1 (Z16) ปราจีนบุรี-1 (Z17) และเลย-1 (Z19) ซึ่งวิธี TLC ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการตรวจสอบชนิดของพืชเบื้องต้นว่าเป็นพืชชนิดเดียวกันหรือไม่ เมื่อนำแผ่น TLC มาฉีดพ่นด้วยสารละลาย DPPH เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเบื้องต้น พบว่าทุกตัวอย่างพันธุ์แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระปรากฏเป็นแถบสีเหลือง จากนั้นคัดเลือกตัวอย่างพันธุ์ที่ปรากฏแถบสีเหลืองเข้มเพื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากไพลดำ

รหัส	ชื่อตัวอย่างพันธุ์	ค่า IC_{50} ของสารสกัดหยาบจากไพลดำเมื่อทดสอบด้วยวิธีต่างๆ		
		DPPH (mg/mL)	ABTS (mg/mL)	FRAP (mg $FeSO_4$/g extract)
	ทรอล็อกซ์	0.032±0.002	0.28±0.00	-
Z1	ปัตตานี-1	>50	48.79±0.17	14.90±1.38
Z3	ปัตตานี-3	13.61±0.28	47.58±0.70	13.92±0.41
Z4	ปทุมธานี-1	8.45±0.62	29.62±0.45	**35.94±1.61**
Z5	เพชรบูรณ์-1	>50	31.78±1.98	19.11±1.43
Z6	พิษณุโลก-1	>50	32.66±1.27	17.18±0.59
Z8	สงขลา-5	>50	30.49±0.30	29.41±0.47
Z9	สงขลา-6	>50	34.70±0.08	19.77±0.48
Z12	เชียงราย-2	9.77±0.01	28.26±0.86	31.40±0.37
Z13	เพชรบุรี-1	**4.89±0.11**	**16.81±0.42**	32.54±1.52
Z15	ราชบุรี-1	>50	>50	12.34±0.14
Z16	นครนายก-1	**2.59±0.06**	**7.22±0.32**	**52.89±1.89**
Z17	ปราจีนบุรี-1	6.65±0.13	**17.14±2.53**	34.18±0.23
Z19	เลย-1	**4.76±0.26**	27.67±0.30	**39.88±1.06**
Z21	เชียงใหม่-1	>50	32.90±0.33	27.07±1.18

หมายเหตุ : - ค่า IC_{50} คือค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

- ค่าแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ยบวกลบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD)

- ตัวอักษรหนาสีฟ้าคือค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด 3 อันดับแรกในแต่ละวิธี

กรมวิชาการเกษตร

จากการวิเคราะหฤทธิ์ตานอนุมูลอิสระดวยวิธี DPPH และ ABTS ซึ่งไดค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเปนคา IC_{50} โดยทั้งสองวิธีใช้ทรอล็อกซ์ (Trolox) เปนสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบผลบวก ทรอล็อกซ์เปนอนุพันธของวิตามินอี มีความสามารถในการตานอนุมูลอิสระไดดี จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากไพลดำพบวาทรอล็อกซ์มีคา IC_{50} ตอ DPPH เท่ากับ 0.036±0.003 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบวาทรอล็อกซ์มีคา IC_{50} ตอ ABTS เท่ากับ 0.28±0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นสารสกัดหยาบที่มีค่า IC_{50} ต่ำกว่าค่า IC_{50} ของสารมาตรฐานทรอล็อกซ์จะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี สำหรับการทดสอบด้วยวิธี FRAP นั้นเป็นการใช้สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe^{3+}-TPTZ (ferric tripyridyl triazine) เป็นสารทดสอบอะตอมของเหล็กซึ่งจะถูกรีดิวซ์โดยสารที่มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็ก Fe^{2+}-TPTZ (ferrous tripyridyl triazine) ดังนั้นหากสารสกัดหยาบที่มีค่าที่ได้จากการคำนวนยิ่งสูง แสดงว่ามีศักยภาพในการเปนสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี

จากการทดสอบความสามารถในการจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่านครนายก-1 (Z16) มีฤทธิ์สูงสุด รองลงมาคือเลย-1 (Z19) และเพชรบุรี-1 (Z13) ตามลำดับ ส่วนปัตตานี-1 (Z1) เพชรบูรณ์-1 (Z5) พิษณุโลก-1 (Z6) สงขลา-5 (Z8) สงขลา-6 (Z9) ราชบุรี-1 (Z15) และเชียงใหม่-1 (Z21) นั้น พบว่ามีค่า IC_{50} มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูล $ABTS^{\cdot+}$ พบว่าสารสกัดหยาบจากตัวอย่างนครนายก-1 (Z16) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือเพชรบุรี-1 (Z13) และปราจีนบุรี-1 (Z17) ตามลำดับ ส่วนราชบุรี-1 (Z15) นั้นพบว่าค่า IC_{50} มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อทดสอบความสามารถในการให้อิเล็กตรอนในการรีดิวซ์ Fe^{3+} เป็น Fe^{2+} ด้วยวิธี FRAP assay พบว่าสารสกัดหยาบจากนครนายก-1 (Z16) มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด รองลงมาคือเลย-1 (Z19) และปทุมธานี-1 (Z4) ตามลำดับ

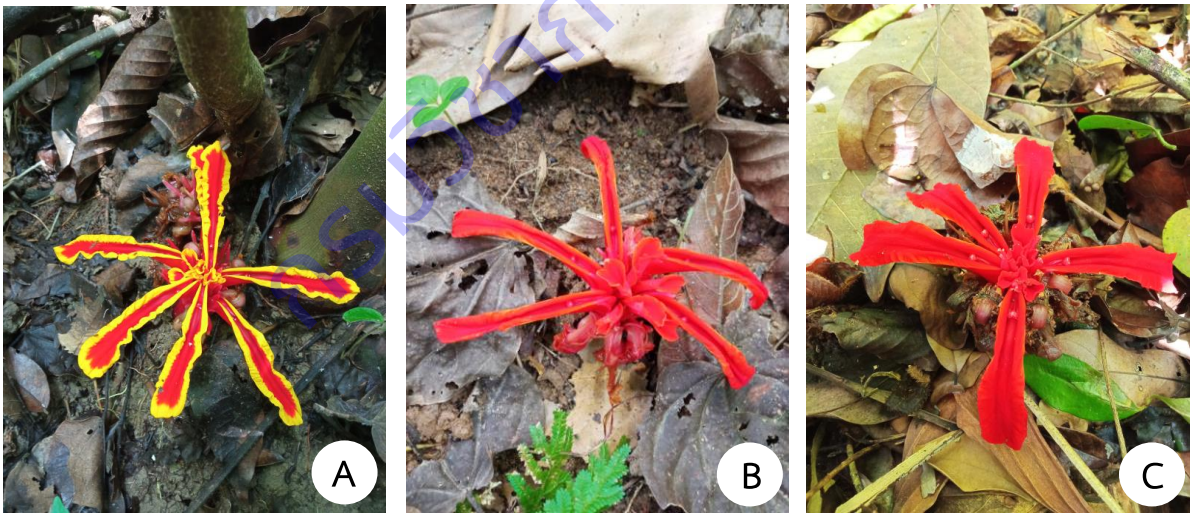
สำหรับผลทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์เชิงคุณภาพจะใช้ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกเป็นเชื้อทดสอบ ผลการทำ TLC-Bioautography พบว่าสารสกัดหยาบจากไพลดำ (*Z. ottensii*) ทุกตัวอย่างพันธุ์ไม่แสดงฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ยกเว้นเชียงใหม่-1 (Z21) ซึ่งปรากฏเป็นวงใส (clear zone) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ในขณะที่นครนายก-1 (Z16) และปราจีนบุรี-1 (Z17) ซึ่งเป็น *Z. flavomaculosum* แสดงฤทธิ์ต้าน *S. aureus* (ภาพที่ 6 ภาคผนวก 1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

การทดลองที่ 1.1 สำรวจ รวบรวม และศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.)

ดำเนินการออกสำรวจ รวบรวม พืชสกุลปุดในพื้นที่เป้าหมาย 4 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ภาคตะวันออก พื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง พื้นที่ภาคเหนือตอนบน และพื้นที่ภาคใต้ ได้ตัวอย่างพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ โดยสามารถจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้เป็น 5 ชนิด คือ 1. ปุดดอย (*Etlingera araneosa* (Baker) R.M.Sm.) จำนวน 3 ตัวอย่างพันธุ์ 2. ปุดช้าง (*Etlingera littoralis* (J.König) Giseke) จำนวน 4 ตัวอย่างพันธุ์ 3. ดาหลาตายน (*Etlingera maingayi* (Baker) R.M.Sm.) จำนวน 1 ตัวอย่างพันธุ์ 4. ปุดช้อนทอง (*Etlingera pauciflora* (Ridl.) R.M.Sm.) จำนวน 1 ตัวอย่างพันธุ์ และ 5. ปุดยูนาน (*Etlingera yunnanensis* (T.L.Wu & S.J.Chen) R.M.Sm.) จำนวน 1 ตัวอย่างพันธุ์ (ตารางที่ 7 ภาคผนวก 1) แล้วนำมาปลูกอนุรักษ์ไว้ในแปลงอนุรักษ์ที่ สทช. คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี (ภาพที่ 3 ภาคผนวก 2) และการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเบื้องต้นพบว่าปุดช้าง (*E. Littoralis*) มีลักษณะของสัณฐานวิทยาของสีดอกที่แตกกันโดยสามารถจัดกลุ่มตามลักษณะของสีดอกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีเหลือง สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีส้ม และสีกลีบดอกและขอบของกลีบดอกมีสีแดง (ภาพที่ 8) และยังพบว่า *E. littoralis* มีการกระจายพันธุ์ที่มีของเขตที่กว้างกว่าพืชสกุลปุดชนิดอื่นโดยสามารถพบปุดช้าง (*E. Littoralis*) ได้ทั้งในภาคใต้ตอนล่างและภาคตะวันออก

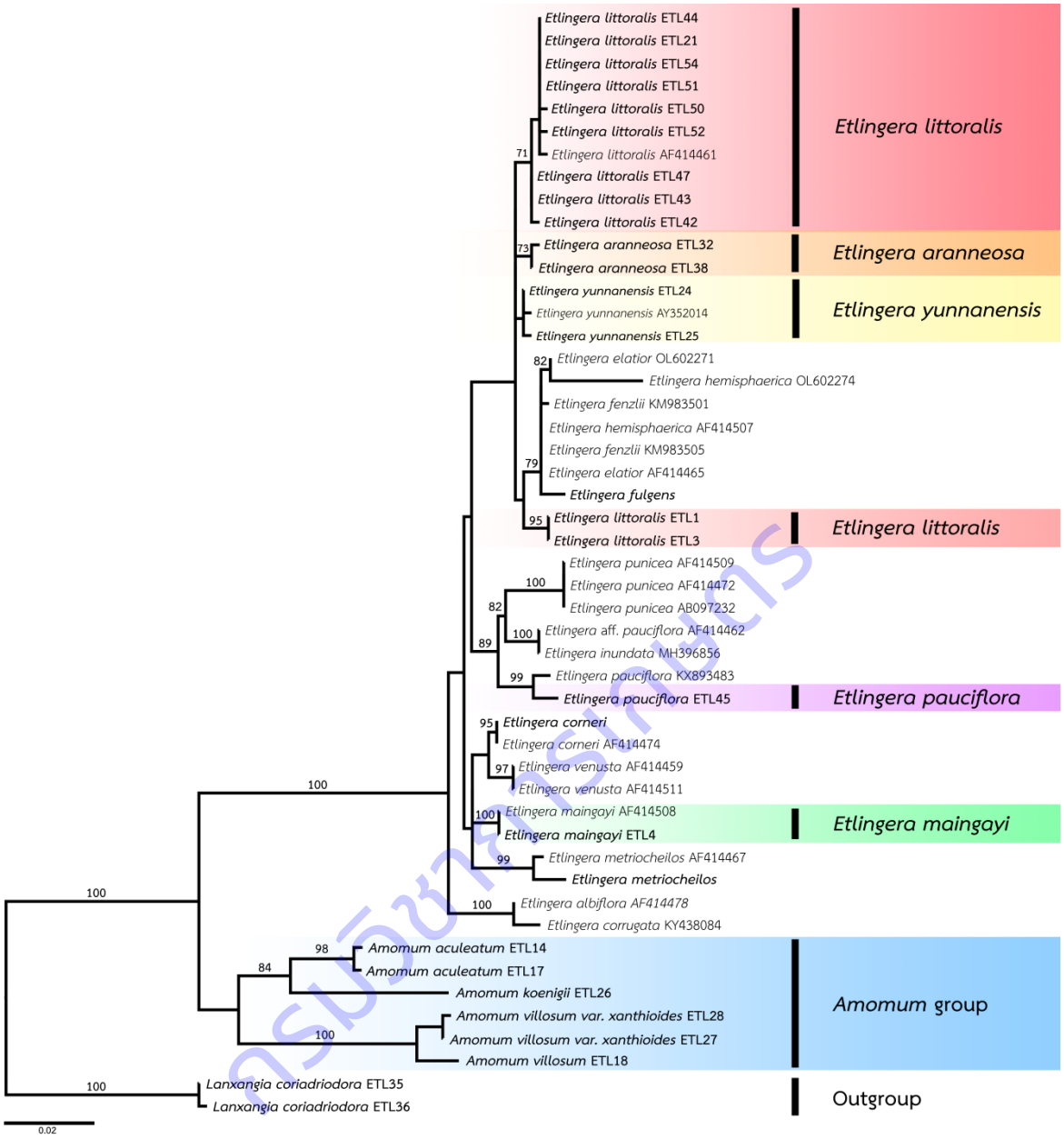


ภาพที่ 8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสีดอกปุดช้าง (*E. littoralis*) ที่พบในประเทศไทย A) สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีเหลือง B) สีกลีบดอกสีแดงและขอบของกลีบดอกมีสีส้ม และ C) สีกลีบดอกและขอบของกลีบดอกมีสีแดง

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) โดยใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด

จากการเก็บตัวอย่างพืชสกุลปุดจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย โดยนำส่วนยอดหรือใบอ่อนมาสกัดดีเอ็นเอ จำนวน 25 ตัวอย่าง และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR ที่ตำแหน่ง *ITS rbc*L และ *mat*K พบว่าดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 600 600 และ 900 bp ตามลำดับ และนำดีเอ็นเอที่ได้ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ตำแหน่ง *ITS* จากนั้นนำไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูล GenBank ด้วยโปรแกรม Blast พบว่า มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าความเหมือนกับพืชสกุลปุด (*Etlingera*) อยู่ในช่วง 98-100 % นอกจากนี้ยังพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บางตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับสกุล *Amomum Lanxangia* และ *Meistera* (ตารางที่ 8 ภาคผนวก 1) โดยลำดับนิวคลีโอไทด์จะถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล (molecular phylogeny) ร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างที่ได้จากฐานข้อมูล GenBank ด้วยวิธี maximum likelihood พบว่า สามารถยืนยันชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดได้จำนวน จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *E. araneosa E. littoralis E. maingayi E. pauciflora* และ *E. yunnanensis* และยังช่วยจัดจำแนกตัวอย่างที่มีลักษระทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายกับพืชสกุลปุดออกจากกันได้ ได้แก่ *Amomum* group และ *Lanxangia* (ภาพที่ 9) โดยปุดช้าง (*E. littoralis*) อาจจะสามารถแบ่งแยกออกเป็น 2 กลุ่ม และจากผลการศึกษายังช่วยยืนยันว่าปุดช้าง (*E. littoralis*) ที่มีสีกลีบดอกทีแตกต่างกันทั้ง 3 แบบ (ภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9) นอกจากนี้ยังพบว่า *E. araneosa E. littoralis* และ *E. yunnanensis* มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมใกล้ชิดกว่า *E. pauciflora* ทั้งที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของก้านช่อดอกที่สั้นเหมือนกัน แต่ *E. araneosa E. littoralis* และ *E. yunnanensis* กลับไปมีความใกล้ชิดกับ *E. eratior* และ *E. fulgens* ที่มีลักษณะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของก้านช่อดอกยาว (ภาพที่ 9)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 9 แผนภูมิความสัมพันธ์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของพืชสกุลปุดที่สร้างด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS*

การทดลองที่ 1.3 การอนุรักษ์พืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์พืชสกุลปุดในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำเชื้อพันธุ์พืชสกุลปุดจำนวน 2 ชนิด (species) ได้แก่ *E. littoralis* และ *E. araneosa* มาศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับเตรียมตัวอย่างเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำชิ้นส่วนหน่ออ่อนล้างด้วยน้ำไหลผ่านเป็นเวลา 1 ชม. และจุ่มในแอลกอฮอล์ 70% 30 วินาที ฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนด้วย NaClO (Clorox) ที่ความเข้มข้นต่างๆ 3 กรรมวิธี ดังนี้

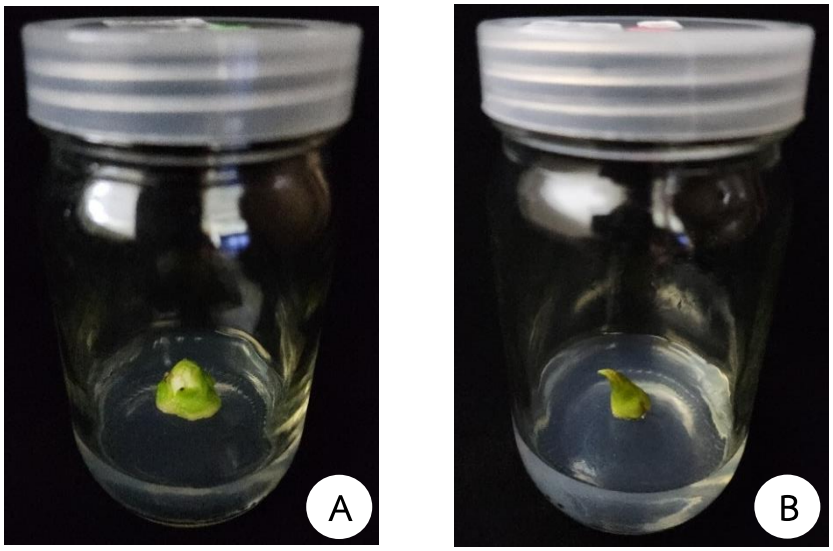
1. สาร NaClO (Clorox 100% 20 นาที)
2. สาร NaClO (Clorox 60% และ Clorox 20% เป็นเวลา 20 และ 10 นาที ตามลำดับ)
3. สาร NaClO (Clorox 60% 20 นาที)

เมื่อฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์แต่ละกรรมวิธีแล้วนำชิ้นส่วนหน่ออ่อนล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ตัดชิ้นส่วน ที่ได้จากการฟอกฆ่าเชื้อขนาด 0.8-1 ซม. เลี้ยงบนอาหารสูตร MS นาน 6 สัปดาห์ พบว่า *E. littoralis* ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสาร NaClO (Clorox 100% 20 นาที) มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อจุลินทรีย์สูงสุดที่ 73.33% ในขณะที่ *E. araneosa* มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อจุลินทรีย์สูงสุดที่ 78.57% เมื่อใช้การฟอกฆ่าเชื้อด้วยสาร NaClO (Clorox 60% และ Clorox 20% เป็นเวลา 20 และ 10 นาที ตามลำดับ) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 10-11)

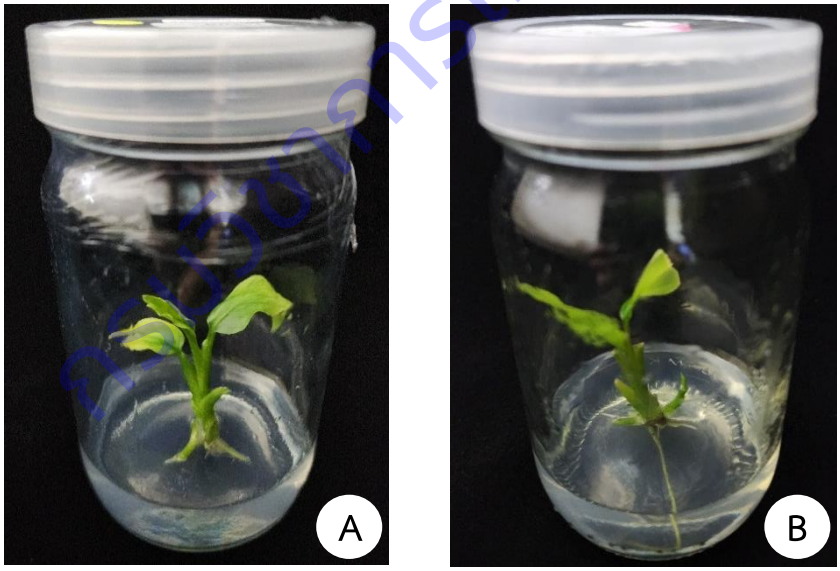
ตารางที่ 2 การปลอดเชื้อจุลินทรีย์ (เปอร์เซ็นต์) จากการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้นและเวลาต่างกัน เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS นาน 6 สัปดาห์

กรรมวิธี / ชนิดพืช	Clorox 100% 20 นาที	Clorox 60% 20 นาที และ Clorox 20% 10 นาที	Clorox 60% 20 นาที
Etlingera littoralis	73.33	42.86	16.67
Etlingera araneosa	46.67	78.57	25

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 10 หน่ออ่อนของ *E. littoralis* (A) และ *E. araneosa* (B) ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อเลี้ยงบนอาหาร MS นาน 1 สัปดาห์



ภาพที่ 11 ต้นอ่อนของ *E. littoralis* (A) และ *E. araneosa* (B) ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อเลี้ยงบนอาหาร MS นาน 8 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์การเกษตร

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาพฤกษเคมีและองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยในพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) และจัดทำข้อมูลเชิงวิชาการ

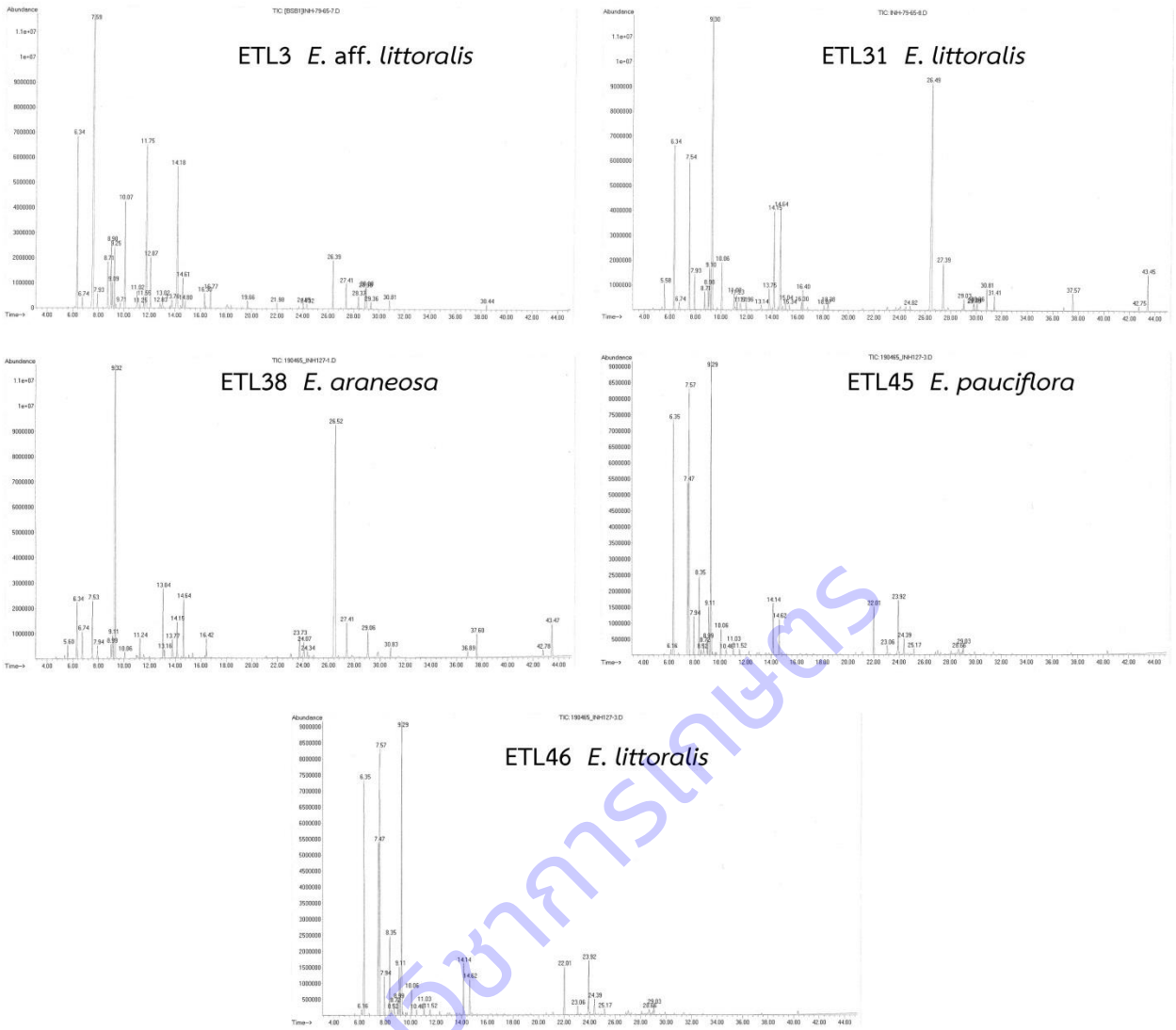
จากการสำรวจและรวบรวมพืชสกุลปุดจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศไทย ได้คัดเลือกตัวอย่างพืชสกุลปุดที่มีต้นโตเต็มที่และมีปริมาณเพียงพอได้ 5 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ ETL3 (*E.* aff. *littoralis*), ETL31 (*E. littoralis*) ETL38 (*E. araneosa*), ETL45 (*E. pauciflora*) และ ETL46 (*E. littoralis*) นำลำต้นและใบของพืชสกุลปุดทั้ง 5 ตัวอย่างพันธุ์มาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ปริมาณ 0.13-1.2 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 3) โดยปุดชนิด *E.* aff. *littoralis* (ETL 3) ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด ในขณะที่ปุดชนิด *E. littoralis* จาก จ. สตูล ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าปุดต่างชนิดกันและ/หรือต่างแหล่งที่พบมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งและน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์

รหัส	ชื่อและแหล่งพันธุ์	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้	
			ปริมาตร (มล.)	ผลผลิต (%yield)
ETL3	*E.* aff. *littoralis*	250	3.0	1.2
ETL31	*E. littoralis*	600	2.2	0.35
ETL38	*E. araneosa*	675	1.0	0.15
ETL45	*E. pauciflora*	750	1.0	0.15
ETL46	*E. littoralis*	750	1.0	0.13

น้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ ที่สกัดได้จะนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมตรีแบบวิเคราะห์มวล (GC-MS) ตัวอย่างโครมาโทแกรมของพืชสกุลปุดแต่ละตัวอย่างพันธุ์แสดงดังภาพที่ 12 ซึ่งจะเห็นว่า ETL3 ETL31 และ ETL46 ซึ่งเป็นปุดที่ใกล้เคียงกับชนิด *E. littoralis* มีรูปแบบโครมาโทแกรมช่วงต้นคล้ายคลึงกัน ส่วนปุดอีก 2 ชนิด ได้แก่ ETL38 และ TLE45 ซึ่งเป็นปุดชนิด *E. araneosa* และ *E. pauciflora* มีรูปแบบโครมาโทแกรมที่ต่างออกไป ซึ่งรูปแบบโครมาโทแกรมเหล่านี้แสดงถึงชนิดและปริมาณของพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่ตรวจวัดตามค่ามวลต่อประจุ (mass to charge, m/z) ของสารที่ออกมาตามเวลา (retention time) โดยสารที่มีมวลต่อประจุน้อยจะออกมาก่อน (ชิดกราฟด้านซ้าย) สารที่มีมวลต่อประจุมาก (ชิดกราฟด้านขวา)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 12 โครมาโทแกรมขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์

เมื่อวิเคราะห์ชนิดขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดเทียบกับฐานข้อมูล Wiley7n และ Adams (2001) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 20 ชนิด คิดเป็น 74.59-97.94% ขององค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย แบ่งเป็นสารในกลุ่มโมโนเทอร์พีน 11 ชนิด (α-pinene, camphene, sabinene, β-pinene, β-myrcene, α-phellandrene, α-terpinene, limonene, γ-terpinene, และ α-terpinolene) อนุพันธ์ของโมโนเทอร์พีน (oxygenated monoterpene) 5 ชนิด (1,8-cineole, linalool, α-terpineol, และ carvone) เซสควิเทอร์พีน 2 ชนิด (*trans*-caryophyllene และ α-humulene) และอนุพันธ์ของเซสควิเทอร์พีน (oxygenated sesquiterpene) 2 ชนิด (nerolidol และ guaiol) ดังแสดงในตารางที่ 9 ภาคผนวก 1

กรมวิชาการเกษตร

จากผลการวิเคราะห์พฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ พบว่าพืชสกุลปุดแต่ละตัวอย่างพันธุ์มีพฤกษเคมีที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก 1-5 อันดับแรกในแต่ละตัวอย่างพันธุ์ดังนี้

1) ET3 (*E.* aff. *littoralis*): β-pinene, terpinene-4-ol, α-pinene, γ-terpinene, และ *p*-cymene

2) ETL31 (*E. littoralis*): 1,8-cineole, nerolidol, β-pinene, α-pinene, และ terpinene-4-ol

3) ETL38 (*E. araneosa*): nerolidol, 1,8-cineole, α-terpineol, α-pinene, และ β-pinene

4) ETL45 (*E. pauciflora*): β-pinene, α-pinene, 1,8-cineole, α-terpineol, และ limonene

5) ETL46 (*E. littoralis*): 1,8-cineole, β-pinene, α-pinene, sabinene, และ α-phellandrene

จากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีในตารางที่ 10 ภาคผนวก 1 จะเห็นว่าพฤกษเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างพันธุ์ที่นำมาเคราะห์มีจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ α-pinene, β-pinene, β-myrcene, limonene, 1,8-cineole, terpinene-4-ol, และ α-terpineol โดยที่ α-pinene และ β-pinene เป็นพฤกษเคมี ที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างพันธุ์ ซึ่งพฤกษเคมีทั้งสองชนิดจัดอยู่ในกลุ่มโมโนเทอร์พีนที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ ยับยั้งเซลล์เนื้องอก และรักษาอาการชัก ผลการสืบค้นฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดแต่ละชนิด

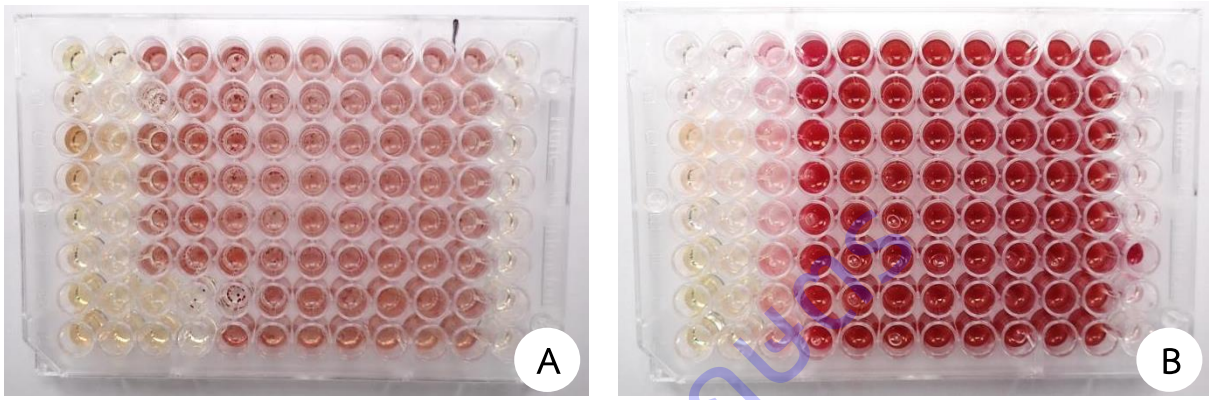
การทดลองที่ 2.2 วิจัยการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพฤกษเคมีในพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) เพื่อคัดเลือกชนิดพันธุ์ที่มีศักยภาพพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

จากการนำตัวอย่างใบและลำต้นเหนือดินของพืชสกุลปุดจำนวน 10 ตัวอย่าง น้ำหนักสดประมาณ 100 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและระเหยแห้งด้วยเครื่องละเหยสุญญากาศ โดยได้สารสกัดหยาบจากพืชสกุลปุดระหว่าง 1.8-7.1 กรัม (ตารางที่ 11 ภาคผนวก 1) จากนั้นนำสารสกัดหยาบทั้งหมดมาทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวม พบว่า ปุดดอย *E. araneosa* (ETL38) และ ปุดช้าง *E. littoralis* (ETL1) มีประมาณฟีนอลิกรวมสูงสุดที่ 230.56 และ 155.16 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ และยังพบว่า *E. araneosa* (ETL38) และ *E. yunnanensis* (ETL30) มีประมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุดที่ 144.19 และ 119.45 มิลลิกรัมสมมูลของคาเทชินต่อกรัมสารสกัดหยาบ ตามลำดับ (ตารางที่ 12 ภาคผนวก 1)

เมื่อนำตัวอย่างสารสกัดหยาบมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นด้วยวิธี DPPH TLC bioautography พบว่า ปุดดอย (*E. araneosa*) และปุดช้าง (*E. littoralis*) มีแนวโน้มมีสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และเพื่อยืนยันฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้นำมาสารสกัดหยาบมาทดสอบการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองด้วยวิธี DPPH ABTS FRAP พบว่า ปุดดอย (*E. araneosa*) ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดที่ IC_{50} 0.16 mg/ml และ 1.38 mg/ml เมื่อเทียบกับ Trolox และ 209.54 mg FeSO4/g extract ตามลำดับ ในขณะที่ปุดช้าง (*E. littoralis*) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลองลงมาที่ค่า IC_{50} 0.26 mg/ml และ 1.72 mg/ml เมื่อเทียบกับ Trolox และ 268.81 mg FeSO4/g extract (ตารางที่ 13 ภาคผนวก 1)

กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเจริญของจุลลินทรีย์ด้วยวิธี MIC พบว่าสารสกัดหยาบจาก *E. araneosa* (ETL38) และ *E. littoralis* (ETL1) สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก (*Bacillus subtilis*) ที่ค่า MIC เท่ากับ 62.5 µg/mL ในขณะที่สารสกัดหยาบจากปุดตัวอย่างอื่นสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดังกล่าวได้ที่ค่า MIC เท่ากับ 500 µg/mL ในขณะที่สารสกัดหยาบของพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างที่นำมาทดสอบสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (*Pseudomonas aeruginosa*) ได้ที่ค่า MIC เท่า 500 µg/mL ซึ่งเท่ากับค่า MIC (500 µg/mL) ของชุดควบคุมบวก (Chloramphenicol) (ภาพที่ 13 และ ตารางที่ 14 ภาคผนวก 1)



ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างผลการทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญของจุลลินทรีย์ *Bacillus subtilis* (A) และ *Pseudomonas aeruginosa* (B) กับสารสกัดหยาบของพืชสกุลปุดที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยหลุมที่ใส่แสดงผลการยับยั้งการเจริญของจุลลินทรีย์ได้

จากการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Anti-tyrosinase activity) ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเม็ดสีเมลานินที่ทำให้เกิดสีผิว พบว่า สารสกัดจากปุดช้าง (*E. littoralis*) ปุดยูนนาน (*E. yunnanensis*) และปุดดอย (*E. araneosa*) มีฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูง โดยมีค่า IC_{50} ที่ 0.196 0.269 และ 0.336 mg/ml ตามลำดับ โดยปุดช้าง (*E. littoralis*) มีฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์สูงที่สุดและใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน ascorbic acid (IC_{50} = 0.174 mg/ml) (ตารางที่ 15 ภาคผนวก 1)

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

การทดลองที่ 1 การประเมินสารสำคัญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz)

ได้เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่รวบรวมจากแหล่งปลูกต่างๆ จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ (ภาพที่ 14 และ 15) พร้อมข้อมูล (ตารางที่ 16 และภาพที่ 7 ภาคผนวก 1) ทำการนำเข้าสู่กระบวนการห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ตามขั้นตอน ISTA, 2021 โดยการเพาะเมล็ดด้วยวิธี Top of paper ทดสอบความงอกนับครั้งแรก (first count) 7 วัน และนับครั้งสุดท้าย (final count) 28 วัน (ภาพที่ 16) นำต้นกล้าปลูกในแปลงปลูกประเมินของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร (ภาพที่ 17-19) บันทึกประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphological Characteristic) โดยใช้ descriptor ดัดแปลงจากของมะเขือโดย IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy) ด้าน Vegetative growth มี16 parameters แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะต้นกล้า (Seedling stage) มี 3 parameters และระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative growth): บันทึกในระยะออกดอก มี 13 parameters ด้าน Reproductive growth มี 33 parameters แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะออกดอก (Inflorescence stage) มี 6 parameters, ระยะติดผล (Fruiting stage) มี 23 parameters และ ระยะเมล็ด มี 4 parameters (เอกสารแนบ) ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างระยะเมล็ด (ตารางที่ 17-19 ภาคผนวก 1)

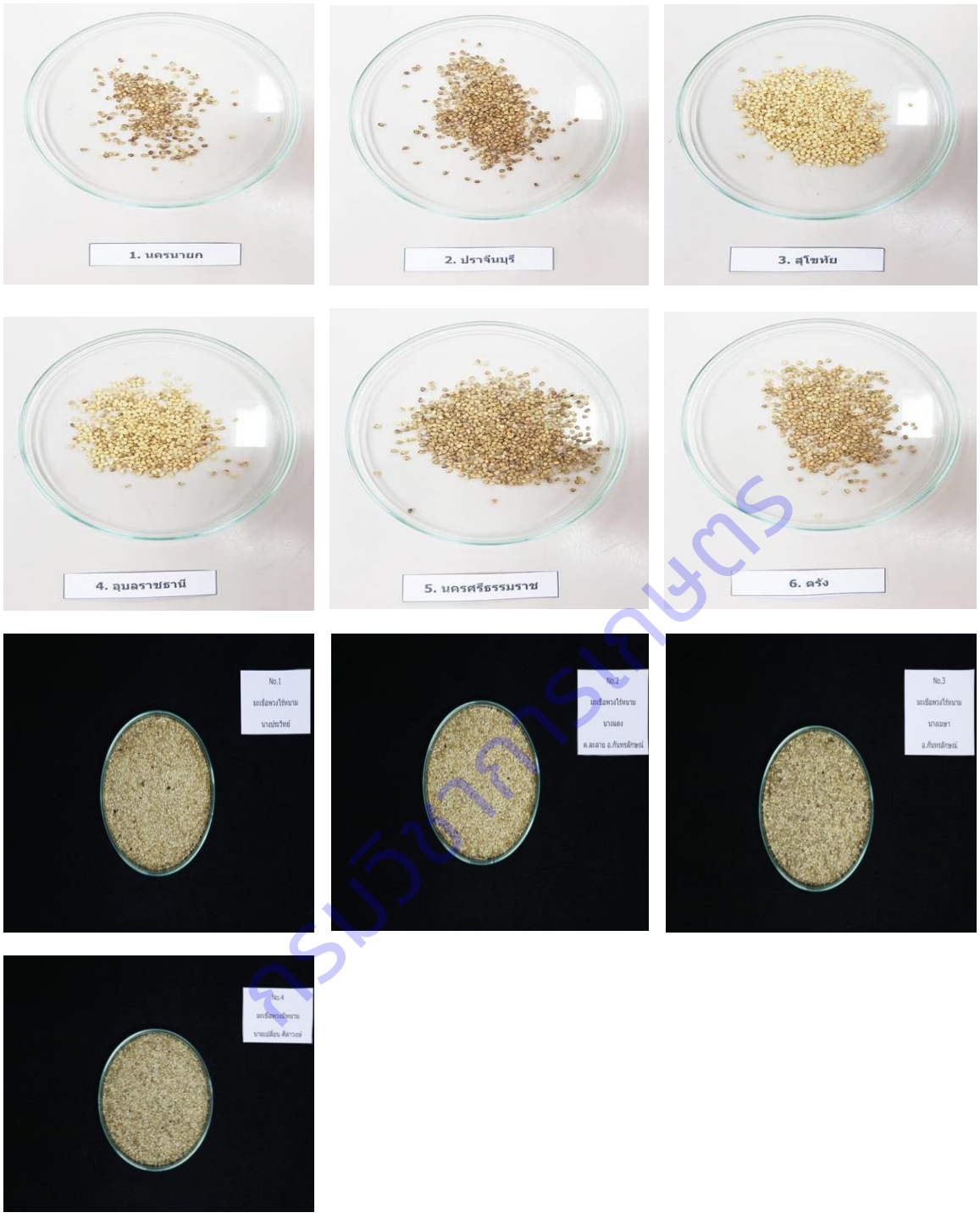
ได้แปลงมะเขือพวงที่ปลูกรวบรวมเพื่อขยายในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ตัวอย่าง ในแปลงเกษตรกรชื่อนายชตพล ยิ้มใหญ่ อยู่บ้านเลขที่ 64 ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และมะเขือพวงที่ปลูกรวบรวมเพื่อขยายในแปลงเกษตรกรจำนวน 4 ตัวอย่าง ในแปลงเกษตรกรชื่อ นางสาวเพชรี ยิ้มใหญ่ อยู่บ้านเลขที่ 53 ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี (ภาพที่ 20 และ 22)

เตรียมศึกษาข้อมูลเข้าสู่กระบวนการนำผลมะเขือพวง จำนวน 14 ตัวอย่าง โดยเป็นมะเขือพวงที่ปลูกที่ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร คลอง 6 ปทุมธานี จำนวน 10 ตัวอย่าง และมะเขือพวงที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 4 ตัวอย่าง (ภาพที่ 21) ไปวิเคราะห์สารสำคัญ ได้แก่ 1) Antioxidant activity วิธี DPPH, ABTS 2. Total Phenolic Content ใช้ Folin Ciocalteu reagent by Bhalodia 3. Flavonoid content 4. กลุ่มTriterpenes คือ Torvanol A, Torvoside A, Torvoside H 5. Rutin 6. Quercitin

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 14 แปลงเกษตรกรที่ดำเนินการเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจังหวัดศรีสะเกษ

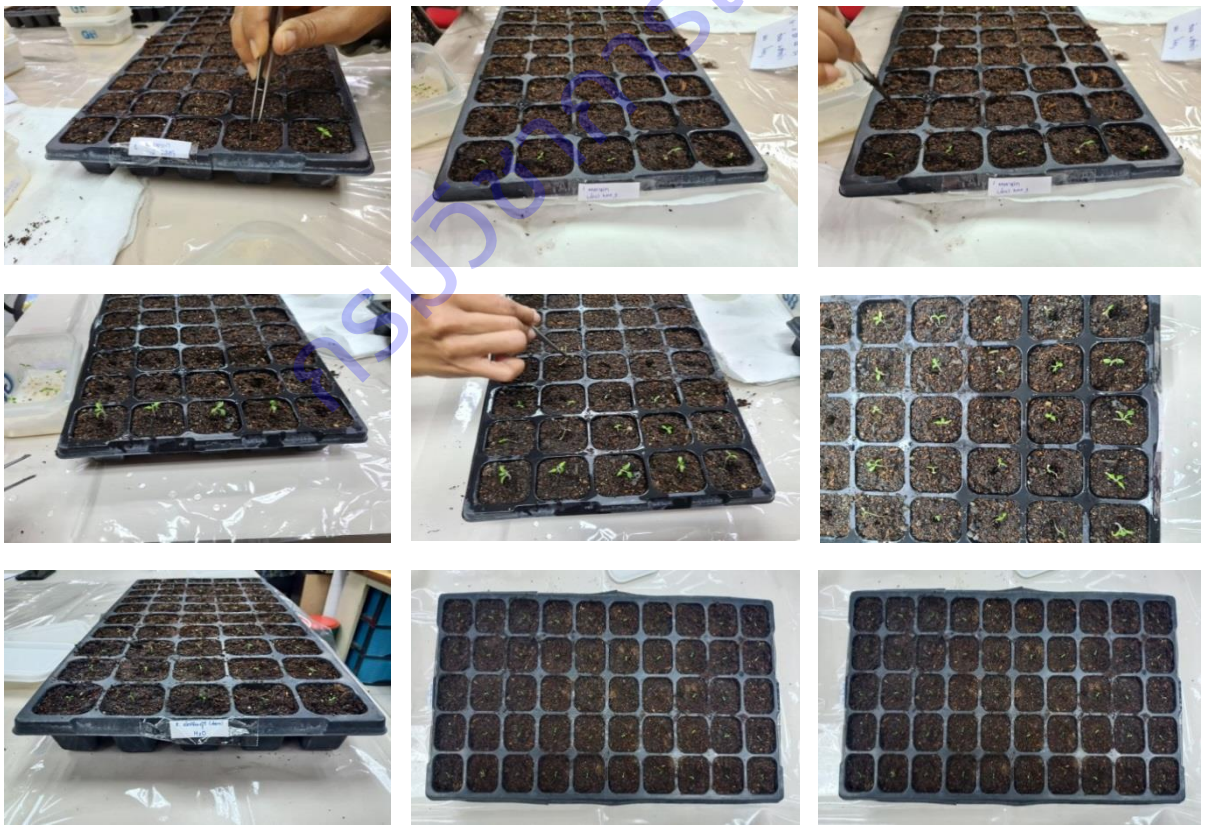
กรมวิชาการเกษตร



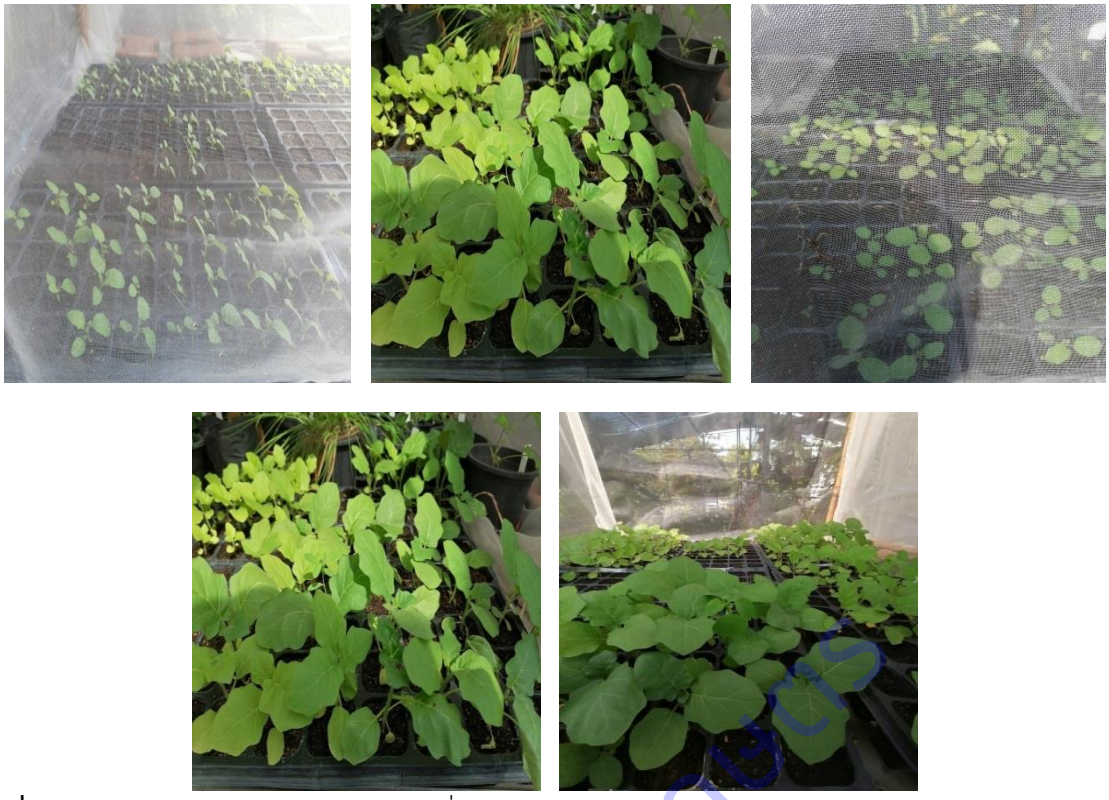
ภาพที่ 15 เมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร 10 ตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 16 การเพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร



ภาพที่ 17 นำต้นกล้าที่เพาะเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร นำลงเพาะในกระบะเพาะ



ภาพที่ 18 ต้นกล้ามะเขือพวงในกระบะเพาะที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากแปลงเกษตรกร

ภาพที่ 19 แปลงปลูกประเมินของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่าง ในพื้นที่โดยปลูกประเมินใช้ระยะห่างระหว่างต้น 2 * 2 เมตร

ภาพที่ 20 ต้นกล้าของเกษตรกรนำไปปลูกเพื่อขยายสำหรับการเพิ่มปริมาณในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี

ภาพที่ 21 ต้นกล้าของมะเขือพวงปลูกเพื่อขยายสำหรับการเพิ่มปริมาณใน ศวส. ศรีสะเกษ

ภาพที่ 22 แปลงเกษตรกรที่ดำเนินการปลูกขยายเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจังหวัดปทุมธานี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

การทดลองที่ 2 ศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์เมล็ดเชื้อพันธุ์มะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร

ได้ผลิตเมล็ดมะเขือพวงในแปลงขยายเมล็ดพันธุ์ของศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จำนวน 2 ตัวอย่างพันธุ์ โดยเป็นพันธุ์ที่รวบรวมจากเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ

1. นางประพิศ เนียมจิต จ. ศรีสะเกษ (ภาพที่ 23)
2. นางเมษา อ.กันทรลักษณ์ จ. ศรีสะเกษ (ภาพที่ 24)

ผลแก่มะเขือพวงที่เก็บเกี่ยวได้ (ภาพที่ 25) จะนำมาคัดแยกเมล็ดสมบูรณ์และทำความสะอาดตามกระบวนการของห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์เพื่อให้ได้เมล็ดเชื้อพันธุ์ที่สะอาด ก่อนนำไปทดสอบความงอกและความชื้นเริ่มต้นของเมล็ด ก่อนทำการลดความชื้นและทดสอบการเก็บรักษา (ภาพที่ 26-28)

สำหรับการทดสอบความงอก พบว่าทำการตรวจสอบงอกครั้งแรกประมาณ 14 วัน (ภาพที่ 29) และตรวจสอบความงอก ที่ 28 วัน หลังเพาะ (ภาพที่ 30) พบว่าความงอกเริ่มต้นพันธุ์ 1 เท่ากับ 48% ความงอกเริ่มต้นพันธุ์ 2 เท่ากับ 42% ในขณะที่ผลการทดสอบความชื้น โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง พบว่าความชื้นเมล็ดเริ่มต้น เท่ากับ 6.79% หลังจากนั้นนำเมล็ดไปลดความชื้น 14 วัน ให้มีความชื้น 4% เพื่อใช้ทดลองต่อไป

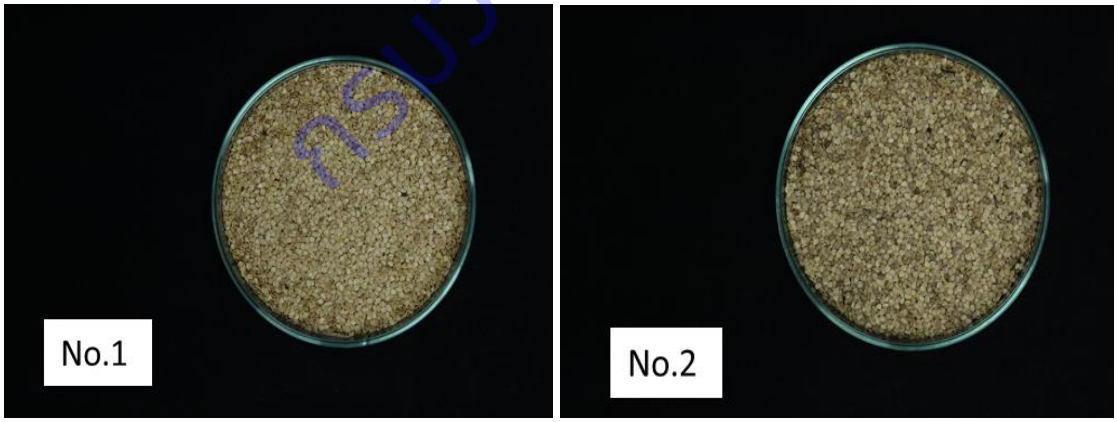
จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ผ่านการลดระดับความชื้นในระดับต่างๆ มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์และปิดผนึกให้อยู่ในสภาพสุญญากาศ (ภาพที่ 31) และเตรียมนำไปเก็บรักษาเปรียบเทียบตามสภาวะของอุณหภูมิการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็งตามที่วางแผนทดลองไว้ (ภาพที่ 32)

ภาพที่ 23 แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงพันธุ์ 1 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 24 แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงพันธุ์ 2 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

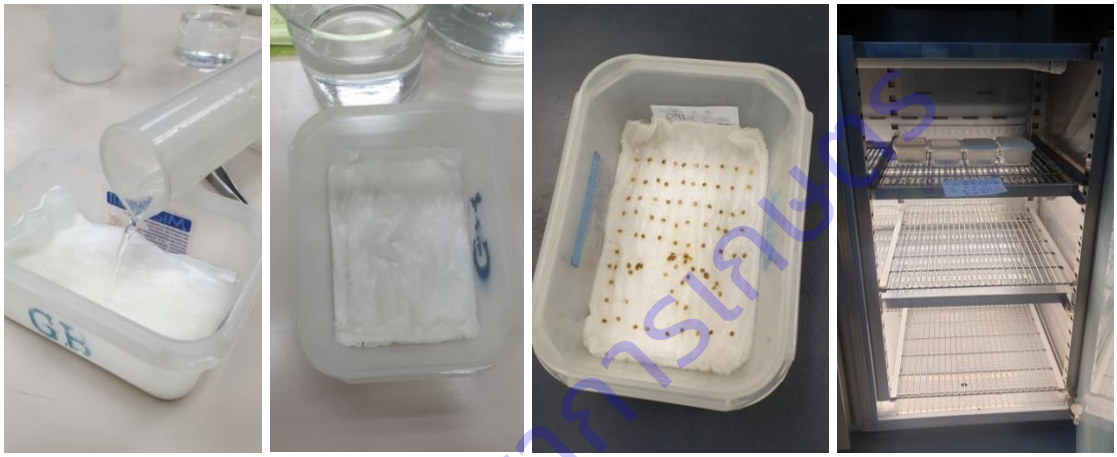
ภาพที่ 25 ลักษณะผลแก่ที่เก็บจากแปลงเพื่อมาคัดแยกเมล็ดพันธุ์



ภาพที่ 26 ลักษณะเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาด

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 27 อุปกรณ์ทดสอบความงอกเมล็ดมะเขือพวง



ภาพที่ 28 ขั้นตอนการทดสอบความงอกโดยบ่มในตู้เพาะ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 29 การตรวจสอบความงอกที่ 14 วัน หลังเพาะ

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 30 การตรวจสอบความงอกที่ 28 วัน หลังเพาะ

ภาพที่ 31 เมล็ดมะเขือพวงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์และปิดผนึกให้อยู่ในสภาพสุญญากาศ

ภาพที่ 32 การเตรียมถังไนโตรเจนเหลวเพื่อการเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็ง

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิเพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์

กิจกรรมที่ 1 การปรับปรุงสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ ให้มีผลผลิตสูง คุณภาพดี

การทดลองที่ 1.1 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อลูกผสมสายพันธุ์ใหม่

ผลการรวบรวมสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ

รวบรวมตัวอย่างพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ แหล่งจำหน่ายเชื้อเห็ด ฟาร์มเกษตรกรผู้เพาะเห็ด และศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย ได้จำนวนทั้งสิ้น 26 ตัวอย่างพันธุ์ โดยเชื้อเห็ดเป๋าฮื้อที่รวบรวมได้นั้นมีทั้งในรูปแบบเส้นใยเห็ดในอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นใยเห็ดในวัสดุเพาะและดอกเห็ด (ตารางที่ 20 ภาคผนวก 1)

ผลการศึกษาการให้ผลผลิต ลักษณะและคุณภาพดอกเห็ดจากการเพาะให้ออกดอก

จากการนำเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ ทดสอบความสามารถในการออกดอกในถุงอาหารเพาะขี้เลื่อยขนาด 800 กรัม

ระยะบ่มเส้นใย เดือนมกราคม – มีนาคม 2565 อุณหภูมิเฉลี่ยในโรงเรือนบ่มเส้นใย ประมาณ 27.38 - 30.20 องศาเซลเซียส ความชื้นเฉลี่ย 54.25-58.88 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเห็ดทุกตัวอย่างพันธุ์เจริญเต็มถุงอาหารเพาะภายในระยะเวลา 51.31 – 61.90 วัน (ตารางที่ 21 ภาคผนวก 1) ผลการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดจนเต็มถุงอาหารเพาะพบว่าเห็ดเป๋าฮื้อทุกตัวอย่างพันธุ์ใช้เวลาในการเจริญไม่แตกต่างทางสถิติจากสายพันธุ์เปรียบเทียบ PC3 ใช้เวลาเฉลี่ยในการเจริญจนเต็มถุงอาหารเพาะ 55.41 วัน ยกเว้นตัวอย่างพันธุ์ PC5 ที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการเจริญ 61.90 วัน (ตารางที่ 21 ภาคผนวก 1)

ระยะเปิดดอก ระหว่างเดือนมีนาคม – สิงหาคม 2565 อุณหภูมิในโรงเรือนเฉลี่ย 31.37- 35.04 องศาเซลเซียส ความชื้นเฉลี่ย 58.26 - 68.48 เปอร์เซ็นต์ เห็ดแต่ละสายพันธุ์ใช้เวลาในการออกดอกหลังการเปิดดอกแตกต่างกัน โดยพบว่าเห็ดเป๋าฮื้อ 15 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ PC1 PC4 PC5 PC6 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และPC26 ใช้เวลาในการอกดอกเฉลี่ย 15.13 – 29.46 วัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์เปรียบเทียบที่ใช้เวลาในการออกดอกเฉลี่ย 18.89 วัน (ตารางที่ 21 ภาคผนวก 1)

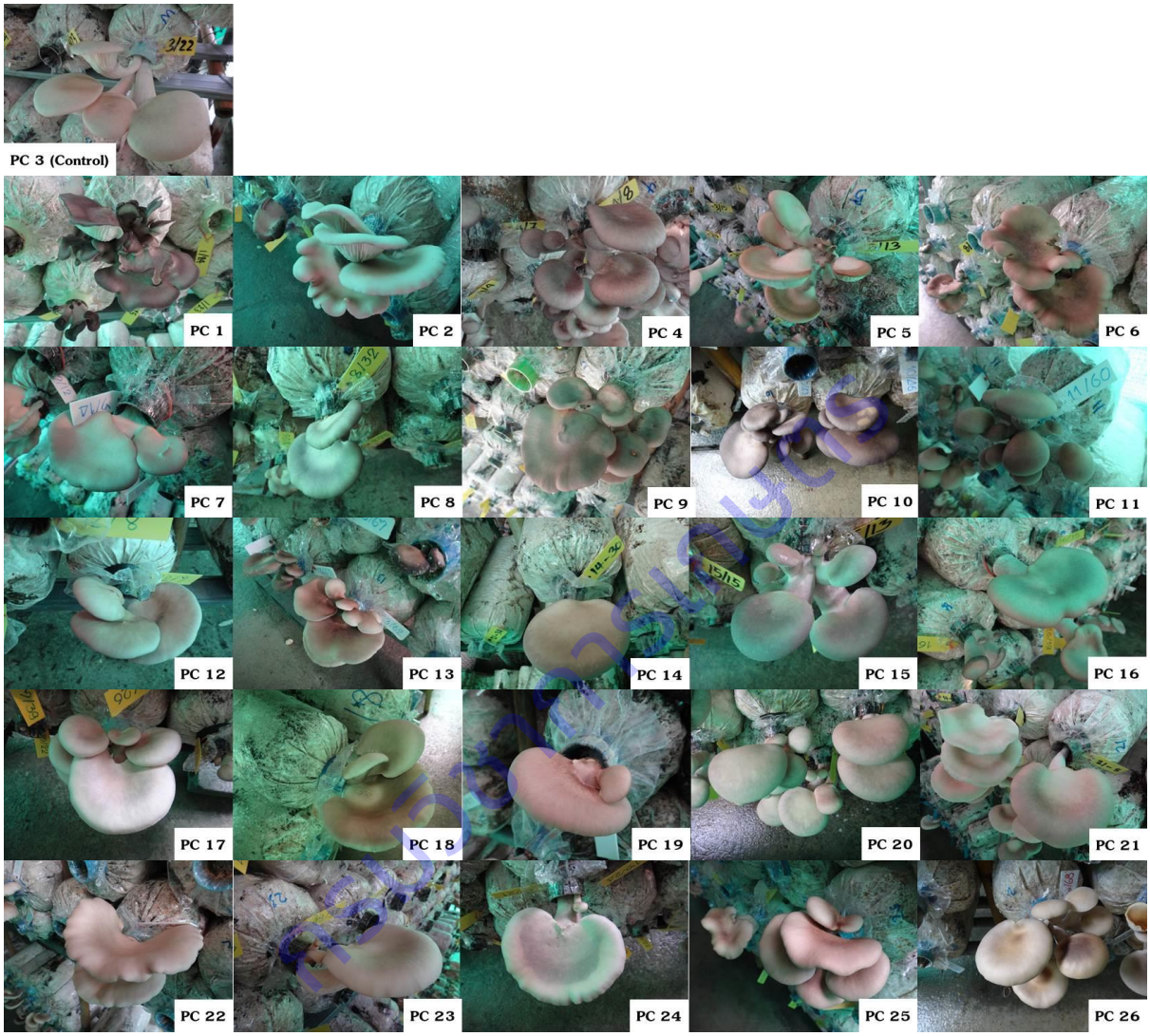
ระยะผลผลิต เปรียบเทียบการให้ผลผลิตในระยะเวลาเปิดดอก 5 เดือน ระยะเปิดดอกตั้งแต่เดือนมีนาคม – สิงหาคม 2565 คิดเป็นน้ำหนักเห็ดสดเฉลี่ยต่อถุงอาหารเพาะ 800 กรัม พบว่าเห็ดเป๋าฮื้อ 2 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ PC1 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 210.24 กรัม/ถุง ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ PC3 ที่ให้ผลผลิต 149.20 กรัม/ถุง ในขณะที่ตัวอย่างพันธุ์ PC4 PC5 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และPC26 ให้ผลผลิต 128.55 - 175.26 กรัม/ถุง ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์เปรียบเทียบ (ตารางที่ 21 ภาคผนวก 1)

ศึกษาลักษะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดเป๋าฮื้อจากการเพาะเลี้ยง

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเห็ดเป๋าฮื้อที่ออกดอกให้ผลผลิตทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์พบว่าดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายพัด สีครีม น้ำตาลอ่อน น้ำตาลเทา จนถึงเทาดำ เนื้อหนา ภาพที่ 33 และตารางที่ 22 ภาคผนวก 1 ตรงกลางหมวกดอกเว้าตื้น มีขนรวมกันคล้ายเกล็ดเล็ก ๆ ขอบหมวกเรียบถึงไม่เรียบ หมวกดอก

กรมวิชาการเกษตร

ขนาดกว้าง 4.74-12.67 เซนติเมตร เนื้อเห็ดสดสีขาว เปราะ เมื่อเห็ดแก่จะเหนียว ครีบดอกสีขาวนวล ครีบยาวเรียงไปตามก้านดอก ก้านมีขนาดกว้าง 0.95-2.47 เซนติเมตร ยาว 2.43-7.01 เซนติเมตร สีน้ำตาลถึงเทาดำ ติดด้านข้างหมวก โคนก้านสอบเล็ก มีขนละเอียด สีเทาอมน้ำตาล คล้ายกำมะหยี่บาง ๆ



ภาพที่ 33 ลักษณะของดอกเห็ดเป๋าฮื้อ ทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตระยะเปิดดอกตั้งแต่เดือนมีนาคม – สิงหาคม 2565

จากผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตของเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 25 ตัวอย่างพันธุ์เปรียบเทียบกับ PC3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตร เพื่อคัดเลือกเห็ดสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีโดยใช้เกณฑ์ 1) ความสามารถในการให้ผลผลิต 2) การออกดอกเร็วและออกดอกพร้อมกัน 3) ระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะ และ 4) ดอกมีขนาดและสีตรงตามความต้องการของตลาด (สัญชัย, 2521) พบว่าตัวอย่างพันธุ์ PC1 เป็นมีคุณลักษณะเป็นเห็ดสายพันธุ์ดี เนื่องจากระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะสั้น การออกดอกเร็วและออกดอกพร้อมกันและให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ แต่สีของ

ดอกเห็ดมีสีเทาเข้มถึงดำซึ่งยังไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาดที่นิยมเห็ดเป๋าฮื้อสีครีมหรือสีเทาอ่อน ดังนั้นหากพัฒนาตัวอย่างพันธุ์นี้ให้มีสีครีมหรือเทาอ่อนก็จะเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร ในขณะตัวอย่างพันธุ์เห็ด PC4 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 มีระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะ การออกดอกและให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างจาก PC3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ตัวอย่างพันธุ์ PC4 PC10 PC11 ดอกเห็ดมีสีเทาเข้มถึงดำ ดังนั้นหากพัฒนาตัวอย่างพันธุ์นี้ให้มีสีครีมหรือเทาอ่อนก็จะเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์มากขึ้น ส่วนตัวอย่างพันธุ์เห็ด PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 เป็นเห็ดที่มีลักษณะดอกและสีเป็นเป็นไปตามความต้องการของตลาด หากปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตที่สูงขึ้นก็จะเป็นทางให้แก่เกษตรกรได้เช่นกัน ดังนั้นจึงคัดเลือกเห็ดเป๋าฮื้อจำนวนทั้ง 13 ตัวอย่างพันธุ์ ไปคัดแยกและคัดเลือกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวเพื่อใช้เป็นพันธุกรรมในการปรับปรังพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ

การแยกและคัดเลือกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

คัดแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (monokaryon) จากสปอร์ของตัวอย่างพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ 13 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ PC1 PC4 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 บนอาหาร Water agar คัดแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวได้ 20, 30, 20, 25, 30, 30, 20,30, 30, 25, 20, 20 และ 20 เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 320 เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว เพื่อนำใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์ปี 2566 ต่อไป

การทดลองที่ 1.2 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดยานางิลูกผสมสายพันธุ์ใหม่

จากการรวบรวมสายเห็ดพันธุ์เห็ดยานางิเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดยานางิลูกผสมสายพันธุ์ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึง กุมภาพันธ์ 2565 สามารถรวมรวมเห็ดยานางิได้ทั้งสิ้น จำนวน 24 สายพันธุ์ จากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้ 1) ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย จำนวน 12 สายพันธุ์ 2) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) จำนวน 4 สายพันธุ์ และ 3) แหล่งจำหน่ายเชื้อพันธุ์เห็ดและฟาร์มเกษตรกรผู้เพาะเห็ด จำนวน 8 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 23 ภาคผนวก 1

เมื่อนำเห็ดยานางิทั้ง 24 สายพันธุ์ มาเพาะทดสอบการให้ผลผลิตในโรงเรือนสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มวิจัยและพัฒนาเห็ด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ขนาด 4×6 เมตร จำนวน 1 รอบการผลิต เก็บผลผลิตเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า เส้นใยของเห็ดยานางิทั้ง 24 สายพันธุ์ สามารถเจริญเต็มก้อนอาหารขี้เลื่อยขนาด 800 กรัม ที่ระยะเวลา 52 – 60 วัน โดยบ่มที่อุณหภูมิ 29 – 34 °C จากนั้นปล่อยให้เส้นใยรัดตัวอีก 7 – 10 วัน จึงเปิดดอก หลังเปิดดอกเป็นเวลา 8 – 10 วัน จึงเริ่มเห็นตุ่มดอก และจากระยะตุ่มดอกอีก 2 – 3 วัน จึงสามารถเก็บข้อมูลและน้ำหนักผลผลิตได้ (ภาพที่ 34)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 34 การเพาะทดสอบเห็ดยานางิ (ก.) เห็ดยานางิในโรงเรือนสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิขนาด 4×6 เมตร (ข.) เห็ดยานางิหลังเปิดดอก 8 - 10 วัน (ค.) ลักษณะดอกของเห็ดยานางิที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดยานางิทั้ง 24 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะดอกของเห็ดยานางิแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสีของดอกซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มสีน้ำตาลถึงน้ำตาลอ่อนและครีม และ 2) กลุ่มสีน้ำตาลเข้มถึงเกือบดำ นอกจากนี้ ในเห็ดยานางิบางสายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ผ่านปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีฉายรังสีแกรมมา (Ya22 Ya23 Ya24 และ Ya25) โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า ดอกมีสีน้ำตาลเข้มกว่ายานางิ-1 ดอกขนาดใหญ่ ก้านดอกยาว และหมวกดอกรูปทรงรี (ภาพที่ 35)

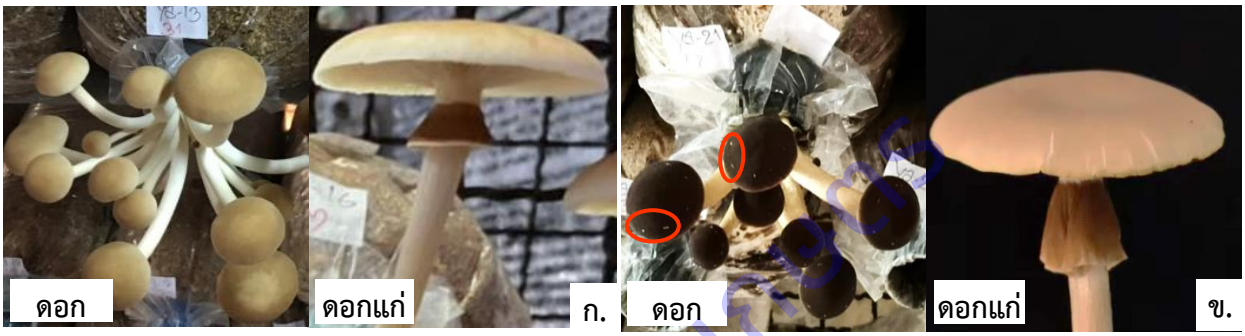
ภาพที่ 35 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ที่เพาะทดสอบในโรงเรือนของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อนำไปจัดจำแนกโดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง (Callac *et. al.,* 2011) สามารถจัดจำแนกเห็ดยานางิทั้ง 24 สายพันธุ์ ได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) *A. cylindracea* จำนวน 16 สายพันธุ์ และ 2) *A. chaxingu* จำนวน 8 สายพันธุ์ (ตารางที่ 24 ภาคผนวก 1) โดยสัณฐานวิทยาของเห็ดยานางิ *A. cylindracea* และ *A. chaxingu* มีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1) *A. cylindracea* ดอกมีสีหมวกดอกสีน้ำตาลถึงน้ำตาลอ่อนและครีม ก้านดอกมีสีขาวเสมอกันตลอดทั้งก้าน และแผ่นวงแหวนใต้ครีบดอกขนาดเล็กและหดสั้นกว่า *A. chaxingu* เมื่อดอกบาน (ภาพที่ 36ก.)

2) A. chaxingu หมวกดอกสีน้ำตาลเข้มถึงเกือบดำ ก้านดอกสีน้ำตาล บนดอกอ่อนพบเกล็ดสีขาวที่สังเกตเห็นได้ชัด (วงกลมสีแดง) และแผ่นวงแหวนใต้ครีบยาวกว่า *A. cylindracea* เมื่อดอกบาน (ภาพที่ 36ข.)



ภาพที่ 36 ลักษณะความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของเห็ดยานางิ 2 ชนิด (ก.) *A. cylindracea* และ (ข.) *A. chaxing*

อย่างไรก็ตาม การจัดจำแนกชนิดของเห็ดยานางิโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำเป็นต้องใช้ความชำนาญในการจัดจำแนก โดยเฉพาะสีของดอก โดยในระยะดอกอ่อนสีของดอกอาจมีสีเข้มและเห็นเกร็ดบนดอกได้ชัดเจนกว่าในระยะดอกแก่ รวมถึงอุณหภูมิในช่วงของการเก็บผลผลิตดอกเห็ดแต่ละครั้งอาจส่งผลให้สีของดอกมีความแปรปรวนได้ ดังนั้น จึงควรศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลการจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และจากการเพาะทดสอบการให้ผลผลิตของเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือนของกรมวิชาการเกษตร สามารถบันทึกอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 28 – 34 °C โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่า 70 – 80% โดยในช่วงการให้น้ำหลังพักก้อน 15 วัน เพื่อเก็บผลผลิต จำเป็นต้องรักษาความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนให้ไม่น้อยกว่า 80% โดยให้น้ำ 3 – 4 ครั้ง/วัน เพื่อให้ดอกเห็ดสามารถเจริญและเก็บผลผลิตได้เต็มที่ นอกจากนี้ ในช่วงระยะการเจริญของดอก ควรระวังไม่ให้สภาพของโรงเรือนแห้งและความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 70% เพราะอาจส่งผลให้ด้านบนของดอกเกิดรอยปริ แตก หรือขอบดอกแห้ง แตก (ภาพที่ 37) และส่งผลต่อการเจริญและคุณภาพของดอกเห็ดได้

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 37 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิที่เกิดรอยปริ แตก หรือขอบดอกแห้ง แตก จากสภาพความความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนน้อยกว่า 70% ส่งผลต่อการเจริญและคุณภาพของดอกเห็ด

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะประจำพันธุ์ทั้งสี ขนาดของดอก จำนวนดอกต่อช่อ และน้ำหนักผลผลิตของเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ทำการคัดเลือกเห็ดยานางิ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Ya10 Ya18 Ya21 Ya22 และ Ya26 ซึ่งมีลักษณะสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกือบดำ และผลผลิตสูงกว่าเห็ดยานางิ-1 โดยเห็ดยานางิทั้ง 5 สายพันธุ์ สามารถให้ผลผลิตรวมที่ 1,285 1,673 1,275 1,109 และ 1,346 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปคัดแยกเส้นใยสปอร์เดี่ยว สามารถแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของทั้ง 5 สายพันธุ์ ๆ ละ 25 สปอร์เดี่ยว รวมทั้งสิ้น 125 สปอร์เดี่ยว เพื่อใช้ในการทดสอบการผสมพันธุ์ในปี 2566 ต่อไป

กิจกรรมที่ 2 การตรวจสอบและจำแนกสายพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

การทดลองที่ 2.1 การตรวจสอบและจำแนกเห็ดเป๋าฮื้อลูกผสมด้วยเครื่องหมายโมเลกุล

จากการตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมด 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่สกัดได้โดยวิธี 1% Agarose gel electrophoresis พบว่า ดีเอ็นเอที่สกัดได้มีแถบดีเอ็นเอขนาดใหญ่และชัดเจน และสามารถเพิ่มปริมาณชิ้นดีเอ็นเอในยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1α* ได้ในตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมด เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในฐานข้อมูล GenBank ของ NCBI (National Center for Biotechnology Information) พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *ITS* มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 676 คู่เบส อยู่ในช่วง 626 – 721 คู่เบส ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *28S* rDNA มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 954 คู่เบส อยู่ในช่วง 898 – 965 คู่เบส และลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *EF-1α* มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 850 คู่เบส อยู่ในช่วง 459 – 881 คู่เบส และพบว่าทุกตัวอย่างคล้ายกับยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1α* ที่พบในเห็ดเป๋าฮื้อ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความเหมือน (%identity) ของลำดับนิวคลีโอไทด์เฉลี่ยมากกว่า 99.0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 25 ภาคผนวก 1) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าชิ้นดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้นั้นเป็นชิ้นดีเอ็นเอบริเวณที่ถูกต้อง

กรมวิชาการเกษตร

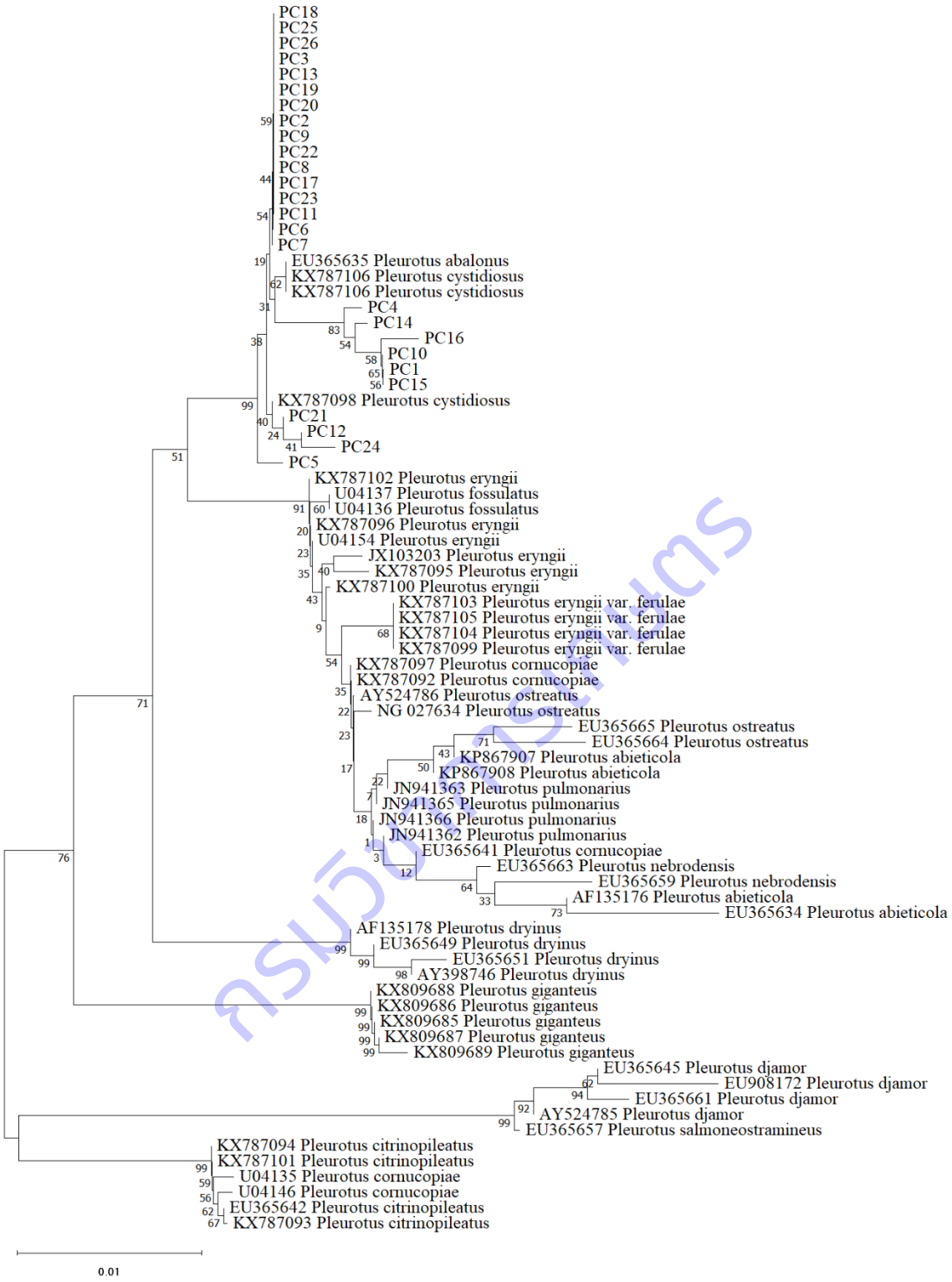
เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1α* ในตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์ ร่วมกับเห็ดสกุลนางรมอื่นๆ (*Pleurotus* spp.) ด้วยวิธี ClastalW แล้วสร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1α* ด้วยโปรแกรม MEGA 11 (ภาพที่ 38 – 40) พบว่า เห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Pleurotus cystidiosus* โดยทั้ง 3 ยีน มีความเหมาะสม สะท้อนความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการและมีความสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดเป๋าฮื้อ ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างได้ถึงระดับสปีชีส์ จึงสามารถยืนยันชนิดของเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ได้อย่างถูกต้อง

การรวบรวมไพรเมอร์ SSR ของเห็ดสกุลนางรม *(Pleurotus* spp.) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Dai *et al*., 2017, Ma *et al*., 2019) ได้ไพรเมอร์ทั้งหมด 54 คู่ไพรเมอร์ ซึ่งเป็นไพรเมอร์ SSR ที่จำเพาะกับเห็ดนางรมหัว (*Pleurotus tuoliensis*) จำนวน 18 คู่ไพรเมอร์ และเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) จำนวน 36 คู่ไพรเมอร์ และทดสอบการใช้ได้ของไพรเมอร์ SSR ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ 6 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ PC1 PC2 PC4 PC5 PC17 และ PC20 ด้วยเทคนิคพีซีอาร์ และตรวจสอบใน 2% agarose gel electrophoresis จากนั้นจะดำเนินการตรวจสอบความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยเครื่องแยกสารพันธุกรรมอัตโนมัติ QIAxcel Advanced System เพื่อคัดเลือกไพรเมอร์ SSR ที่ใช้จำแนกเห็ดเป๋าฮื้อต่อไป ตารางที่ 25 และภาพที่ 10 ภาคผนวก 1

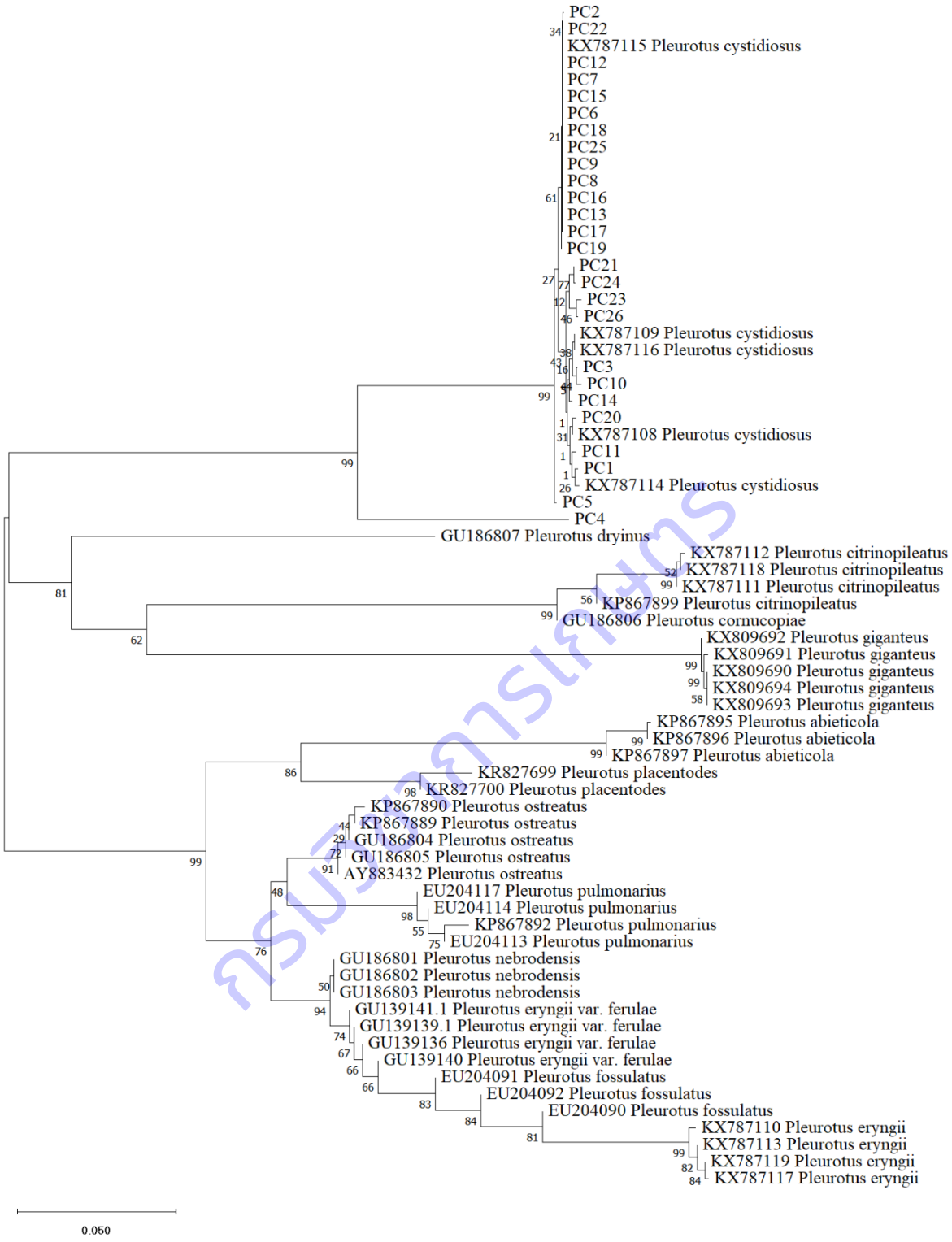
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 38 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *ITS*

กรมวิชาการเกษตร

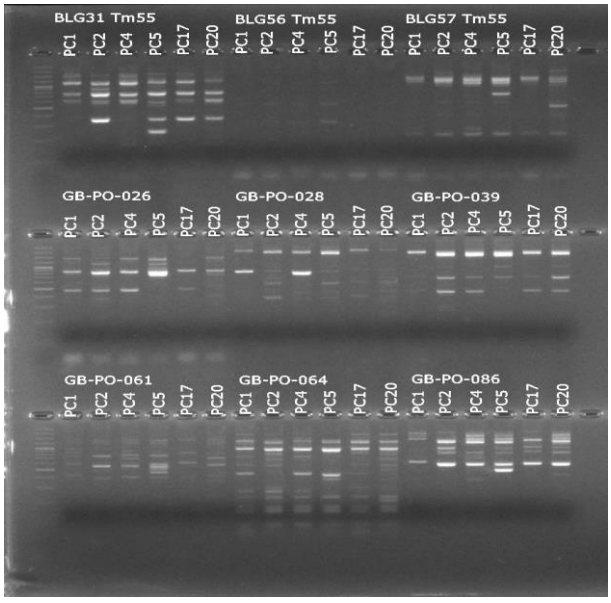


ภาพที่ 39 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 28S rDNA



ภาพที่ 40 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน EF-1α

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 41 ผลการทดสอบการใช้ได้ของไพรเมอร์ SSR ใน 2% agarose gel ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ 6 ตัวอย่างพันธุ์ได้แก่ PC1 PC2 PC4 PC5 PC17 และ PC20

การทดลองที่ 2.2 การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อจำแนกสายพันธุ์เห็ดยานางิลูกผสม

จากตัวอย่างเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ เมื่อนำมาตรวจสอบ จัดจำแนกชนิดของเห็ดเห็ดยานางิ โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR ด้วยไพรเมอร์สากล ในส่วนของยีนในนิวเคลียส จำนวน 3 ยีน ได้แก่ *ITS RPB*1 และ *EF*-1α แล้วนำมาตรวจสอบแถบดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้โดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (ภาพที่ 8 ภาคผนวก 1) ทำบริสุทธิ์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอโดยใช้ชุดทำบริสุทธิ์ดีเอ็นเอ เมื่อนำมาวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์แต่ละยีนกับฐานข้อมูล NCBI ของเห็ดชนิดต่าง ๆ ด้วยวิธี Nucleotide BLAST และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของสายพันธุ์เห็ดด้วยโปรแกรม MEGA X พบว่า เห็ดยานางิทั้ง 24 สายพันธุ์ สามารถจัดจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) *A. cylindracea* และ 2) *A. chaxingu* ซึ่งสอดคล้องกับการจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ภาพที่ 9 ภาคผนวก 1) โดยวิธีการจำแนกชนิดด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลประกอบกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา สามารถช่วยยืนยันชนิดของเห็ดยานางิได้แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมเหล่านี้ สามารถเป็นฐานข้อมูลในการรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดและใช้เป็นสายพันธุ์อ้างอิง (Reference stain) สำหรับศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทยได้

เพื่อทำการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่จำเพาะกับเห็ดยานางิสำหรับใช้ในการตรวจสอบสายพันธุ์เห็ดยานางิลูกผสม จึงได้ทำการรวบรวมไพรเมอร์ของเห็ดยานางิ (*Agrocybe* spp.) โดยสามารถรวบรวมไพรเมอร์ชนิด SSR ของเห็ดยานางิ *A. cylindracea* ได้จำนวน 13 คู่ไพรเมอร์ (Wang *et al.*, 2012) (ภาพที่ 10 ภาคผนวก 1) จากนั้นทำการออกแบบไพรเมอร์ด้วยโปรแกรม Primer 3 โดยกำหนดให้ผลผลิต PCR มีขนาดอยู่ในช่วง 150-400 คู่เบส และประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้นของไพรเมอร์ที่ออกแบบได้ในตัวอย่างเห็ดยานางิสายพันธุ์ต่าง ๆ อย่างน้อยจำนวน 4 ตัวอย่าง ในปี 2566 ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมแหล่งโปรตีนใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน (Orthoptera) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขับเคลื่อนธุรกิจชีวภาพ

การศึกษาคัดเลือกชนิดของตั๊กแตนกินได้ (Orthoptera) จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งโปรตีนใหม่สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ดำเนินการเก็บรวบรวมตั๊กแตนและแมลงกินได้ ที่มีศักยภาพในการจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ วินิจฉัยชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะโครงสร้างทางชีวโมเลกุล โดยกระบวนการ ดี เอ็น เอ บาร์โค้ด ในตัวอย่างที่มีลักษณะโครงสร้างภายนอกที่ซับซ้อนไม่สามารถจำแนกด้วยสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียวได้ ผลการทดลอง ได้ตัวอย่างตั๊กแตนจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลงได้แก่ 1) *Patanga succincta* 2) *Locusta migratoria* 3) *Aiolopus thalassinus* 4) *Gastrimargus marmoratus* 5) *Oxya* sp. 6) *Ceracris fascita* 7) *Pseudoxy diminuta* 8) *Spathosternum prasiniferum* 9) *Epistaurus aberrans* 10) *Atractomorpha* sp.11) *Apalacris varicornis* 12) *Acrida* sp.13) *Phlaeoba* sp.นำตัวอย่างดังกล่าว วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย เถ้า (Ash) กากใย (Curde fiber) ไขมันรวม (Total fat) น้ำ (Moisture) โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และพลังงานรวม (total energy) และวิเคราะห์โดยละเอียดในตัวอย่างพันธุ์ที่มีโปรตีนสูง ได้ผลการทดลองในตั๊กแตนและแมลงกินได้ 5 ชนิด ขณะนี้กำลังเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ชนิดที่เหลือและวินิจฉัยและวิเคราะห์ชนิดแมลงกินได้เพิ่มเติม

การศึกษาเทคนิคการเลี้ยงขยายตั๊กแตนจากวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก หลังจากวิเคราะห์ชนิด ตั๊กแตนปาทังกาสายพันธุ์จีน โดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล (ดี เอ็น เอ บาร์โค้ด) พบว่าเป็นตั๊กแตน *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) สายพันธุ์หนานจิง ประเทศจีน ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตขยายมากกว่าสายพันธุ์อื่นเนื่องจาก พฤติกรรมการกิน การขยายพันธุ์ และการดำรงชีวิต ได้รูปแบบการเลี้ยงขยายตั๊กแตนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพโดยโซ้กรงไม้บุมุ้งพลาสติกตาข่ายละเอียด ขนาด 50 x 50 x 100 เซนติเมตร และให้กรงสูงจากพื้น 20 เซนติเมตรเพื่อการระบายอากาศและกันมด กรงสามารถต่อกันได้เป็นแนวสูง ควรเลี้ยงในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทไม่อับชื้น ขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการทดลองโดยใช้อาหารเลี้ยงตั๊กแตน 8 กรรมวิธี ได้แก่ 1) หญ้าเนเปียร์ 2) ต้นอ่อนข้าวสาลี 3) ต้นอ่อนข้าวสาลี และ อาหารจิ้งหรีด 4) ใบข้าวโพดอ่อน อาหารจิ้งหรีด และน้ำ 5) ใบข้าวโพด 6) ใบข้าวโพดอ่อน และแหนแดง 7) ใบข้าวโพดหลังเก็บฝัก8) ใบข้าวโพดอ่อน และเปลือกสับปะรดหลังการแปรรูป ดำเนินการชั่งอาหารทุกครั้งก่อนเลี้ยงเพื่อคำนวนเปอร์เซ็นการแลกเนื้อ ซึ่งขณะนี้ตั๊กแตนอยู่ในวัยสอง

การวิจัยและพัฒนา Insect-based fortified protein จากตั๊กแตนกินได้ เพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็ก ดำเนินการพัฒนาโปรตีนตั๊กแตน 2 รูปแบบได้แก่ แป้งโปรตีนตั๊กแตนโดยการอบแห้งและผงโปรตีนบริสุทธิ์จากตั๊กแตน ผลการทดลองพบว่า การผลิตแป้งโปรตีนตั๊กแตน จะใช้การลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วอบโดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปบดที่ความละเอียด 45 เมซท์ สำหรับการเตรียมผงโปรตีนบริสุทธิ์จากตั๊กแตนนั้นจะนำตัวอย่างผสมน้ำเย็นที่ 4

กรมวิชาการเกษตร

องศาเซลเซียสในอัตราส่วน 1:4 (w/v) เป็นเวลา 15 นาทีจากนั่นปั่นและเขย่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเวลา 24 ชั่วโมงและปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,500g เวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและนำส่วนตกตะกอนไปทำระเหิดแห้ง โดยมีการทดสอบในตั๊กแตนกินได้ 2 ชนิดจากตัวอย่างจากธรรมชาติที่ไม่พบสารตกค้างทางการเกษตร ได้แก่ *Patanga succinata* (ปาทังก้า) และ *Aiolopus thalassinus tamulus* (โมแก่เขียว) พบว่ามีโปรตีนทั้งหมดเฉลี่ย 63.58 กรัม/100 กรัม มีกรดอะมิโนจำเป็นไม่น้อยกว่า 27.5 กรัม/100 กรัมตรงตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและยาแห่งสหประชาชาติสำหรับผลิตอาหารเด็ก ซึ่งคุณภาพโปรตีนของตั๊กแตนทั้งสองชนิดนั้นมีค่า PDCASS ที่ 94.5% และ Amino Acid Score สูงกว่า 1.00 นับว่าเป็นโปรตีนคุณภาพดีมากสามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้

การสร้างแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตนเพื่อเพิ่มมูลค่า ใช้ประโยชน์และอนุรักษ์อย่างยั่งยืน ดำเนินการติดตั้ง QR Code และรายละเอียด กับตัวอย่างตั๊กแตน อย่างน้อย 1971 ตัวอย่าง 2.กำหนดหีบและตู้ในการจัดเก็บ โดยไม่มีการเคลื่อนย้ายและสับเปลี่ยน จำนวน 28 ลิ้นชัก 2 ตู้ ศึกษากระบวนการเพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บตัวอย่างเพื่อง่ายต่อการสืบค้น ตรวจสอบย้อนกลับและการถ่ายโอนข้อมูลสู่ระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วยส่วนต่างในฐานได้แก่ [Specimen section]; [Determination]; [Status]; [Locality and Collecting data]; [Biology] และ [Image] กำหนดการเข้าถึงข้อมูลโดยผู้ใช้โปรแกรม ดำเนินการให้มีผู้ตรวจสอบและอนุมัติข้อมูลให้มีการจัดเก็บ ปัจจุบันมีตัวอย่างอยู่ในฐานข้อมูลผ่านการตรวจสอบแล้ว 1,300 ตัวอย่าง และได้โมเดลเบื้องต้นเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับระหว่างระบบฐานข้อมูลและตัวอย่างตั๊กแตนในพิพิธภัณฑ์วิชาการ สามารถสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินบริเวณแปลงถั่ว ข้าวโพด อ้อย และพื้นที่ป่าฯ ในพื้นที่แล้งซ้ำซาก 5 จังหวัด จังหวัดละ 2 อำเภอ ได้แก่ จังหวัดหนองบัวลำภู (อำเภอศรีบุญเรืองและอำเภอเมืองหนองบัวลำภู) จังหวัดขอนแก่น (อำเภอหนองเรือและอำเภอชุมแพ) จังหวัดชัยภูมิ (อำเภอแก้งคร้อและอำเภอจัตุรัส) จังหวัดมหาสารคาม (อำเภอบรบือและอำเภอนาดูน) และจังหวัดร้อยเอ็ด (อำเภอหนองพอกและอำเภอเมยวดี) มาคัดแยกเพื่อหาเชื้อที่มีประสิทธิภาพจากพื้นที่แล้งซ้ำซากและคัดแยกจากเชื้อพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ใน Culture collection ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน ได้เชื้อพันธุ์แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและมีคุณสมบัติทนแล้งได้ จำนวน 150 ไอโซเลท แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ไรโซเบียม จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 15 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 35 ไอโซท 2) แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 6 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 44 ไอโซเลท และ 3) แบคทีเรียละลายฟอสเฟต จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 16 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 34 ไอโซเลท ได้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้นของดินและค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยมีค่าความชื้นของดินอยู่ในช่วง 1.67-25.12% และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 4.81-7.56 ได้ข้อมูลความสามารถเจริญเติบโตของเชื้อในสภาวะที่มีค่าศักย์ของน้ำต่ำ (water

กรมวิชาการเกษตร

potential เท่ากับ -0.73 MPa) ได้ข้อมูลปริมาณโปรตีนทั้งหมดของเชื้อ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 25.69-401.23 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ACC deaminase อยู่ในช่วง 2.10×10^{-4} ถึง 3.52×10^{-2} หน่วยต่อมิลลิลิตร และข้อมูลกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACC deaminase อยู่ในช่วง 1.62×10^{-6} ถึง 9.84×10^{-5} หน่วยต่อไมโครกรัมโปรตีน ซึ่งขณะนี้แบคทีเรียทั้งหมดอยู่ระหว่างเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rRNA gene และต้องดำเนินการออกพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างให้ครบตามแผนที่วางไว้ ส่วนการศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อและอุณหภูมิต่อการสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการทนแล้งได้ทั้งหมด 150 ไอโซเลท ซึ่งอยู่ระหว่าง การนำไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพมาจำแนกชนิดด้วยเทคนิค PCR และ Sequencing เก็บรักษาเชื้อ และนำไปทดสอบปัจจัยของอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีผลต่อการสร้างโปรตีน เพื่อสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ และจัดเก็บข้อมูลของแต่ละไอโซเลทลงในระบบฐานข้อมูลจุลินทรีย์ฯ ให้ครบตามแผนที่วางไว้

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	10	ต้นแบบ	1. เชื้อพันธุกรรมไพลดำที่เก็บอนุรักษ์ในกรมวิชาการเกษตร อย่างน้อย 10 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีสารสำคัญสูง	20	ต้นแบบ	เชื้อพันธุกรรมไพลดำจากพื้นที่ต่างๆ ใน 14 จังหวัดทุกภูมิภาคของประเทศไทยจำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์ นำมาอนุรักษ์ในกรมวิชาการเกษตร (ภาพที่ 1 และ 2 ภาคผนวก 2) รวมถึงได้ข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สภาพแวดล้อม และธาตุอาหารในดิน (ตารางที่ 1 ภาคผนวก 2)	เก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมไพลดำได้ 20 ตัวอย่างพันธุ์ สำหรับเป็นฐานพันธุกรรมเพื่อศึกษาสารสำคัญและคัดเลือกแหล่งพันธุ์ที่มีแนวโน้มในการผลิตสารสำคัญสูง
2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	5	ต้นแบบ	2. เชื้อพันธุกรรมพืชสกุลปุด ได้อนุรักษ์ความหลากหลายไว้ ในสภาพโรงเรือนหรือสภาพแปลงปลูกหรือสภาพปลอดเชื้อ ในกรมวิชาการเกษตร อย่างน้อย 5 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีสารสำคัญสูง	10	ต้นแบบ	ตัวอย่างพืชสกุลปุดจำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ (5 ชนิด) จาก 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันออก (2 ตัวอย่าง) ภาคเหนือตอนล่าง (2 ตัวอย่าง) ภาคเหนือตอนบน (2 ตัวอย่าง) และภาคใต้ (4 ตัวอย่าง) (ภาพที่ 3 ภาคผนวก 2)	มีฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์พืชสกุลปุดที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง
3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	5	ต้นแบบ	3. มะเขือพวงที่เก็บอนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชอย่างน้อย 5 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีสารสำคัญสูง	10	ต้นแบบ	เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์ (ภาพที่ 4-6 ภาคผนวก 2)	เชื้อพันธุ์มะเขือพวงพร้อมข้อมูลประเมินเพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (เบื้องต้นพบว่า ผลผลิตมะเขือพวงที่ปลูกที่ศรีสะเกษมีขนาดผลใหญ่กว่า)
4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	30	ต้นแบบ	4. เชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานาง อย่างน้อย 30 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ตามความต้องการของตลาดและมีคุณภาพ	50	ต้นแบบ	รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานาง จากศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย ฟาร์มเกษตรกร และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่างพันธุ์ แบ่งเป็นเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ 26	ได้เชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อที่ให้ผลผลิตสูง ดอกเห็ดมีสีเทา ซึ่งตรงตามความต้องการของตลาด และได้เชื้อพันธุ์เห็ดยานาง ที่ให้ผลผลิตสูง ดอกสีน้ำตาลเข้ม และจำนวนดอกต่อช่อสูงซึ่งตรงตามความต้องการของ

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
						ตัวอย่างพันธุ์ (ภาพที่ 7 ภาคผนวก 2) และเห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์ (ภาพที่ 8 ภาคผนวก 2)	ตลาด
5. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	10	ต้นแบบ	5. ตัวอย่างพันธุ์ตั๊กแตนกินได้เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์เพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงทางวิชาการอย่างน้อย 10 ตัวอย่าง และเพื่อเป็นฐานพันธุกรรมในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีศักยภาพเป็นอาหารโปรตีนสูง	13	ต้นแบบ	ได้ตัวอย่างตั๊กแตนจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์ (ชนิด) เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลง (ภาพที่ 9 ภาคผนวก 2)	ได้ตั๊กแตนกินได้ 13 ตัวอย่างพันธุ์ เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และเก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์เพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงทางวิชาการ รวมถึงการจดทะเบียนทางการค้าในสายพันธุ์ที่มีศักยภาพ
6. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ - ระดับห้องปฏิบัติการ	150	ต้นแบบ	6. ได้เชื้อพันธุ์แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติทนแล้ง อย่างน้อย 150 ไอโซเลท	150	ต้นแบบ	คัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและทนแล้ง จากพื้นที่ต่าง ๆ ใน จ.หนองบัวลำภู จ.ขอนแก่น จ.ชัยภูมิ จ.มหาสารคาม และ จ.ร้อยเอ็ดจำนวน 150 ไอโซเลท แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไรโซเบียม แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม และแบคทีเรียละลายฟอสเฟต อย่างละ 50 ไอโซเลท (ภาพที่ 10 ภาคผนวก 2)	ได้แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มีคุณสมบัติทนแล้ง และสร้าง ACC deaminase ได้ ทำให้มีคลังจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สำหรับการนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

*** ใส่ผลผลิตที่ได้ตามคำรับรอง**

**** หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตให้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก และแนบไฟล์ เรียงตามลำดับผลผลิต**

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
1. ผลงานตีพิมพ์ (Publications): สามารถนำผลงานตีพิมพ์ไปใช้หรือต่อยอดงานวิจัยให้เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ	2568-2572
2. การอ้างอิง (Citations): ผลงานวิจัยเป็นที่ยอมรับและได้รับการอ้างอิงในวารสารวิชาการที่มีที่มี impact factor รับรองมาตรฐานของวารสารในระดับชาติหรือระดับนานาชาติ	2568-2572
3. เครื่องมือและระเบียบวิธีการวิจัย (Research tools and methods): ขยายผลเทคโนโลยีการเลี้ยงตั๊กแตนกินได้ การสกัดโปรตีนและผลิตภัณฑ์ รวมเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์สู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม	2568
4. ฐานข้อมูลและแบบจำลองวิจัย (Research databases and models): เพิ่มศักยภาพการจำแนกชนิดด้วยเครื่องมัลติทอฟให้ครอบคลุมชนิดแบคทีเรียที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รวดเร็ว ลดขั้นตอนในการปฏิบัติงาน และสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้มากขึ้น	2568
5. ความก้าวหน้าในวิชาชีพของบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (Next destination): พัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ให้มีโอกาสในการเป็นหัวหน้างานวิจัย โดยมีนักวิจัยอาวุโสเป็นพี่เลี้ยง และสร้างผลงานวิจัยให้เป็นประโยชน์กับประเทศนำมาปรับระดับสูงขึ้น เพื่อการเติบโตในหน้าที่การงาน	2568
6. ทรัพย์สินทางปัญญาและการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Intellectual property and licensing): ได้ทรัพย์สินทางปัญญาจากการต่อยอดองค์ความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนเภสัชหรือเวชสำอาง	2568
7. ผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Products): ถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบผลิตภัณฑ์เภสัชบำบัด อาหารเพื่อสุขภาพ โภชนเภสัชและเวชสำอาง นวัตกรรมแหล่งโปรตีนจากแมลง และปุ๋ยชีวภาพที่ได้จากการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ -โครงการย่อยที่ 1 (3 ชิ้น: ครีมนวด แผ่นเจล เฝือกอ่อน) -โครงการย่อยที่ 2 (2 ชิ้น: อาหารสุขภาพ และแผ่นมาสก์หน้า) -โครงการย่อยที่ 3 (2 ชิ้น: วาฟเฟิลและมะเขือพวงอบกรอบปรุงรส) -โครงการย่อยที่ 4 (2 ชิ้น: เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิสายพันธุ์ใหม่) -โครงการย่อยที่ 5 (2 ชิ้น: ขนมปัง sourdough และแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูล) -โครงการย่อยที่ 6 (2 ชิ้น: ต้นแบบปุ๋ยชีวภาพจากแบคทีเรียทนแล้ง)	2568
8. กิจกรรมสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement activities): สามารถนำองค์ความรู้เทคโนโลยีการผลิตและสร้างมูลค่าจากความหลากหลายทางชีวภาพพร้อมทั้งตระหนักรู้ถึงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน	2568

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตร

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ 1. เกิดอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและส่วนประกอบ อาหารมูลค่าสูง อุตสาหกรรมชีวภาพ อุตสาหกรรมสุขภาพ การแพทย์ ที่มีความเข้มแข็ง ตอบสนองความต้องการของตลาดในและต่างประเทศ เป็นแหล่งจ้างงาน ทักษะสูงและรายได้สูงเพิ่มขึ้น จากต้นแบบผลิตภัณฑ์ความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อไปผลิตเชิงพาณิชย์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ยา เวชสำอาง และโภชนเภสัชจากไพลดำ และพืชสกุลปุด ผลิตภัณฑ์จากพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานจากมะเขือพวง นวัตกรรมอาหารเสริมโปรตีนสูงจากตั๊กแตน 2. สร้างมูลค่าเพิ่มที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชีวภาพทางเลือกทดแทนการนำเข้า สามารถพึ่งพาตนเองได้ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพจากจุลินทรีย์ส่งเสริมพืชทนแล้ง เหมาะสำหรับใช้ในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 15–20% ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเกษตรกร 3. เกษตรกร/ชุมชนสร้างรายได้จากการมีสายพันธุ์พืช เห็ด แมลงโปรตีนสูง และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตวัตถุดิบที่มีคุณภาพและมาตรฐานตามความต้องการของตลาด	2568-2572
ด้านสังคม 1. ส่งเสริมให้เกษตรกร/ชุมชน ยกระดับคุณภาพชีวิต จากการสร้างรายได้ในการปลูกพืชสมุนไพร พืชอาหารที่มีสารสำคัญสูง การเพาะเห็ด เพาะเลี้ยงแมลง เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมธุรกิจชีวภาพ ทำให้ชุมชนเข้มแข็ง สามารถพึ่งพาตนเองได้ สร้างอาชีพและรายได้เพิ่มขึ้นทำให้มีความแข็งแกร่งทางเศรษฐกิจและส่งผลทำให้ประชาชนชาวไทยมีสุขภาพใจและกายที่ดี เนื่องจากมีอาชีพที่มั่นคงในท้องถิ่นทำให้การอยู่ร่วมกันของคนในสังคมไทยมีระเบียบ มีวัฒนธรรม และเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น 2. กลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์การเกษตร โดยเฉพาะในพื้นที่แห้งแล้งซ้ำซากที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่นั้นสามารถปลูกพืชไร่โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพทนแล้ง เพื่อแก้ปัญหาผลผลิตตกต่ำได้	2568-2572
ด้านสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมให้มีการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อลดการใช้สารเคมี เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้น	2568-2572

กรมวิชาการเกษตร

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ โดยชี้แจงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก และแนบไฟล์หลักฐาน)

กลุ่ม/โครงการวิจัยย่อย	หน่วยงาน	การดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์
กลุ่มที่ 1. การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทย นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์สู่ชุมชน - โครงการวิจัยย่อยที่ 1 - โครงการวิจัยย่อยที่ 2	คลินิกการแพทย์แผนไทยสว่างโลก กรุงเทพมหานคร	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์จากไพลดำไปผลิต ได้แก่ ครีมนวดบรรเทาปวด แผ่นแปะเจล และเฝือกอ่อน ทดสอบและขยายผลรักษาผู้ป่วย
	บริษัท ชายแดนใต้ ฟู้ด โพรเซสซิ่ง จำกัด (ธุรกิจสปา)	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์จากไพลดำและพืชสกุลปุดไปใช้ในเชิงเภสัชบำบัดในธุรกิจสปา
	เกษตรกรท้องถิ่น อ.สายบุรี จ. ปัตตานี	นำพันธุ์ไพลดำและพืชสกุลปุดที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง และเทคโนโลยีการผลิตให้ได้มาตรฐาน ใน อ. สายบุรี จ.ปัตตานี
	สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์พืชสกุลปุด ใช้ในการเรียนการสอน หรือนำงานวิจัยไปบูรณาการในชั้นเรียน
	สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร	เก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมไพลดำและพืชสกุลปุดในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช
	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	เชื่อมโยงข้อมูลกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากฐานความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทย นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์สู่ชุมชน
กลุ่มที่ 2. ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม - โครงการวิจัยย่อยที่ 3	บริษัท บีฟาร์ม 1973 จำกัด	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์พืชอาหารไทย มะเขือพวงที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค ไปผลิตเชิงพาณิชย์
	สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เผยแพร่ความรู้และทักษะการสร้างมูลค่าเพิ่มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พืชอาหารที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค แก่ผู้ประกอบการ
	กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพ	นำพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคไปปลูกและขยายผลต่อ
	ชุมชนคลองขวาง	นำพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคไปปลูกและขยายผลต่อ
	องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นบึงบอน	นำพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคไปปลูกและขยายผลต่อ
	สถานีวิจัยลำตะคอง วว.	นำพืชอาหารไทยที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรคไปปลูกและขยายผลต่อ
	สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ	เก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมมะเขือพวงในธนาคารเชื้อพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่ม/โครงการวิจัยย่อย	หน่วยงาน	การดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์
	กรมวิชาการเกษตร	พืช
	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	เชื่อมโยงข้อมูลกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
กลุ่มที่ 3 พัฒนาสายพันธุ์เห็ดเศรษฐกิจและเห็ดพื้นเมืองที่มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ เพื่อผลิตเป็นอาชีพ - โครงการวิจัยย่อยที่ 4	บริษัท เบิร์ดเนท ฟาร์ม จำกัด	นำเชื้อเห็ดเป๋าฮื้อลูกผสม และยานางิลูกผสม ที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง ไปผลิตเชื้อเห็ด และผลิตดอกเห็ดเพื่อจำหน่าย
	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสกลนคร กรมวิชาการเกษตร	นำเชื้อเห็ดเป๋าฮื้อลูกผสม และยานางิ ไปเพาะเห็ดที่ศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริเพื่อเป็นต้นแบบ และขยายผลให้กับเกษตรกรเครือข่าย
	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	เชื่อมโยงข้อมูลกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
กลุ่มที่ 4 การเพิ่มมูลค่าสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน - โครงการวิจัยย่อยที่ 5	บริษัท แล็ปบาโกร จำกัด	นำผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตนไปผลิตเชิงพาณิชย์
	คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	นำตั๊กแตนไปวิจัยและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์/นวัตกรรมใหม่
	กลุ่มพยากรณ์และเตือนภัยการระบาดศัตรูพืช กรมส่งเสริมการเกษตร	ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าจากความหลากหลายทางชีวภาพของศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ
	กลุ่มส่งเสริมการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี กรมส่งเสริมการเกษตร	ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าจากความหลากหลายทางชีวภาพของศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ รวมถึงการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี
	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	เชื่อมโยงข้อมูลกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากฐานความหลากหลายทางชีวภาพ
กลุ่มที่ 5 การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ทนแล้งเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจ (Enhancing the utilization - โครงการวิจัยย่อยที่ 6	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.)	ฐานข้อมูลจุลินทรีย์ ขับเคลื่อนโดยการเชื่อมโยงกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย ภายใต้โครงการเพิ่มประสิทธิภาพคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย เพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และต่อยอดให้เกิดนวัตกรรมเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์
	สมาคมชาวไร่อ้อยอีสานกลาง ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.), สำนักงาน	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพชนิดใหม่ไปทดสอบต่อระดับแปลงเกษตรกรในสภาพพื้นที่แห้งแล้งเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตและขยายผลการใช้ประโยชน์ปุ๋ยชีวภาพ

กรมวิชาการเกษตร

กลุ่ม/โครงการวิจัยย่อย	หน่วยงาน	การดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์
	เกษตรจังหวัดมหาสารคาม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร กรมวิชาการเกษตร	ไปยังพื้นที่แล้งอื่น ๆ
	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, เงินทุนหมุนเวียนในการผลิตเชื้อไรโซเบียม กรมวิชาการเกษตร	รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพชนิดใหม่เพื่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมกับพื้นที่แล้ง
	กรมวิชาการเกษตร	นำฐานข้อมูล PMF ของจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจำแนกชนิดจุลินทรีย์ในการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้ควบคุมกำกับคุณภาพปุ๋ยชีวภาพให้มีมาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย (2550)
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ร่วมวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่และพัฒนาฐานข้อมูล PMF ให้ครอบคลุมกับชนิดของจุลินทรีย์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ด้านนโยบาย ผู้นำไปใช้: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลเชิงวิชาการของไพลดำและพืชสกุลปุด ใช้เป็นข้อมูลเชิงนโยบายประกอบการจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานของไพลดำและพืชสกุลปุดซึ่งยังไม่เคยเก็บรวบรวมไว้ในตำรายาสมุนไพรไทย (Thai Pharmacopoeia) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์มาก่อน นอกจากนี้ข้อมูลพันธุกรรมและตัวอย่างของพืช เห็ด จุลินทรีย์ ตั๊กแตนและแบคทีเรียที่เก็บรวบรวมและอนุรักษ์ไว้ในกรมวิชาการเกษตร สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับคลังข้อมูลทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากฐานความหลากหลายทางชีวภาพ

ด้านสังคม ผู้นำไปใช้: เกษตรกร ชุมชนท้องถิ่น วิสาหกิจชุมชน และสหกรณ์การเกษตร

เชื้อพันธุกรรมพืช (ไพลดำ พืชสกุลปุด และมะเขือพวง) เห็ด จุลินทรีย์ ตั๊กแตนและแบคทีเรีย สายพันธุ์ดี มีคุณภาพ รวมถึงเทคโนโลยีการผลิต สามารถนำไปแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการของเกษตรกร ชุมชนท้องถิ่น วิสาหกิจชุมชน และสหกรณ์การเกษตร และส่งเสริมให้เกิดการนำทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชน นำพืชพันธุ์ดีไปปลูกจำหน่าย เพาะเห็ด เพาะเลี้ยงแมลง เพื่อสร้างรายได้และยกระดับคุณภาพชีวิต ทำให้ชุมชนเข้มแข็ง สามารถพึ่งพาตนเองได้ สร้างอาชีพและรายได้เพิ่มขึ้น และเห็นคุณค่าของทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่นของตนมากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ด้านเศรษฐกิจ ผู้นำไปใช้: ผู้ประกอบการภาครัฐและเอกชน สถานพยาบาล เกษตรกรและวิสาหกิจชุมชน

ต้นแบบผลิตภัณฑ์เชิงเภสัชบำบัดจากไพลดำ ต้นแบบผลิตภัณฑ์เชิงโภชนเภสัชและเวชสำอางจากพืชสกุลปุด ต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิสายพันธุ์ใหม่ นวัตกรรมแหล่งโปรตีนจากแมลง และปุ๋ยชีวภาพจากไรโซเบียมและแบคทีเรีย รวมถึงเทคโนโลยีการผลิต การจัดจำแนก และกระบวนการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชีวภาพทางเลือกทดแทนการนำเข้า สามารถพึ่งพาตนเองได้ นำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่และกระตุ้นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจจากธุรกิจชีวภาพสมุนไพรไทยตามโมเดลเศรษฐกิจ BCG สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

ด้านวิชาการ ผู้นำไปใช้: นักปรับปรุงพันธุ์ นักวิจัย มหาวิทยาลัย สถาบันภาครัฐและเอกชนอื่นๆ

องค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมจากงานวิจัยด้านพืช (ไพลดำ พืชสกุลปุด และมะเขือพวง) เห็ด จุลินทรีย์ ตั๊กแตน และแบคทีเรีย เป็นฐานพันธุกรรมและข้อมูลเชิงวิชาการที่นักวิจัยและนักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำไปต่อยอดใช้ประโยชน์เพื่อสร้างผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ อาทิเช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีคุณลักษณะที่ต้องการ การค้นหาสารสำคัญที่มีประโยชน์เชิงสุขภาพและการแพทย์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหล่งโปรตีนใหม่ และการพัฒนาปุ๋ยชีวภาพที่ตอบสนองอย่างจำเพาะต่อชนิดพืช เป็นต้น นอกจากนี้ ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการทั้งในระดับชาติและนานาชาติ การประชุมเชิงวิชาการ ฝึกอบรม และสร้างสื่อออนไลน์ต่างๆ ก็เป็นช่องทางเผยแพร่องค์ความรู้สู่สาธารณะที่ก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรชีวภาพของประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยที่ 2 วิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

การดำเนินโครงการวิจัยในปี 2565 สามารถดำเนินโครงการให้เกิดผลผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ (ระดับห้องปฏิบัติการ) จำนวน 253 ต้นแบบ ซึ่งได้มากกว่าให้คำรับรองไว้ (ผลผลิตตามคำรับรอง ววน. จำนวน 210 ต้นแบบ) เป็นประกอบไปด้วย ต้นแบบเชื้อพันธุกรรมไพลดำที่เก็บอนุรักษ์ในกรมวิชาการเกษตร จำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์ ต้นแบบเชื้อพันธุกรรมพืชสกุลปุดที่เก็บอนุรักษ์ในกรมวิชาการเกษตร จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ ต้นแบบเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์ ต้นแบบเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ (26 ตัวอย่างพันธุ์) และเห็ดยานาง (24 ตัวอย่างพันธุ์) จำนวน 50 ตัวอย่างพันธุ์ ต้นแบบพันธุ์ตั๊กแตนกินจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์ และต้นแบบแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและทนแล้ง จำนวน 150 ไอโซเลท แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไรโซเบียม แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม และแบคทีเรียละลายฟอสเฟตอย่างละ 50 ไอโซเลท โดยรายละเอียดของสรุปผลและอภิปรายผลการดำเนินการในแต่ละโครงการวิจัยย่อยมีดังนี้

สรุปผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์

1. สามารถเก็บอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมไพลดำในกรมวิชาการเกษตรจำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์ พร้อมทั้งข้อมูลพฤกษศาสตร์ ธาตุอาหารในดิน และพรรณไม้อ้างอิง นอกจากนี้ได้เพาะเลี้ยงไพลดำในสภาพปลอดเชื้อจำนวน 6 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่-1 ปทุมธานี-1 เพชรบูรณ์-1 พิษณุโลก-1 ปัตตานี-3 และสงขลา-1ซึ่งเป็นตัวแทนจาก 3 ภูมิภาคเพื่ออนุรักษ์ในสภาพชะลอการเจริญเติบโต

2. ดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* มีประสิทธิภาพในการระบุเอกลักษณ์ไพลดำ 17 ตัวอย่างพันธุ์ว่าเป็นชนิด *Z. ottensii* ขณะที่อีก 3 ตัวอย่างพันธุ์เป็น *Z. flavomaculosum* (นครนายก-1 และปราจีนบุรี-1) และ *Z. parishii* (เลย-1) และพบว่ากลุ่มไพลดำทางภาคใต้มีความแตกต่างทางพันธุกรรมมากกว่าไพลดำที่พบในภูมิภาคอื่นๆ

3. เครื่องหมายโมเลกุล SSR จำนวน 25 คู่ไพรเมอร์ให้ความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิง ซึ่งมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายที่ใช้ในการตรวจสอบและจัดจำแนกไพลดำจากพืชสกุลขิงอื่นได้

4. น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำมีปริมาณ 0.25-0.65 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และมีองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 29 ชนิด โดยมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ zerumbone, sabinene, terpinene-4-ol, α-humulene, และ β-pinene ซึ่งพฤกษเคมีเหล่านี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่โดดเด่นในด้านต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ

กรมวิชาการเกษตร

5. สารออกฤทธิ์ zerumbone มีศักยภาพต้านการอักเสบและสมานกระดูก ซึ่งพบ 36.6-52.7% เทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดในน้ำมันหอมระเหย และใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์ที่มีศักยภาพร่วมกับผลผลิตเหง้า ได้แก่ เชียงราย-1 พิษณุโลก-1 เพชรบูรณ์-1 ปราจีนบุรี-2 เพชรบุรี-1 สงขลา-1 สงขลา-7 ปัตตานี-3 ยะลา-1 และนราธิวาส-1 โดยขยายต้นพันธุ์ได้อย่างน้อย 400 ต้นเพื่อศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อน้ำมันหอมระเหยในปีถัดไป

6. ไพลดำเพชรบุรี-1 ปทุมธานี-1 และเชียงราย-2 มีแนวโน้มเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ส่วนเชียงใหม่-1 มีแนวโน้มเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีศักยภาพในการต้านแบคทีเรียแกรมบวก *S. aureus*

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

1. เก็บรวบรวมตัวอย่างเชื้อพันธุกรรมพืชสกุลปุดและจัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาเบื้องต้น พบว่าสามารถจัดจำแนกได้จำนวน 5 ชนิด (10 ตัวอย่างพันธุ์) ได้แก่ ปุดช้าง (*E. littoralis*) จำนวน 4 ตัวอย่างพันธุ์ ปุดดอย (*E. araneosa*) จำนวน 3 ตัวอย่าง ดาหลาตายน (*E. maingayi*) จำนวน 1 ตัวอย่างพันธุ์ ปุดช้อนทอง (*E. pauciflora*) จำนวน 1 ตัวอย่าง และปุดยูนนาน (*E. yunnanensis*) จำนวน 1 ตัวอย่างพันธุ์

2. วิเคราะห์วิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณตำแหน่ง *ITS* ร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า สามารถยืนยันชนิดพันธุ์ปุด *E. araneosa E. littoralis E. maingayi E. pauciflora* และ *E. yunnanensis* ได้ และเบื้องต้นยังพบว่า *E. littoralis* มีลักษณะของสีดอกที่แตกต่างกันถึง 3 ลักษณะ

3. ที่เหมาะสมสำหรับการฟอกชิ้นส่วนหน่ออ่อน *E. littoralis* คือ ล้างด้วยน้ำไหลผ่าน 1 ชม. และจุ่มในแอลกอฮอล์ 70% 30 วินาที ฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนด้วย NaClO (Clorox 100% เป็นเวลา 20 นาที) ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ตัดชิ้นส่วนที่ได้จากการฟอกฆ่าเชื้อขนาด 0.8-1 ซม. เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการฟอกชิ้นส่วนหน่ออ่อน *E. araneosa* คือ ล้างด้วยน้ำไหลผ่าน 1 ชม. และจุ่มในแอลกอฮอล์ 70% 30 วินาที ฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนด้วย NaClO (Clorox 60% และ 20% เป็นเวลา 20 และ 10 นาที ตามลำดับ) ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ตัดชิ้นส่วนที่ได้จากการฟอกฆ่าเชื้อ ขนาด 0.8-1 ซม. เลี้ยงบนอาหารสูตร MS

4. น้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดที่วิเคราะห์ด้วย GC-MS ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มโมโนเทอร์พีนและเซสควิเทอร์พีนคิดเป็นสัดส่วน 80:20 โดยพบ **α**-pinene และ **β**-pinene เป็นองค์ประกอบหลักในพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างพันธุ์ โดยพืชสกุลปุดต่างชนิดและต่างแหล่งที่พบมีชนิดและปริมาณพฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยแตกต่างกัน

5. สารสกัดหยาบของ *E. araneosa* (ETL38) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ ABTS มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.16 mg/ml และ 1.38 mg/ml ตามลำดับ และมีค่า FRAP เท่ากับ 209.54 mg FeSO4/g extract และสารสกัดหยาบของ *E. araneosa* (ETL38) และ *E. littoralis* (ETL1) สามารถฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก (*Bacillus subtilis*) สูงที่สุดมีค่า MIC เท่ากับ 62.5

µg/mL และสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (*Pseudomonas aeruginosa*) ได้ที่ค่า MIC เท่า 500 µg/mL ยังพบว่าสารสกัดจาก *E. littoralis* (ETL1) สามารถฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูงมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.196 mg/ml

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

1. การประเมินสารสำคัญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz)

ได้เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่รวบรวมจำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์ นำมาปลูกที่กลุ่มวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ทำการนำเข้าสู่กระบวนการห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ตามขั้นตอน ISTA, 2021 โดยการเพาะเมล็ดด้วยวิธี Top of paper ทดสอบความงอกนับครั้งแรก (first count) 7 วัน และนับครั้งสุดท้าย (final count) 28 วัน นำต้นกล้าปลูกในแปลงปลูกประเมินของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร บันทึกประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphological Characteristic) โดยใช้ descriptor ดัดแปลงจากของมะเขือโดย IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy) ด้าน Vegetative growth มี 16 parameters แบ่งเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะต้นกล้า (Seedling stage) มี 3 parameters และระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative growth): บันทึกในระยะออกดอก มี 13 parameters ด้าน Reproductive growth มี 33 parameters แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะออกดอก (Inflorescence stage)มี 6 parameters, ระยะติดผล (Fruiting stage) มี 23 parameters และ ระยะเมล็ด มี 4 parameters ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างระยะเมล็ด

แปลงมะเขือพวงที่ปลูกรวบรวมเพื่อขยายในแปลงเกษตรกร จำนวน 6 ตัวอย่าง ในแปลงเกษตรกร ชื่อนายชตพล ยิ้มใหญ่ อยู่บ้านเลขที่ 64 ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และมะเขือพวงที่ปลูกรวบรวมเพื่อขยายในแปลงเกษตรกรจำนวน 4 ตัวอย่าง ในแปลงเกษตรกรชื่อ นางสาวเพชรี ยิ้มใหญ่ อยู่บ้านเลขที่ 53 ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี

เตรียมศึกษาข้อมูลเข้าสู่กระบวนการนำผลมะเขือพวง จำนวน 14 ตัวอย่าง วิเคราะห์สารสำคัญโดยเป็นมะเขือพวงที่ปลูกที่ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร คลอง 6 ปทุมธานี จำนวน 10 ตัวอย่าง และมะเขือพวงที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 4 ตัวอย่าง โดยวิเคราะห์สารสำคัญ ได้แก่ 1) Antioxidant activity วิธี DPPH, ABTS 2. Total Phenolic Content ใช้ Folin Ciocalteu reagent by Bhalodia 3. Flavonoid content 4. กลุ่มTriterpenes คือ Torvanol A, Torvoside A, Torvoside H 5. Rutin 6. Quercitin

2. ศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์เมล็ดเชื้อพันธุ์มะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร โดยได้เมล็ดพันธุ์จาก ศวส.ศรีสะเกษ จำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่

1. นางประพิศ เนียมจิต บ้านเลขที่ 17/12 บ้านแจงแมง ต.ชำ อ.กันทรลักษ์ ศรีสะเกษ
2. นางเมษา อ.กันทรลักษ์ ศรีสะเกษ

ศรีวิชาการเกษตร

ผลการทดสอบความงอก โดยพบว่าทำการตรวจสอบความงอกครั้งแรกประมาณ 14 วัน และตรวจสอบความงอก ที่ 28 วัน หลังเพาะ พบว่า ความงอกเริ่มต้นพันธุ์ที่ 1 เท่ากับ 48 % ความงอกเริ่มต้นพันธุ์ 2 เท่ากับ 42 %

ผลการทดสอบความชื้น โดยวิธีใช้อุณหภูมิในการอบ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง พบว่าความชื้นเมล็ดเริ่มต้น เท่ากับ 6.79 % หลังจากนั้นนำเมล็ดไปลดความชื้น 14 วัน ให้มีความชื้น 4 % เพื่อใช้ทดลองต่อไป

ทำการนำเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงที่ผ่านการลดระดับความชื้น มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์และปิดผนึกให้อยู่ในสภาพสุญญากาศ และเตรียมนำไปเก็บรักษาเปรียบเทียบตามสภาวะของอุณหภูมิการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 5 และ -10 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็งตามที่วางแผนทดลองไว้

จำนวนผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง ได้เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ เพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์

รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิ จากศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย ฟาร์มเกษตรกร และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย รวมทั้งสิ้น 50 ตัวอย่างพันธุ์ แบ่งเป็นเชื้อพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ PC1 PC2 PC3 PC4 PC5 PC6 PC7 PC8 PC9 PC10 PC11 PC12 PC13 PC14 PC15 PC16 PC17 PC18 PC19 PC20 PC21 PC22 PC23 PC24 PC25 และ PC26 และเห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ Ya01 Ya02 Ya03 Ya06 Ya07 Ya08 Ya09 Ya10 Ya11 Ya12 Ya13 Ya14 Ya15 Ya16 Ya17 Ya18 Ya19 Ya20 Ya21 Ya22 Ya23 Ya24 Ya25 และ Ya26 เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมด นำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเพาะขี้เลื่อย ขนาด 800 กรัม ศึกษาการให้ผลผลิต ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล เพื่อคัดเลือกตัวอย่างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง หรือมีลักษณะเด่นทางสัณฐานวิทยา

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตของเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 25 ตัวอย่างพันธุ์ เปรียบเทียบกับPC3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตร คัดเลือกเห็ดสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีโดยใช้เกณฑ์ 1) ความสามารถในการให้ผลผลิต 2) การออกดอกเร็วและออกดอกพร้อมกัน 3) ระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะ และ 4) ดอกมีขนาดและสีตรงตามความต้องการของตลาด พบว่ามีเห็ดเป๋าฮื้อ 13 ตัวอย่างพันธุ์ที่มีลักษณะดีกว่าตัวอย่างพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ PC1 PC4 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 นำตัวอย่างพันธุ์ดังกล่าวมาแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (monokaryon) ได้ 320 เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อปี 2566 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมด 26 ตัวอย่างพันธุ์ ในบริเวณตำแหน่งยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1*α ด้วยวิธี Neighbour – joining พบว่า ตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Pleurotus cystidiosus*

กรมวิชาการเกษตร

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตของเห็ดยานางิทั้ง 24 ตัวอย่างพันธุ์สามารถคัดเลือกเห็ดยานางิจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ Ya10 Ya18 Ya21 Ya22 และ Ya26 ซึ่งมีลักษณะดอกสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกือบดำ และผลผลิตสูงกว่าเห็ดยานางิ-1 ไปคัดแยกเส้นใยสปอร์เดี่ยว โดยสามารถแยกเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของทั้ง 5 สายพันธุ์ ๆ ละ 25 สปอร์เดี่ยว รวมทั้งสิ้น 125 สปอร์เดี่ยว เพื่อใช้ในการทดสอบการผสมพันธุ์ ผลศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยเทคนิคชีวโมเลกุลของตัวอย่างพันธุ์เห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์สามารถยืนยันผลการจัดจำแนกได้ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจัดจำแนกเห็ดยานางิได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) *A. cylindracea* จำนวน 16 สายพันธุ์ และ 2) *A. chaxingu* จำนวน 8 สายพันธุ์ ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะสีของดอก เกล็ดบนดอก และแผ่นวงแหวนใต้ครีบเมื่อดอกบาน อีกทั้งสามารถรวบรวมไพรเมอร์ชนิด SSR ของเห็ดยานางิ *A. cylindracea* ได้จำนวน 13 คู่ไพรเมอร์เพื่อใช้ในการออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะและพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบเห็ดยานางิสายพันธุ์ลูกผสมต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมแหล่งโปรตีนใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน (Orthoptera) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขับเคลื่อนธุรกิจชีวภาพ

การศึกษาคัดเลือกชนิดของตั๊กแตนกินได้ (Orthoptera) จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งโปรตีนใหม่สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ได้ตัวอย่างตั๊กแตนจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลงได้แก่ 1) *Patanga succincta* 2) *Locusta migratoria* 3) *Aiolopus thalassinus* 4) *Gastrimargus marmoratus* 5) *Oxya* sp. 6) *Ceracris fascita* 7) *Pseudoxy diminuta* 8) *Spathosternum prasiniferum* 9) *Epistaurus aberrans* 10) *Atractomorpha* sp.11) *Apalacris varicornis* 12) *Acrida* sp.13) *Phlaeoba* sp. และจากการศึกษาเทคนิคการเลี้ยงขยายตั๊กแตนจากวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก หลังจากวิเคราะห์ชนิด ตั๊กแตนปาทังกาสายพันธุ์จีน โดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล (ดี เอ็น เอ บาร์โค้ด) พบว่าเป็นตั๊กแตน *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) สายพันธุ์หนานจิง ประเทศจีน ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตขยายมากกว่าสายพันธุ์อื่น ในการวิจัยและพัฒนา Insect-based fortified protein จากตั๊กแตนกินได้เพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็ก พบว่าได้กระบวนการผลิตแป้งโปรตีนตั๊กแตน จะใช้การลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แล้วอบโดยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปบดที่ความละเอียด 45 เมซท์ สำหรับการเตรียมผงโปรตีนบริสุทธิ์จากตั๊กแตนนั้นจะนำตัวอย่างผสมน้ำเย็นที่ 4 องศาเซลเซียสในอัตราส่วน 1:4 (w/v) เป็นเวลา 15 นาทีจากนั่นปั่นและเขย่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมงและปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,500g เวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและนำส่วนตกตะกอนไปทำระเหิดแห้ง โดยมีการทดสอบในตั๊กแตนกินได้ 2 ชนิด ศึกษาการเข้าถึงข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตนกินได้โดยการสร้างแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ได้ดำเนินการติดตั้ง QR Code และรายละเอียด กับตัวอย่างตั๊กแตน อย่างน้อย 1971 ตัวอย่าง 2.กำหนดหีบและตู้ในการจัดเก็บ โดยไม่มีการเคลื่อนย้ายและสับเปลี่ยน จำนวน 28 ลิ้นชัก 2 ตู้ กำหนดการเข้าถึงข้อมูลโดยผู้ใช้โปรแกรมดำเนินการให้มีผู้ตรวจสอบและอนุมัติข้อมูลให้มีการจัดเก็บ ปัจจุบันมีตัวอย่างอยู่ในฐานข้อมูลผ่านการตรวจสอบ

กรมวิชาการเกษตร

แล้ว 1,300 ตัวอย่าง และได้โมเดลเบื้องต้นเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับระหว่างระบบฐานข้อมูลและตัวอย่างตั๊กแตนในพิพิธภัณฑ์วิชาการ สามารถสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินบริเวณแปลงถั่ว ข้าวโพด อ้อย และพื้นที่ป่าฯ ในพื้นที่แล้งซ้ำซาก 5 จังหวัด จังหวัดละ 2 อำเภอ ได้แก่ จังหวัดหนองบัวลำภู (อำเภอศรีบุญเรืองและอำเภอเมืองหนองบัวลำภู) จังหวัดขอนแก่น (อำเภอหนองเรือและอำเภอชุมแพ) จังหวัดชัยภูมิ (อำเภอแก้งคร้อและอำเภอจัตุรัส) จังหวัดมหาสารคาม (อำเภอบรบือและอำเภอนาดูน) และจังหวัดร้อยเอ็ด (อำเภอหนองพอกและอำเภอเมยวดี) มาคัดแยกเพื่อหาเชื้อที่มีประสิทธิภาพจากพพื้นที่แล้งซ้ำซากและคัดแยกจากเชื้อพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ใน Culture collection ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน ได้เชื้อพันธุ์แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและมีคุณสมบัติทนแล้งได้ จำนวน 150 ไอโซเลท แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ไรโซเบียม จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 15 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 35 ไอโซท 2) แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 6 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 44 ไอโซเลท และ 3) แบคทีเรียละลายฟอสเฟต จำนวน 50 ไอโซเลท จาก Culture collection จำนวน 16 ไอโซเลท จากพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 34 ไอโซเลท ได้ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความชื้นของดินและค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยมีค่าความชื้นของดินอยู่ในช่วง 1.67-25.12% และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 4.81-7.56 ได้ข้อมูลความสามารถเจริญเติบโตของเชื้อในสภาวะที่มีค่าศักย์ของน้ำต่ำ (water potential เท่ากับ -0.73 MPa) ได้ข้อมูลปริมาณโปรตีนทั้งหมดของเชื้อ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 25.69-401.23 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์ ACC deaminase อยู่ในช่วง 2.10×10^{-4} ถึง 3.52×10^{-2} หน่วยต่อมิลลิลิตร และข้อมูลกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACC deaminase อยู่ในช่วง 1.62×10^{-6} ถึง 9.84×10^{-5} หน่วยต่อไมโครกรัมโปรตีน ส่วนการศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อและอุณหภูมิต่อการสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการทนแล้งได้ทั้งหมด 150 ไอโซเลท ซึ่งอยู่ระหว่าง การนำไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพไปทดสอบปัจจัยของอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีผลต่อการสร้างโปรตีน เพื่อสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ และจัดเก็บข้อมูลของแต่ละไอโซเลทลงในระบบฐานข้อมูลจุลินทรีย์ฯ ให้ครบตามแผนที่วางไว้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

อภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมไพลดำทั้งหมด 20 ตัวอย่างพันธุ์ใน 14 จังหวัดทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย พบว่าไพลดำมีการกระจายตัวทั่วทุกภูมิภาคโดยเฉพาะทางภาคใต้ที่พบถึง 8 ตัวอย่างพันธุ์ ซึ่งสัมพันธ์กับข้อมูลการแพร่กระจายไพลดำในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จากอินโดนีเซีย มาเลเซีย สิงคโปร์ เข้าสู่ประเทศไทย (Valeton, 1918; Ridley, 1924; Holttum, 1950; Theilade, 1999) ไพลดำปลูกหรือพบเจอได้ตั้งแต่ระดับพื้นที่ราบลุ่มจนถึงภูเขา มีการเจริญเติบโตเป็นลำต้นเทียมอยู่เหนือดิน โดยมีช่วงพักตัวในฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์) ซึ่งลำต้นเทียมจะโทรมและแห้ง อย่างไรก็ตามไพลดำที่พบทางภาคใต้สามารถเจริญเติบโตได้หลายปีโดยไม่มีช่วงพักตัว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่อยู่ภายใต้ร่มเงาไม้ใหญ่ ประกอบกับสภาพภูมิอากาศภาคใต้ที่ร้อนชื้นและมีปริมาณน้ำเพียงพอ จึงทำให้ไพลดำส่วนใหญ่ไม่พักตัวในฤดูแล้ง ขณะที่ไพลดำที่ปลูกในภาคอื่นโดยเฉพาะ จ.พิษณุโลก และ จ.เชียงใหม่ ซึ่งปลูกกลางแจ้งมีช่วงพักตัวที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเหง้ามาจำหน่ายได้ ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไพลดำจำนวน 17 ตัวอย่างพันธุ์ที่เก็บรวบรวมได้ มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันและสามารถจัดจำแนกได้เป็น *Z. ottensii* Valeton (Theilade, 1999) ยกเว้นนครนายก-1 ปราจีนบุรี-1 และเลย-1 ที่มีสัณฐานวิทยาที่ต่างออกไป แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้เนื่องจากขาดการเก็บตัวอย่างดอกและช่อดอก แสดงให้เห็นว่าข้อมูลสัณฐานวิทยาที่ครบถ้วนจำเป็นต่อการระบุชนิดของพืช ในปัจจุบันได้มีการใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลมาจัดจำแนกและระบุชนิดพืชร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ดีเอ็นบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* เป็นที่นิยมใช้ในการจัดจำแนกชนิดในพืชหลายชนิด โดยตำแหน่ง *ITS* สามารถสร้างความเชื่อมั่นในการจัดจำแนกไพลดำออกจากพืชสกุลขิงอื่นได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานก่อนที่พบว่าตำแหน่ง *ITS* มีประสิทธิภาพในการจำแนกชนิดของพืชสกุล *Alpinia* ได้ (Tan *et al*., 2020) ซึ่งเป็นสกุลพืชที่อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เช่นเดียวกันกับพืชสกุลขิง นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสนใจว่าไพลดำ (*Z. ottensii*) ที่พบในประเทศไทยอาจจะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมแยกย่อยได้มากกว่าที่มีการประเมินไว้ก่อนหน้าที่ โดยพบว่า *Z. ottensii* กลุ่มที่ 2 แบ่งแยกออกจาก *Z. ottensii* ส่วนใหญ่ ซึ่งตัวอย่างเกือบทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากแหล่งปลูกทางภาคใต้ ยกเว้น 1 ตัวอย่างที่ได้จากทางเพชรบูรณ์ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าตัวอย่างที่พบได้จากทางภูมิภาคต่างๆ ได้มาจากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในขณะที่ตัวอย่างที่พบทางภาคใต้ซึ่งเป็นแหล่งต้นกำเนิดและมีการกระจายพันธุ์ของไพลดำในสภาพธรรมชาติอยู่แล้ว ทำให้มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศทำให้เกิดการวิวัฒนาการเป็นกลุ่มย่อยแตกต่างไปจากภูมิภาคอื่นๆ การที่ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไพลดำกลุ่มใหญ่ที่ได้จากภูมิภาคอื่นต่ำกว่าอาจจะเนื่องมาจากการคัดเลือกลักษณะบางประการของเกษตรกร (Colonna *et al*., 2019) และในส่วนความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการที่ไพลดำ (*Z. ottensii*) มีความใกล้ชิดกับกระทือพิลาส (*Z.* cf. *spectabile*) มากกว่ากระทือ (*Z. zerumbet*) แม้ว่าลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกทั้งใบ ต้น และช่อดอก มีความคล้ายกับ *Z. ottensii* มากกว่า *Z.* cf. *spectabile* จากผล

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาชี้ให้เห็นว่าลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกชนิด ไม่ได้สะท้อนความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่แท้จริง การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมความคู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาจะช่วยให้สามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์และสามารถระบุชนิดพันธุ์พืชได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยลดความสับสนของตัวอย่างในลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีความใกล้เคียงกับไพลดำจนไม่สามารถระบุชนิดได้ เช่นในกรณีของตัวอย่าง Z16-Z17 และ Z19 ที่สามารถพิสูจน์เอกลักษณ์ของพืชด้วยดีเอ็นบาร์โค้ดว่าทั้ง 3 ตัวอย่างเหล่านี้ไม่ใช่ไพลดำและสามารถระบุชนิดเป็น *Z. flavomaculosum* และ *Z. parishii* ตามลำดับ โดยสปีชีส์แรกได้มีรายงานการพบตัวอย่างพันธุ์ในเขตภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย (Aung *et al*., 2015) ขณะที่สปีชีส์หลังมีรายงานการพบในอุทยานแห่งชาติภูพาน จ.สกลนคร (Triboun *et al*., 2014) โดยมีชื่อสามัญตามบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้สามัญและวิทยาศาสตร์ของกรมป่าไม้ว่าขิงดอกลาย (*Z. flavomaculosum*) และขิงภูพาน (*Z. parishii*)

สำหรับการค้นหาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้ในการจัดจำแนกไพลดำจากพืชสกุลขิงอื่นนั้น ได้เลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด Simple Sequence Repeat (SSR) เนื่องจากมีความจำเพาะและความแม่นยำสูงสำหรับใช้ศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมและการทำแผนที่โลคัสลักษณะถ่ายทอดเชิงปริมาณ (QTLs) (Morgante and Olivieri, 1993) โดยนำเครื่องหมาย SSR จำนวน 66 คู่ไพรเมอร์ มาทดสอบกับประชากรไพลดำและพืชสกุลขิงทั้งหมด 70 ตัวอย่าง พบว่าไพรเมอร์ SSR จำนวน 33 คู่ไพรเมอร์สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิงอื่นได้คิดเป็นร้อยละ 50 ของไพรเมอร์ทั้งหมด และเมื่อตรวจสอบความแตกต่างของขนาดดีเอ็นเอพบว่ามี 25 คู่ไพรเมอร์ที่ให้ความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิงคิดเป็นร้อยละ 38 ของไพรเมอร์ทั้งหมด ซึ่งไพรเมอร์ทั้ง 25 คู่ไพรเมอร์นี้จะนำวิเคราะห์ต่อเพื่อพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อจัดจำแนกไพลดำจากพืชสกุลขิงต่อไป การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าไพรเมอร์ SSR ที่มีความจำเพาะกับขิง (*Z. officinale*) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ในไพลดำ (*Z. ottensii*) ซึ่งเป็นพืชในพืชสกลุขิง (*Zingiber* sp.) เช่นเดียวกันได้ แสดงให้เห็นว่าไพรเมอร์ SSR นี้มีความสามารถในการถ่ายโอนข้ามชนิดของพืชที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกันได้ อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้วิเคราะห์จำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมในไพลดำและพืชสกุลขิงเพื่อการตรวจสอบมาตรฐานวัตถุดิบของไพลดำ

การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสภาพปลอดเชื้อ (*in vitro* conservation) เป็นวิธีหนึ่งในการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชนอกสภาพธรรมชาติ (*ex situ* conservation) มีข้อได้เปรียบในพืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศหรือไม่สามารถเก็บรักษาในรูปของเมล็ดพันธุ์ได้ งานวิจัยนี้ได้เลือกเทคนิคการชะลอการเจริญเติบโต (slow growth) สำหรับการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมไพลดำ เนื่องจากไพลดำทั้ง 20 ตัวอย่างพันธุ์ที่เก็บรวบรวมได้มีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกไม่แตกต่างกัน จึงคัดเลือกตัวอย่างพันธุ์โดยใช้เกณฑ์ภูมิศาสตร์ร่วมกับปริมาณหน่อที่แตกขยายจากเหง้าได้จำนวน 6 ตัวอย่างพันธุ์ ซึ่งเป็นตัวแทนจาก 3 ภูมิภาค ได้แก่ เชียงใหม่-1 (Z21) ตัวแทนจากภาคเหนือ ปทุมธานี-1 (Z4) เพชรบูรณ์-1 (Z5) และพิษณุโลก-1 (Z6) ตัวแทนจากภาคกลาง ปัตตานี-3 (Z3) และสงขลา-1 (Z7) ตัวแทนจากภาคใต้ หน่ออ่อนทั้ง 6 ตัวอย่างพันธุ์จะนำมาฟอกฆ่าเชื้อก่อนที่จะตัดเนื้อเยื่อเจริญมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมเบนซิลอะมิโนพิวรีน (BA) 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นฮอร์โมนไซโทไคนินสังเคราะห์ที่ควบคุมการแบ่งเซลล์ การขยายตัว และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืช ได้มี

รายงานวิจัยที่ศึกษาความเข้มข้นของ BA ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดและรากของไพลดำในสภาพปลอดเชื้อ (Tharawoot, 2019) โดยพบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA 26.6 ไมโครโมลาร์ (6 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับซูโครส 100 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากของต้นอ่อนไพลดำสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับความเข้มข้นของ BA ที่ใช้ในการทดลองนี้

เหง้าของไพลดำทั้งหมด 20 ตัวอย่างพันธุ์จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยและฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อคัดเลือกไพลดำที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ซีรัมโบนสูงสุด 10 อันดับแรกไปเพาะขยายต้นพันธุ์สำหรับศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อน้ำมันหอมระเหย ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ (*Z. ottensii*) อยู่ในช่วง 0.25-0.65 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ที่สกัดได้จากเหง้าไพลดำในหลายงานวิจัยไว้ซึ่งอยู่ในช่วง 0.26-0.86 มิลลิลิตรแล้ว (Malek *et al*., 2005; Thubthimthed *et al*., 2005; Marliani *et al*., 2018) แสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปเหง้าไพลดำมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยค่อนข้างน้อย เมื่อวิเคราะห์ชนิดขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของเหง้าไพลดำเทียบกับฐานข้อมูล Wiley7n และ Adams, R.P. (2001) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งหมด 29 ชนิด ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เดียวกับจำนวนองค์ประกอบที่พบในหลายงานวิจัยที่อยู่ในช่วง 28-64 ชนิด ขึ้นอยู่กับแหล่งตัวอย่างพันธุ์ (Malek *et al*., 2005; Thubthimthed *et al*., 2005; Theanphong *et al*., 2016; Marliani *et al*., 2018) น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำทั้งหมดยกเว้นนครนายก-1 (Z16) ปราจีนบุรี-1 (Z17) และเลย-1 (Z19) ซึ่งไม่ใช่ *Z. ottensii* มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ zerumbone, sabinene, terpinene-4-ol, α-humulene, และ β-pinene โดยพบ zerumbone ในปริมาณสูงสุดถึง 36.6-52.7% เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่พบ zerumbone มากที่สุดโดยอยู่ในช่วง 25.6-40.1% ส่วนองค์ประกอบหลักอื่นๆ ที่พบได้แก่ sabinene, terpinen-4-ol, α-humulene, *p*-cymene, γ-terpinene, และ 1,8-cineole (Sirat and Nordin, 1994; Malek *et al*., 2005; Thubthimthed *et al*., 2005; Marliani *et al*., 2018) ซึ่งสามารถพบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำที่นำมาวิเคราะห์เช่นกัน งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบโครมาโทแกรมและองค์ประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยมีความจำเพาะกับพืชแต่ละชนิด ไพลดำ (*Z. ottensii*) 17 ตัวอย่างพันธุ์มีโครมาโทแกรมรูปแบบเดียวกันและสารส่วนใหญ่ชนิดเดียวกัน ส่วนตัวอย่าง Z16-Z17, และ, Z19 ที่ระบุชนิดว่าน่าจะเป็น *Z. flavomaculosum* และ *Z. parishii* ตามลำดับนั้นมีโครมาโทแกรมและชนิดสารที่ต่างออกไป ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการจัดจำแนกพืชได้

สารออกฤทธิ์ซีรัมโบน (zerumbone) เป็นพฤกษเคมีในกลุ่มอนุพันธุ์ของเซสควิเทอร์พีนที่พบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำในเปอร์เซ็นต์สูงสุดเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่นทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหยและมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลายด้าน มีรายงานประสิทธิภาพของซีรัมโบนในการรักษามะเร็งลำไส้ใหญ่ (Sadhu *et al*., 2007) ชาวโอรังอัซลีในรัฐเประก์ประเทศมาเลเซียใช้น้ำคั้นจากเหง้ารักษาอาการติดเชื้อแบคทีเรียทุกชนิด (Samuel *et al*., 2010) นอกจากนี้ซีรัมโบนยังมีศักยภาพในการป้องกันการสูญเสียมวลกระดูกด้วย โดยมีรายงานว่าซีรัมโบนที่สกัดจากขิงสามารถยับยั้งการสลายตัวของกระดูกในหนูทดลอง โดยไปยับยั้งกลไกของ RNAKL (receptor activator of nuclear factor-κB (NF-κB) ligand) ที่เหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเซลล์

สลายกระดูก (Osteoclastogenesis) (Sung *et al*., 2009) ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกไพลดำสำหรับนำไปเพาะขยายต้นพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสำหรับศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ ไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์ที่คัดเลือกได้ประกอบด้วยเชียงราย-1 (Z11) พิษณุโลก-1 (Z6) เพชรบูรณ์-1 (Z5) ปราจีนบุรี-2 (Z18) เพชรบุรี-1 (Z13) สงขลา-1 (Z7) สงขลา-7 (Z10) ปัตตานี-3 (Z3) ยะลา-1 (Z22) และนราธิวาส-1 (Z23) ซึ่งมีปริมาณ zerumbone อยู่ระหว่าง 36.5-52.7% ในการคัดเลือกไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์เพื่อนำไปทดสอบในแปลงนั้น ทั้ง 9 ตัวอย่างพันธุ์ได้คัดเลือกตามเปอร์เซ็นต์ซีรัมโบน ส่วนเพชรบุรี-1 (Z13) ถูกคัดเลือกให้อยู่ใน 10 ตัวอย่างพันธุ์ดังกล่าวเนื่องจากมีการปลูกเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์และใช้เป็นวัตถุดิบในเชิงการแพทย์อยู่แล้ว มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระที่ค่อนข้างดีขณะที่เปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ อีกทั้งใช้เป็นตัวแทนภาคตะวันตกด้วย

ไพลดำแต่ละตัวอย่างพันธุ์มาจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยที่มีสภาพนิเวศวิทยาแตกต่างกันซึ่งอาจมีผลต่อน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ แร่ธาตุในดินเช่นไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของพืชหลายชนิดรวมถึงพืชสกุลขิง (Nurzynska-Wierdak, 2013; Singh *et al*., 2016) อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินในงานวิจัยนี้ยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารหลัก N, P, และ K ที่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยไพลดำ สำหรับองค์ประกอบหลักอื่นๆ ได้แก่ sabinene, terpinene-ol, α-humulene, และ β-pinene ที่พบก็มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ได้แก่ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ รักษาโรคลมชัก รักษามะเร็งระบบทางเดินอาหาร ต้านมะเร็ง ฆ่าหนอนแมลง ยับยั้งการเจริญของเนื้องอก ต้านอาการชัก และรักษาอาการซึมเศร้า เป็นต้น (Fernandes *et al*., 2007; da Silva *et al*., 2012; Shapira *et al*., 2016 Salehi *et al*., 2019 Sharma *et al*., 2019)

สำหรับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลินทรีย์ในสารหยาบจากไพลดำนั้น ได้ทดสอบเชิงคุณภาพด้วยวิธี TLC-bioautography ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและให้ผลรวดเร็วในการทดสอบเบื้องต้น ซึ่งนิยมใช้ในการประเมินฤทธิ์ของพืชสมุนไพรเบื้องต้น ตัวอย่างเช่น การประเมินฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากลำต้น ใบ และผลของพืชวงศ์เข็ม (Rubiaceae) 3 ชนิด (Praptiwi et al., 2021) เหง้าของไพลดำถูกสกัดด้วยเอทานอลดังนั้นพฤกษเคมีที่อยู่ในสารสกัดหยาบที่สกัดได้จะเป็นสารที่มีขั้วค่อนข้างสูง เฟสเคลื่อนที่ของระบบ TLC ใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิดคือคลอโรฟอร์มและเมทานอล คลอโรฟอร์มมีสภาพขั้วปานกลางแล้วจึงปรับด้วยเมทานอลที่มีขั้วสูงจนได้อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 80:1 ที่สามารถแยกพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบออกจากกันเห็นเป็นแถบสีเมื่อส่องภายใต้แสงความยาวคลื่น 254 และ 365 นาโนเมตรได้ การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นได้เลือกวิธี DPPH ซึ่งเป็นการทดสอบการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH•) โดยสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะทำให้ DPPH• จะสูญเสียการเป็นอนุมูลอิสระเกิดการฟอกสีจางลงจากสีม่วงกลายเป็นสีเหลือง ดังนั้นความสามารถต้านอนุมูลอิสระจึงแปรผกผันกับความเข้มสีที่เกิดขึ้น ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดหยาบจากเอทานอลของแต่ละตัวอย่างพันธุ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน เป็นที่น่าสนใจว่า Z16 และ Z17 ที่ระบุชนิดว่าน่าจะเป็น *Z. flavomaculosum* นั้นมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH•

ค่อนข้างสูง ขณะที่ Z19 ที่น่าจะเป็นพืชในสกุลขิงชนิด *Z. parishii* แทบไม่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากนั้นจึงคัดเลือกสารสกัดหยาบที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (แถบสีเหลืองเข้ม) ไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเชิงปริมาณด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP เพื่อให้ครอบคลุมความสามารถต้านอนุมูลอิสระของพฤกษเคมี เนื่องจากแต่ละวิธีมีหลักการและข้อจำกัดแตกต่างกัน (Shah and Modi, 2015) โดยวิธี ABTS เป็นการทดสอบสารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สามารถฟอกสีของอนุมูลอิสระ$ABTS^{+\cdot}$ ซึ่งมีสีฟ้าเขียวให้จางลง ส่วนวิธี FRAP เป็นการทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถถ่ายเทอิเล็กตรอนให้กับสารประกอบเชิงซ้อน $[Fe(III)(TPTZ)_2]^{3+}$ เกิดการเปลี่ยนรูปเป็น $[Fe(II)(TPTZ)_2]^{2+}$ ดังนั้นความสามารถต้านอนุมูลอิสระของวิธี DPPH และ ABTS จะแปรผกผันกับความเข้มสีที่เกิดขึ้น ส่วนวิธี FRAP จะแปรผันตามความเข้มสี ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 3 วิธีบ่งชี้ว่า Z16 (*Z. flavomaculosum*) จาก จ.นครนายก และ Z19 (*Z. parishii*) จาก จ.เลย แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเฉลี่ยสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะตัวอย่างไพลดำ (*Z. ottensii*) พบว่าเพชรบุรี-1 (Z13) และปทุมธานี-1 (Z4) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างพันธุ์อื่นๆ

การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์เชิงคุณภาพด้วยวิธี TLC-bioautography จะใช้เชื้อทดสอบ *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก โดยพบว่าไพลดำเชียงใหม่-1 (Z21) แสดงฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์แกรมบวกโดยเห็นเป็น clear zone บนแผ่น TLC ที่เคลือบอาหารเลี้ยงเชื้อ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสารสกัดหยาบจากไพลดำแสดงฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ได้ทั้งแกรมบวก (*S. aureus*) และแกรมลบ (*Escherichia coli*) (Panphut and Budsabun, 2018) ซึ่งจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพิสูจน์ว่าสารสกัดหยาบจากไพลดำมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกและลบในเชิงปริมาณหรือไม่

จากข้อมูลเปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนในน้ำมันหอมระเหย ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากไพลดำทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ เป็นที่น่าสังเกตว่าเปอร์เซ็นต์ซีรัมโบนซึ่งเป็นพฤกษเคมีหลักในน้ำมันหอมระเหยจะแปรผกผันกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและต้านจุลินทรีย์ในสารสกัดหยาบ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งน้ำมันหอมระเหยแปรผกผันกับพฤกษเคมีในสารสกัดหยาบ ดังนั้นในการคัดเลือกตัวอย่างไพลดำจึงต้องคำนึงถึงส่วนที่นำไปใช้งานและเป้าหมายที่ต้องการด้วย จากการศึกษาไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์ทั้งด้านพฤกษศาสตร์ พันธุกรรม พฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มตัวอย่างพันธุ์ที่มีศักยภาพ 2 ด้าน โดยไพลดำ 10 ตัวอย่างพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกมีปริมาณซีรัมโบนสูงซึ่งมีแนวโน้มด้านฤทธิ์ต้านการอักเสบและสมานกระดูก ส่วนอีก 3 ตัวอย่างพันธุ์คือเพชรบุรี-1 ปทุมธานี-1 และเชียงราย-2 มีแนวโน้มเป็นแหล่งพันธุ์ที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้ต้องมีการทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์เชิงปริมาณ รวมถึงวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ที่โดดเด่นและทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบในปี 2566 เพื่อสรุปตัวอย่างพันธุ์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

จากการจัดจำแนกโดยลักษณะสัณฐานวิทยาสามารถระบุชนิดพืชสกุลลปุดเบื้องต้นได้ 5 ชนิด ได้แก่ *E. littoralis E. araneosa E. maingayi E. pauciflora* และ *E. yunnanensis* โดยพบว่าปุดช้าง (*E. littoralis*) อาจจะมีการกระจายพันธุ์ที่มีขอบเขตกว้างไกลกว่าพืชสกุลปุดชนิดอื่นๆ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้สามารถพบ *E. littoralis* ได้ทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้ตอนล่าง แต่อย่างไรก็ตามยังทำการสำรวจไม่ครบทุกภูมิภาคในประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบว่า *E. littoralis* ที่พบในภาคใต้ตอนล่างมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสีดอกที่หลากหลายมากถึง 3 ลักษณะ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพื่อยืนยันความหลากหลายของลักษณะดังกล่าว

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการชาติพันธุ์ระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอบาร์โค้ดบริเวณตำแหน่ง *ITS* ให้สามารถช่วยระบุชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดได้ จำนวน 5 ชนิด สอดคล้องกับการจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและช่วยยืนยันว่า *E. littoralis* ที่มีลักษณะสัณบานวิทยาของสีดอกที่แตกต่างกันทั้ง 3 ลักษณะ เป็นปุดช้าง (*E. littoralis*) เพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า *E. littoralis* รหัสตัวอย่าง ETL1 และ ETL3 อาจจะไม่จัดเป็นปุดช้าง (*E. littoralis*) ได้ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เหมือนกับปุดช้างในกลุ่มที่มีสีกลีบดอกสีแดงและขอบกลับดอกสีเหลือง แต่ลักษณะทางพันธุกรรมชี้ให้เห็นว่าปุดช้าง ETL1 และ ETL3 ห่างออกจาก *E. littoralis* ตัวอย่างอื่นๆ กลับไปมีความใกล้ชิดกับ *E. eratior* และ *E. fulgens* ที่มีลักษณะสัณฐานวิทยายาว ในขณะที่ปุดช้าง (*E. littoralis*) ตัวอย่างอื่นๆ กลับมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมใกล้ชิดกลับ *E. araneosa* และ *E. yunnanensis* ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีก้านดอกสั้น ซึ่งจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชสกุลปุดมีความซับซ้อนและหลากหลาย เช่นเดียวกับที่พบใน *C. gracillima* ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม สอดคล้องไปกับลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้จากดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง *ITS* และ *mat*K (Khumkratok *et al*., 2015) ดังนั้นการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาควบคู่ไปกับลักษณะทางพันธุกรรมของดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่งต่างๆ จะช่วยเพิ่มความเข้าใจความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่หลากหลายและช่วยในการระบุชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากต้นพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิด มีการเจริญเติบโตในสภาพโรงเรือนค่อนข้างช้า จึงทำให้มีหน่ออ่อนที่ใช้ในการศึกษาการฟอกฆ่าเชื้อพืชสกุลปุดได้ค่อนข้างน้อย เมื่อนำหน่ออ่อนของพืชสกุลปุดทั้ง 2 ชนิด (ที่ใบยังไม่คลี่) สูงประมาณ 3-5 นิ้ว มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกัน ซึ่งหน่ออ่อน *Etlingera littoralis* เมื่อฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 100% เป็นเวลา 20 นาที แล้วเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่าเนื้อเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อจุลินทรีย์ 73.33% ในขณะที่ *Etlingera araneosa* เมื่อฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 60% และ 20% เป็นเวลา 20 และ 10 นาที ตามลำดับ แล้วเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่าเนื้อเยื่อมีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อจุลินทรีย์สูงถึง 78.57% เนื่องจากเนื้อเยื่อของ *Etlingera littoralis* มีลักษณะแข็งและมีผิวขรุขระกว่าเนื้อเยื่อของ *Etlingera araneosa* จึงทำให้ *Etlingera littoralis* สามารถใช้คลอร็อกซ์ที่มีความเข้นข้นสูงในการฟอกฆ่าเชื้อได้ ซึ่งเมื่อฟอกฆ่าเชื้อด้วยความเข้มข้นต่ำ

ทำให้เนื้อเยื่อมีเปอร์เซนต์การปนเปื้อค่อนข้างสูง ในขณะที่ *Etlingera araneosa* มีเนื้อเยื่อที่ค่อนข้างบางกว่า *Etlingera littoralis* เมื่อฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้นสูงถึง 100% จะทำให้เนื้อเยื่อมีอาการฉ่ำน้ำและตาย

พืชสกุลปุดจำนวน 5 ตัวอย่างพันธุ์ ได้แก่ ได้แก่ ETL3 (*E.* aff. *littoralis*) ETL31 (*E. littoralis*) ETL38 (*E. araneosa*) ETL45 (*E. pauciflora*) และ ETL46 (*E. littoralis*) สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยจากลำต้นและใบได้ปริมาณ 0.13-1.2 มิลลิลิตรเทียบต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง (%yield) ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุดชนิดต่างๆ ที่พบในประเทศมาเลเซียซึ่งสกัดได้ปริมาณ 0.01-0.31% (Ud-Daula and Basher, 2019) และสูงกว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากลำต้นและใบของดาหลา (*E. elatior*) ที่ได้ปริมาณ 0.08% (Jaafar et al., 2007) ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุดอาจขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิเช่น ชนิดพันธุ์ แหล่งที่พบ กรรมวิธีอบแห้ง และวิธีการที่ใช้สกัด เป็นต้น อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุดส่วนใหญ่มีปริมาณค่อนข้างน้อยโดยเฉลี่ยต่ำกว่า 1% เทียบกับน้ำหนัก โดยมักพบปริมาณน้ำมันหอมระเหยในใบมากที่สุด รองลงมาคือเหง้า/ราก ดอก ก้านดอก และลำต้นตามลำดับ (Ud-Daula and Basher, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยจาก ETL31 (*E. littoralis*) โดยในใบมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากกว่าลำต้นคิดเป็น 0.31% และ 0.04% ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยของลำต้นและใบของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ด้วยเทคนิค GC-MS พบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 20 ชนิด คิดเป็น 74.59-97.94% ขององค์ประกอบทั้งหมด โดยเป็นสารในกลุ่มโมโนเทอร์พีนและอนุพันธ์ 16 ชนิด และสารในกลุ่มเซสควิเทอร์พีนและอนุพันธ์อีก 4 ชนิด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการจำแนกองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยในพืชสกุลปุดชนิดต่างๆ ของ Ud-Daula และ Basher (2019) ที่รายงานว่าพฤกษเคมีส่วนใหญ่ในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดมักเป็นกลุ่มสารโมโนเทอร์พีนและเซสควิเทอร์พีนเป็นส่วนใหญ่ และอาจพบไฮโดรคาร์บอนสายยาว (long chain hydrocarbon) ด้วย จากผลการวิเคราะห์ชนิดของพฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์ พบว่า α-pinene, β-pinene, β-myrcene, limonene, 1,8-cineole, terpinene-4-ol, และ α-terpineol เป็นพฤกษเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างพันธุ์ที่นำมาเคราะห์ โดยที่ α-pinene และ β-pinene เป็นพฤกษเคมี ที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในช่วงกว้าง 7.12-84.55% เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบในน้ำมันหอมระเหย โดยพบ α-pinene และ β-pinene เป็นองค์ประกอบหลักในพืชสกุลปุดทุกตัวอย่างพันธุ์ จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าพฤกษเคมีทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติเด่นที่สามารถต้านจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา (Koroch et al., 2007; Desbois and Smith, 2010) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติยับยั้งเซลล์เนื้องอกและรักษาอาการชัก ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากพืชสกุลปุดอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาศึกษาวิจัยเชิงลึกเพื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพด้านต่างๆ เพื่อใช้ในทางการแพทย์ได้ อย่างไรก็ตามพืชสกุลปุดแต่ละตัวอย่างพันธุ์มีพฤกษเคมีที่แตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ เมื่อพิจารณาถึงโครมาโทแกรมและองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่วิเคราะห์ได้ จะเห็นว่าตัวอย่างปุด ET3 (*E.* aff. *littoralis*) และ ETL31 (*E. littoralis*) มีรูปแบบโครมาโทแกรมที่คล้ายคลึงกันและพบชนิดพฤกษเคมีในจำนวนใกล้เคียงกัน (16 และ 18 ชนิดตามลำดับ) โดยมี β-pinene, α-pinene, และ terpinene-4-ol เป็นองค์ประกอบหลักเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามทั้ง 2 ตัวอย่าง

พันธุ์ดังกล่าวไม่ใช่ปุดชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ ETL3 ยังมีเปอร์เซ็นต์ของ 1,8-cineole และ terpinene-4-ol สูงกว่า ETL31 ในขณะที่ตัวอย่างพันธุ์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ของ nerolidol สูงกว่า ETL3 อย่างเห็นได้ชัด สำหรับตัวอย่างปุด ETL46 (*E. littoralis*) ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับ ETL31 นั้นมีรูปแบบโครมาโทแกรมที่คล้ายคลึงกันเฉพาะช่วงต้น แสดงถึงการมีสารกลุ่มโมโนเทอร์พีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่คล้ายคลึงกันโดยเฉพาะ 1,8-cineole, β-pinene, และ α-pinene ที่พบเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ ETL46 ไม่พบอนุพันธ์เซสควิเทอร์พีน 2 ชนิดคือ nerolidol และ guaiol ผลการวิเคราะห์อาจบ่งชี้ว่าสภาพภูมิประเทศหรือแหล่งที่พบมีผลต่อชนิดและปริมาณพฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์ (เช่น ชนิดของดิน ภูมิอากาศ ความสูง ปริมาณน้ำ และฤดูเก็บเกี่ยว เป็นต้น) และวิธีเตรียมตัวอย่าง (Luna, 2002) สำหรับงานวิจัยที่วิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยของปุดชนิด *E. littoralis* ยังมีน้อย อย่างไรก็ตามได้มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากปุดชนิด *E. littoralis* ของมาเลเซียมีโมโนเทอร์พีนชนิด β-pinene และ β-phellandrene รวมถึงฟีนิลโพรพานอยด์ชนิด (E)-methyl isoeugenol เป็นองค์ประกอบหลัก (Wong *et al*., 2010) ในขณะที่ตัวอย่างปุด ETL38 (*E. araneosa*) และ ETL45 (*E. pauciflora*) ไม่พบพฤกษเคมี 2 ชนิดหลัง มีรูปแบบโครมาโทแกรมและพฤกษเคมีที่แตกต่างไปจากปุดชนิด *E. littoralis* โดยสามารถระบุชนิดพฤกษเคมีในน้ำมันหอมระเหยได้ 13 และ 8 ชนิด ตามลำดับ ปุดชนิด *E. araneosa* พบ nerolidol และ 1,8-cineole ในปริมาณสูงถึง 56.84% เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบ ขณะที่ปุดชนิด *E. pauciflora* พบ β-pinene และ α-pinene ในปริมาณสูงถึง 84.55% เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทั้งหมดที่พบ ซึ่งพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของปุดแต่ละชนิดอาจเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความโดดเด่นของฤทธิ์ชีวภาพด้านต่างๆ สำหรับ nerolidol เป็นเซสควิเทอร์พีนที่พบในปุดชนิด *E. araneosa* ถึง 29.98% โดย nerolidol ยังสามารถพบได้ในพืชหลายชนิด เช่น เมล็ดมะระ (*Momordica charantia*) ใบแปะก๊วย (*Ginkgo biloba*) ใบพริกไทย (*Piper claussenianum*) กระเทียม (*Allium sativum*) และกัญชา (*Cannabis sativa*) เป็นต้น (Chen *et al*., 2016) สำหรับ 1,8-cineole พบในปริมาณ 26.86% จากพฤกษเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยของปุดชนิด *E. araneosa* สำหรับปุดชนิด *E. pauciflora* ที่พบ β-pinene และ α-pinene เป็นองค์ประกอบหลักนั้น

สารสกัดหยาบของ *E. araneosa* (ETL38) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดและยังมีฤทธิ์ต้านการเจริญของแบคทีเรียสูงที่สุดอีกด้วย สอดคล้องกับการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยและพฤกษเคมีที่พบว่า *E. araneosa* (ETL38) มีประมาณของน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มเซสควิเทอร์พีนสูงและมีปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุดอีกด้วย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มเซสควิเทอร์พีน สารพฤกษเคมีกลุ่มสารฟีนอลิก และกลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นสารที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระที่สูงในพืชสกุล *Vanoverberghia* และ *Hedychium* โดยแปรผันตามปริมาณสารฟีนอลิกและกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Chen *et al*., 2008; Chen *et al*., 2016) นอกจากนี้ยังพบว่า *E. littoralis* (ETL1) มีฤทธิ์ต้านการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้สูงที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกลุ่มสารประกอบฟีนอลที่พบในสารสกัดหยาบของ *E. littoralis* (ETL1) ชนิดที่ใกล้เคียงกับ Kojic acid Kaempferol และ Quercetin มีมากว่าพืชสกุลปุดชนิดอื่นๆ ซึ่งสารหลักนี้จัดเป็นสารที่ยับยั้งเอนไซม์ไทรโรซิเนส(Kim and Uyama, 2005; Solano *et al*., 2006)

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

โครงการวิจัยการใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Svartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์นี้ ในปีแรกคือ พ.ศ.2565 นี้เป็นการรวบรวมเชื้อพันธุ์มะเขือพวงจากแปลงเกษตรกรจากจังหวัดต่างๆ ได้แก่ จังหวัดนครนายก ปราจีนบุรี สุโขทัย อุบลราชธานี นครศรีธรรมราช ตรัง ศรีสะเกษ โดยของจังหวัดศรีสะเกษ คือ ตัวอย่างที่ 7 ถึง ตัวอย่างที่ 10 โดยมะเขือพวงทั้ง 10 ตัวอย่างนี้ได้ดำเนินการนำมาปลูกบริเวณพื้นที่ของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร สังกัดกลุ่มวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ตั้งอยู่ที่ คลอง 6 ถนนรังสิต-นครนายก ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี ในแปลงปลูกประเมินด้านหลังของตึกอาคารทรัพยากรพันธุกรรรมพืชสิรินธรนี้ โดยรวบรวมมาจากเกษตรกรในระหว่าง 20 พฤศจิกายน 2564 ถึง 17 ธันวาคม 2564 สำหรับตัวอย่างที่ 7-10 ซึ่งนำมากจากเกษตรกรของ อ.กันทรลักษณ์ จ.ศรีสะเกษ นั้น นักวิจัยของธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและนักวิจัยศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษได้รวบรวมจากแปลงเกษตรกรและได้นำเมล็ดมาเพาะและปลูกไว้ทั้ง 4 ตัวอย่างที่ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษด้วย สำหรับธนาคารเชื้อพันธุ์พืชได้ทำการเพาะและปลูกมะเขือพวงทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยทำการเพาะเมล็ดในวันที่ 2 ธันวาคม 2564 และ 21 ธันวาคม 2564 และทำการย้ายปลูกลงแปลง ในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2565 และ 28 กุมภาพันธ์ 2565 โดยย้ายลงแปลงค่อนข้างช้าเล็กน้อย คือเป็นช่วงต้นกล้าอยู่ในกระบะเพาะเมล็ดประมาณ 70 วัน และลงแปลงปลูกโดยมีการเตรียมแปลงในพื้นที่ประมาณ 400 ตารางวา โดยพื้นที่ปลูกประเมินนี้ใช้ระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร x 2 เมตร เพื่อสามารถเข้ามาดูแลบันทึกผลได้ง่าย มีการใส่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชโคนต้น ไดโนทีฟูแรน (Dinotefuran) ใช้รองก้นหลุม 1 ช้อนชา บริเวณโคนต้นในช่วงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2565 จากนั้นอีก 3 วัน มีการใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ครึ่งช้อนโต๊ะผสมน้ำรดบริเวณต้นมะเขือพวงและวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2565 มีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช Fipronil 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งใช้ป้องกันมด ด้วง ปลวก เพลี้ย หนอน ต่างๆ เป็นผงสีขาวมีกลิ่นเหมือนรา ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2565 มีการใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ครึ่งช้อนโต๊ะ และ 16-20-0 ครึ่งช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 5 ลิตร รดบริเวณโคนต้นมะเขือพวง และถัดจากนั้นวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565 ให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช Fipronil 20 cc/น้ำ 20 ลิตร ต่อจากนั้น ในทุกๆ 10 วัน จำนวน 8 ครั้ง ให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช Fipronil 20 cc และ Carbosulfan 20 cc และ Carbendazim 20 cc ผสมน้ำ 20 ลิตร โดยในวันที่ 26 พฤษภาคม 2565 ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 1 ช้อนโต๊ะ แล้วรดน้ำตาม มีการให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 1 ช้อนโต๊ะอีกครั้งในวันที่ 1 กรกฎาคม 2565 สำหรับเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน 2565 ให้ปุ๋ยสูตร 16-16-16 ประมาณ 1 กำมือแล้วรดน้ำตาม (หลังตัดแต่งกิ่ง) นอกจากการดูแลเขตกรรมแล้ว การบันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทางด้าน vegetative growth ซึ่งประกอบด้วย 1.1 ระยะต้นกล้า (Seedling stage) อายุ 25 วัน บันทึกขนาดใบเลี้ยง อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้าง (cotyledon length/width ratio) สีของใบเลี้ยง จำนวนวันที่เมล็ดเริ่มงอก (germination period) 1.2 ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative growth) บันทึกในระยะออกดอก บันทึกลักษณะวิสัยการเจริญเติบโต (Plant growth habit) ซึ่งจะเป็นลำต้นตั้งตรง (upright) ทั้งหมดอยู่แล้ว ความยาวแผ่นใบ ซึ่งวัดความยาวจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade length) ซึ่งจะยาวประมาณ

30 เซนติเมตร ในทุกตัวอย่าง ยกเว้นตัวอย่างที่ 6 จากตรัง มีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร ความกว้างแผ่นใบ (ส่วนที่กว้างที่สุด) ปริมาณขนใบ (จำนวนขนต่อตารางมิลลิเมตร ด้านล่างของแผ่นใบ) โดยวัดจากใบที่ใหญ่ที่สุดพบว่ามีปานกลางใหญ่ ปริมาณหนามที่ใบตัวอย่างที่ 1- 4 ไม่มีหนามใบ ตัวอย่างที่ 5 มีหนามที่ใบน้อย ตัวอย่างที่ 6-9 พบว่าไม่มีหนามที่ใบ ตัวอย่างที่ 10 พบว่ามีน้อย ความหยักเว้าของแผ่นใบพบว่ามีหยักมาก (strong) เป็นส่วนใหญ่ มีตัวอย่างที่ 3 จากสุโขทัยที่พบว่ามีความหยักเว้าของแผ่นใบมากที่สุด (very strong) รูปร่างของปลายใบเป็นปลายแหลม (acute) ทั้งหมดทุกตัวอย่าง ความสูงต้น (Plant height) ประมาณ 100 เซนติเมตร ความกว้างของทรงพุ่ม (Plant breadth) ส่วนใหญ่จะใหญ่ (board) คือประมาณ 90 เซนติเมตร มีตัวอย่างที่ 6 จากตรังที่มีความกว้างของทรงพุ่ม 60 เซนติเมตร จำนวนกิ่งที่ติดกับลำต้น (Number of primary branches per plant) มีต่างกันไป มีตั้งแต่ 2 กิ่ง 5 กิ่ง และ 10 กิ่ง ความยาวก้านใบ (Petiole length) พบว่าส่วนใหญ่ยาวมาก (very long) ทุกตัวอย่าง (>100 มิลลิเมตร) ยกเว้นตัวอย่างจากตรังยาวประมาณ 50 มิลลิเมตร สีก้านใบ (Petiole colour) พบว่าตัวอย่างที่ 1-4 เป็นสีม่วงแกมเขียว (greenish violet) ตัวอย่างที่ 5-10 จะเป็นสีเขียว (green) สีใบพบว่าเป็นสีเขียว (green) ทุกตัวอย่าง

ลักษณะการเจริญเติบโตระยะออกดอกและติดผล (Reproductive growth) แบ่งออกเป็น 2.1 ระยะออกดอก (Inflorescence stage) โดยบันทึกอายุวันออกดอก โดยนับจากวันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน (flowering time) โดยอายุออกดอกจะแตกต่างกันไป พบว่า ตัวอย่างที่ 6 จากตรังและตัวอย่างที่ 10 ของศรีสะเกษมีอายุออกดอก 80-84 วัน และ 80-87 วันตามลำดับ จำนวนดอกต่อช่อดอก (Number of flowers per in florescence) พบว่าตัวอย่างที่ 1 นครนายก มีจำนวนดอกต่อช่อเฉลี่ย 40 ดอก/ช่อ ตัวอย่างที่ 3 สุโขทัย พบว่ามีเฉลี่ย 38 ดอก/ช่อ และตัวอย่างที่ 7 มีเฉลี่ย 33 ดอก/ช่อ ตามลำดับ ความยาวของก้านดอก (Fruit pedicel length) พบว่า ทั้งหมดจะเป็นสั้น (short) คือประมาณ 10 มิลลิเมตร ความหนาของก้านดอก (Fruit pedicel thickness) พบว่า เป็นแบบน้อย (thin) ประมาณ 1-2 มิลลิเมตร และแบบน้อยมาก (very thin) ประมาณน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร 2.2 ระยะติดผล (Fruiting stage) มีการบันทึกในส่วนของสัดส่วนความยาวของผลเทียบกับความกว้างผลเป็นเปอร์เซ็นต์ (Fruit length/breadth ratio) พบว่าทั้งหมดจะเป็นยาวมาก (very long) > 75% การมีหนามที่กลีบเลี้ยง (Fruit calyx prickles) พบว่าทั้งหมดไม่มีความยาวของกลีบเลี้ยง (Relative fruit calyx length) พบว่าทุกตัวอย่างเป็นระดับ 5 คือปานกลาง (intermediate) สำหรับภาคตัดขวางมะเขือ (Fruit cross section) ทุกตัวอย่างเป็นชนิดที่ 1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves) และรูปร่างทรงผล โดยสังเกตตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผลว่าอยู่บริเวณใดจากขั้วผลถึงปลายผล (fruit shape) พบว่าอยู่ในชนิดที่ 5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล ความยาวของผลโดยวัดจากฐานของกลีบเลี้ยงถึงปลายผล (Fruit length) พบว่าทุกตัวอย่างอยู่ในชนิดที่ 3 คือสั้น (short) คือประมาณ 2 เซนติเมตร ความกว้างของผลโดยวัดตรงตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผล (Fruit breadth) จะเป็นชนิดที่ 3 คือเล็ก (short) ประมาณ 2 เซนติเมตร อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้างผล (Fruit length/breadth) ซึ่งแน่นอนที่สุดเป็นชนิดที่ 3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad) เพราะผลมะเขือพวงเป็นทรงกลม descriptor ที่เรานำมาใช้เป็น descriptor ของมะเขือ ซึ่งจะมีลักษณะรูปร่างผลหลากหลายยาว รีกกลม ก็มี แต่เนื่องจากยังไม่มี descriptor ของมะเขือพวงมาก่อน เคยได้คุยกับผู้ดูแลธนาคารเชื้อพันธุ์ของประเทศ

ศรีวิชัยการเกษตร

ฟิลิปปินส์ เขามีมะเขือหลากหลายเช่นกัน แต่ก็กล่าวไว้ว่ามะเขือพวงเป็น wild type ของมะเขือ สำหรับความโค้งของผล (Fruit curvature) เป็นชนิดที่ 1 ทุกตัวอย่างเป็นผลตรง (fruit straight) รูปร่างของปลายผล (Fruit apex shape) พบว่าทุกตัวอย่างเป็นชนิดที่ 5 คือโค้งมน (rounded) ทิศทางการชี้ของผล (Fruit position) ทุกตัวอย่างเป็นชนิดที่ 1 คือ ผลชี้ตั้งขึ้น (erect) สีของผลที่สุดในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour at commercial ripeness) ทุกตัวอย่างเป็นสีเขียว (green) การกระจายตัวของสีผลที่สุกในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour distribution at commercial ripeness) พบว่าสม่ำเสมอ (uniform) ทุกตัวอย่าง สีของผลที่สุกในเชิงสรีระวิทยา (Fruit colour at physiological ripeness) ทุกตัวอย่างเป็นชนิดที่ 2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow) รสชาติของผล (fruit flavor) พบว่ามีลักษณะปานกลาง (intermediate) ความแน่นเนื้อผลสด (Fruit flesh density) มีลักษณะหนาแน่น (Dense) ทุกตัวอย่างอย่างไรก็ตามในปี 2565 นี้ได้อยู่ในขั้นตอนการบันทึกผลต่อในระยะเมล็ดต่อไป และจะนำผลมะเขือพวงที่เป็นผลผลิตที่ได้นำมาหาสารสำคัญสูงโดยมีงานวิจัยของ Akwasi and cheampong *et al* 2016 ได้กล่าวถึงมะเขือพวงมีสารต้านอนุมูลอิสระและพบว่ามะเขือพวงเป็นแหล่งของ antioxidant อย่างมีนัยสำคัญ

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานาง เพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์

จากผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลผลิตของเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 25 ตัวอย่างพันธุ์เปรียบเทียบกับPC3 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้บริการของกรมวิชาการเกษตร คัดเลือกเห็ดสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีโดยใช้เกณฑ์ 1) ความสามารถในการให้ผลผลิต 2) การออกดอกเร็วและออกดอกพร้อมกัน 3) ระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะ และ 4) ดอกมีขนาดและสีตรงตามความต้องการของตลาด พบว่ามีเห็ดเป๋าฮื้อ 13 ตัวอย่างพันธุ์ที่มีลักษณะดีกว่าตัวอย่างพันธุ์อื่นๆ แต่ยังขาดคุณลักษณะบางประการ เช่น ตัวอย่างพันธุ์ PC1 มีระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะสั้น ออกดอกเร็วและออกดอกพร้อมกันและให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์เปรียบเทียบ แต่สีของดอกเห็ดมีสีเทาเข้มถึงดำซึ่งยังไม่เป็นไปตามความต้องการของตลาดที่นิยมเห็ดเป๋าฮื้อสีครีมหรือสีเทาอ่อน ดังนั้นหากพัฒนาตัวอย่างพันธุ์นี้ให้มีสีครีมหรือเทาอ่อนก็จะเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร ในขณะที่ตัวอย่างพันธุ์เห็ด PC4 PC10 PC11 PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 มีระยะเวลาการบ่มเส้นใยในถุงอาหารเพาะ การออกดอกและให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์เปรียบเทียบ แต่ตัวอย่างพันธุ์ PC4 PC10 และ PC11 ดอกเห็ดมีสีเทาเข้มถึงดำ ดังนั้นหากพัฒนาตัวอย่างพันธุ์นี้ให้มีสีครีมหรือเทาอ่อนก็จะเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์มากขึ้น ส่วนตัวอย่างพันธุ์เห็ด PC14 PC15 PC16 PC20 PC21 PC23 PC24 PC25 และ PC26 มีลักษณะดอกและสีเป็นไปตามความต้องการของตลาด หากปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตที่สูงขึ้นก็จะเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรได้เช่นกัน จึงได้คัดเลือกตัวอย่างพันธุ์ดังกล่าวทั้ง 13 สายพันธุ์ใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อปี 2566 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมด 26 ตัวอย่างพันธุ์ (รวม PC3) ในบริเวณตำแหน่งยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1*α ด้วยวิธี Neighbour – joining พบว่า ตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อทั้งหมดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Pleurotus cystidiosus* แสดงให้เห็นว่า ยีน *ITS*, *28S* rDNA, *EF-1*α มีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ในการจัดจำแนกชนิดและสะท้อนความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ดี และมีความสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดเป๋าฮื้อ โดยทั้ง 3 ยีน สามารถแยกความแตกต่างได้ถึงระดับสปีชีส์ จึงสามารถยืนยันชนิดของเห็ดเป๋าฮื้อทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การจำแนกชนิดด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา สามารถช่วยยืนยันชนิดของเห็ดเป๋าฮื้อได้แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางพันธุกรรมเหล่านี้สามารถเป็นฐานข้อมูลในการรวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดและใช้เป็นสายพันธุ์อ้างอิง (Reference stain) สำหรับศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย

เห็ดยานางิ จัดเป็นเห็ดที่มีถิ่นกำเนิดในต่างประเทศ ก่อนนำมาเพาะทดสอบและเพาะเป็นการค้าในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2535 โดยมีรายงานความแตกต่างต่างกันของชนิดที่เพาะเป็นการค้าในแต่ละทวีปคือ 1) ทวีปยุโรปเป็นชนิด *A. cylindracea* และ 2) ทวีปเอเชียเป็นชนิด *A. chaxingu* โดยเฉพาะประเทศจีนและญี่ปุ่นที่เพาะเป็นการค้าอย่างแพร่หลาย (Uhart *et al.,* 2007) สำหรับสายพันธุ์เห็ดยานางิที่ได้รวบรวม เพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นทั้งสายพันธุ์ที่มีการเก็บอนุรักษ์ภายในศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย สายพันธุ์จากสถาบันวิจัย และสายพันธุ์ทางการค้า จึงทำให้เกิดความหลากหลายและสามารถจัดจำแนกได้ออกเป็น 2 ชนิด โดยเชื้อพันธุ์เห็ดยานางิทั้ง 24 ชนิดดังกล่าว จะทำการรวบรวมและเก็บอนุรักษ์ไว้ภายในศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย เพื่อเป็นฐานข้อมูลและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต นอกจากนี้ จากการสอบถามข้อมูลเกษตรกรผู้เพาะเห็ดยานางิในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก พบว่า เกษตรกรและผู้บริโภคมีความนิยมเห็ดยานางิที่มีลักษณะสีดอกเข้ม ให้ผลผลิตสูง หมวกดอกหลุดยาก จึงได้คัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะดอกที่ตรงตามความต้องการของตลาด มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ โดยมีการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความจำเพาะกับเห็ดยานางิสายพันธุ์ลูกผสม เพื่อใช้ในการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของสายพันธุ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมแหล่งโปรตีนใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน (Orthoptera) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขับเคลื่อนธุรกิจชีวภาพ

จากการศึกษาคัดเลือกชนิดของตั๊กแตนกินได้ (Orthoptera) จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งโปรตีนใหม่สร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ได้ตัวอย่างตั๊กแตนจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลง ซึ่งได้มากกว่าอ10 ตัวอย่างพันธุ์ซึ่งเป็นผลผลิตตามที่ระบุในคำรับรอง ทั้งนี้ได้นำแมลงกินได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแล้วบางส่วน ได้ผลการทดลองคือ ในจิ้งหรีด แมลงกระชอน ตั๊กแตนปาทังกาไทย ตั๊กแตนปาทังกาจีน และตั๊กแตนโมเขียว มีโปรตีนที่จำเป็น (essential amino acid) 14.45, 17.62, 20.76, 19.89, 18.17 (g/100g) ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากผ่านกระบวนการทดสอบแบบไม่ทำแห้งก่อนการวิเคราะห์ (Percent protein as is not a dry basis) ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามรูปแบบของ Blásquez *et al.* (2012) จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่มีการทำแห้งก่อนการวิเคราะห์ได้ พบว่าจากการวิเคราะห์ตัวอย่างแห้ง (Dry Basis) ในตัวอย่าง 100 กรัมมีปริมาณโปรตีนดังนี้ กลุ่มแมลงสาบและปลวก (Blattodea) มีโปรตีน 35.5 กรัม, กลุ่มด้วง (Coleoptera) มีโปรตีน 40.7 กรัม, แมลงวัน (Diptera) มีโปรตีน 49.5 กรัม, กลุ่มมวน (Hemiptera) มีโปรตีน 48.3 กรัม, กลุ่มผึ้ง ต่อ แตนและมด (Hymenoptera) มีโปรตีน 46.5 กรัม, กลุ่มผีเสื้อ (Lepidoptera) มีโปรตีน 45.4 กรัม

และกลุ่มที่มีส่วนประกอบโปรตีนอยู่มากที่สุดคืออยู่ในแมลงกลุ่มตั๊กแตนและจิ้งหรีด (Orthoptera) ซึ่งมีโปรตีนสูงถึง 61.3 กรัม (Liceaga *et al*., 2022) ทั้งนี้จึงจำเป็นต้องปรับปรุงรูปแบบการทดลองให้เป็นไปในทางเดียวกันเพื่อการเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ต่อไป สำหรับการทดลองเกี่ยวกับการศึกษาเทคนิคการเลี้ยงขยายตั๊กแตนจากวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อผลิตขยายให้ได้ปริมาณมาก ได้รูปแบบที่เหมาะสมจำนวน 1 รูปแบบที่มีประสิทธิภาพเพื่อผลิตขยายตั๊กแตนให้ได้ปริมาณมาก สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายประหยัดเนื้อที่ ดูและรักษาและจัดการได้ง่าย และใช้เป็นต้นแบบการผลิตขยายในระดับอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามมีประเด็นปัญหาด้านการจัดการโรงเรือนคือ การที่ไข่ตั๊กแตนได้รับความเสียหายไม่ฟักเป็นตัวเนื่องจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยศัตรูธรรมชาติในโรงเรือน ซึ่งดำเนินการแก้ปัญหาในเบื้องต้นโดยการไขน้ำเข้าโรงเรือนและทิ้งไว้ 3 – 5 วัน การทดลองส่วนการวิจัยและพัฒนา Insect-based fortified protein จากตั๊กแตนกินได้ เพื่อเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็ก พบว่าการทำแป้งโปรตีนตั๊กแตนโดยการอบแห้งตั๊กแตนโดยใช้การลวกด้วยน้ำร้อนเ 100C และใช้ตู้อบลมร้อนที่ 50C เวลา 12 ชั่วโมง แล้วบดที่ความละเอียด 45 เมซท์ และการผลิตซาวน์โดวน์จากแป้งตั๊กแตนทดสอบการผลิตโดยใช้สูตรแป้งตั๊กแตนต่อแป้งสาลี อัตราส่วน 40:60 โดยใช้หัวเชื้อซาวน์โดวน์จากเชื้อ Saccharomyces cerevisiae หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจนเชื้อย่อยแป้งจนนุ่มแล้วทดสอบการเก็บรักษาและการขึ้นรูปเป็นขนมปังเบื้องต้น โดยพบว่าขนมปังมีลักษณะนุ่มรูพรุนสูงและมีรสชาติหวาน สีน้ำตาลจากแป้งตั๊กแตน อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารจากตั๊กแตนที่เลี้ยงในฟาร์มแตกต่างจากตั๊กแตนที่เก็บมาจากสภาพธรรมชาติ ซึ่งจำเป็นต้องดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อสรุปและเติมเต็ม (fortified) สารอาหารที่ขาดและมีความจำเป็นทางโภชนาการต่อไป การสร้างแอพพลิเคชั่นฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตนเพื่อเพิ่มมูลค่า ใช้ประโยชน์และอนุรักษ์อย่างยั่งยืน จำเป็นต้องเพิ่มหัวข้อเกี่ยวกับตั๊กแตนกินได้หรือไม่ลงในฐานข้อมูล เนื่องจากยังมีตั๊กแตนบางกลุ่มที่ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ และควรเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการกรณีชนิดนั้นสามารถนำมาบริโภคได้ในส่วนของฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถคัดเลือกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพได้ตามเป้าหมายที่วางไว้แต่ยังคงต้องมีการทดสอบเชื้ออย่างต่อเนื่องเพื่อดูความคงที่ของประสิทธิภาพเชื้อหลังจากการเก็บรักษาว่าเชื้อมีประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากเดิมมากน้อยเพียงไร เพื่อนำเชื้อที่มีประสิทธิภาพคงที่ไปดำเนินการทดสอบกับพืชทดสอบในขั้นตอนต่อไป อย่างไรก็ตามแบคทีเรียทั้งหมดยังอยู่ระหว่างการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rRNA gene และต้องดำเนินการออกพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมตามแผนที่วางไว้

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตรกรุงเทพฯ. 9 น.

ประเทือง ดอนสมไพร, บัวหลวง พันแปร และมณฑา วงศ์มณีโรจน์. 2542. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์และคัพภะภายใต้สภาวะเย็นยิ่งยวด. การประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 15: เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร 2-3 ธันวาคม 2542. นครปฐม. หน้า 49-50 (220 หน้า)

ปิยานี รัตนขำนอง. 2562. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของมะเขือพวง: ทบทวนบทความทางวิชาการ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 21(2): 119-131.

พิจิตรา แก้วสอน, ชนิกานต์ เกิดกล้า และ ปริยานุช จุลกะ. 2018. ผลของการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ด้วยน้ำต่อคุณภาพของเมล็ดมะเขือพวง. Agricultural Sci. J. 49(2): 329-332

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดเชื้อพันธุ์พืชไร่. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.

สัญชัย ตันตยาภรณ์. 2521. แนวทางการปรับปรุงพันธุ์เห็ด. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.

สาวิตรี ณ นคร และรุจิพร จาระพงศ์. 2541. การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (ออนไลน์ 18 มีนาคม 2541). หน้า 31-39. *ใน:ที่ระลึกในพิธีเปิดป้ายสมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.*

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

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

Aebersold R, Mann M. Mass spectrometry-based proteomics. Nature 2003. 422: 198-207.

Anhalt, J. and C. Fenselau. 1975. Identification of bacteria using mass spectrometry. Anal. Chem. 47: 219–225.

Aung, M.M., Tanaka, N. and N. Miyake. 2015. Two gingers, *Zingiber orbiculatum* and *Z. flavomaculosum* (Zingiberaceae), newly recorded from Myanmar. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Ser. B*. 41(3):107-112.

Awasthi, P., Singh, A., Sheikh, G., Mahajan, V., Gupta, A.P., Gupta, S., Bedi, Y.S. and S.G. Gandhi. 2017. Mining and characterization of EST-SSR markers for *Zingiber officinale* Roscoe with transferability to other species of Zingiberaceae. *Physiol. Mol. Biol. Plants.* 23(4): 925-931.

กรมวิชาการเกษตร

Bashan, Y., G. Holguin and L. E. de-Bashan. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: Physiological, molecular, agricultural, and environmental advances. Can. J. Microbiol. 50: 521–577.

Blásquez J. Ramos-E., J. M. Moreno, V. H. Camacho. 2012. Could Grasshoppers Be a Nutritive Meal? Food and Nutrition Sciences 3, 164-175.

Boonkerd, T., B.N. Songkhla and W. Thephuttee. 1993. *Solanum torvum* Swartz. *In.* Siemonsma, J.S. and K. Piluek. (editors). Plant Resources of South-East Asia No. 8: Vegetables. Bogor, Indonesia. pp. 258-260.

Callac, P., Ferandon, C. and G. Barroso. 2011. An Asian commercial strain of *Agrocybe chaxingu* and a European wild strain of *Agrocybe cylindracea* exhibiting morphological difference and high genetic divergence are interfertile. Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7). 113 – 122.

Characterization of New Microsatellite Markers for the Oyster Mushroom (*Pleurotus*

Chen, I.N., Chang, C.C., Ng, C.C., Wang, C.Y., Shyu, Y.T. and T.L. Chang. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of Zingiberaceae plants in Taiwan. *Plant Foods Hum Nutr.* 63(1): 15-20.

Chen, I.N., Chang, C.C., Ng, C.C., Wang, C.Y., Shyu, Y.T. and T.L. Chang. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of Zingiberaceae plants in Taiwan. *Plant Foods Hum Nutr.* 63(1): 15-20.

Chen, W-K., L.T-H. Tan, K-G. Chan, Lee, L-H. and B-H. Goh. 2016. Nerolidol: A sesquiterpene alcohol with multi-faceted pharmacological and biological activities. *Molecules*. 21:529.

Chen, W-K., L.T-H. Tan, K-G. Chan, Lee, L-H. and B-H. Goh. 2016. Nerolidol: A sesquiterpene alcohol with multi-faceted pharmacological and biological activities. *Molecules*. 21:529.

Cheng, Z., E. Park and B.R. Glick. 2007. 1-Aminocyclopropane1-carboxylate deaminase from *Pseudomonas putida* UW4 facilitates the growth of canola in the presence of salt. Can. J. Microbiol. 53: 912-918.

Claeys, H., S. Van Landeghem, M. Dubois, K. Maleux and D. Inzé. 2014. What is stress? Dose-response effects in commonly used *in vitro* stress assays. Plant Physiol. 165: 519–527.

Colonna, V., D'Agostino, N., Garrison, E., Albrechtsen, A., Meisner, J., Facchiano, A., Cardi, T., and P. Tripodi. 2019. Genomic diversity and novel genome-wide association with fruit morphology in *Capsicum*, from 746k polymorphic sites. *Scientific Reports*. 9(1):10067.

Daffonchio, D., H. Hirt and G. Berg. 2015. Plant-microbe interactions and water management in arid and saline soils, pp. 265–276. *In* B. Lugtenberg, ed. Principles of Plant-Microbe Interactions. Springer, Cham.

Dai, Yueting & Su, Wenying & Yang, Chentao & Song, Bing & li, yu & Fu, Yongping. (2017).

Das, A., Gaur, M., Barik, D.P and E. Subudhi. 2016. Genetic diversity analysis of 60 ginger germplasm core accessions using ISSR and SSR markers. *Plant Biosyst*. 151(5):822-832.

Desbois, A.P. and V.J. Smith. 2010. Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 85:1629-1642.

Elbehiry, A., E. Marzouk, M. Hamada, M. Al-Dubaib, E. Alyamani, I.M. Moussa, A. AlRowaidhan and H.A. Hemeg. 2017. Application ofMALDI-TOF MS fingerprinting as a quick tool for identification and clustering of foodborne pathogens isolated from food products. New Microbiologica. 40: 269–278.

Ellis R.H., Hong T.D. and Roberts E.H. 1985. Handbook of seed Technology for Genebanks. vol.1 Principle and Methodology. Internation Board for Plant Genetic Resources, Rome. 210 p.

El-Toumy, S.A., Y.S. Josline, W.A. El-Kashak, M. Christel, B. Gilles and B. Nathalie. 2018. Antiviral effect of polyphenol rich plant extracts on Herpes Simplex virus type 1.

Esfahani, M.N. and A. Mostajeran. 2011. Rhizobial strain involvement in symbiosis efficiency of chickpea–rhizobia under drought stress: plant growth, nitrogen fixation and antioxidant enzyme activities. Acta Physiol. Plant. 33: 1075–1083.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev. 29: 185-212.

Fernandes, E.S., Passos, G.F., Medeiros, R., da Cunha, F.M., Ferreira, J., Campos, M.M., Pianowski, L.F. and J.B. Calixto. 2007. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-*trans*-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. *Eur. J. Pharmacol*. 569:228-236.

Ferreira, L., F. Sanchez-Juanes, P. Gracia-Fraile, R. Rivas, P. Mateos, E. Martinez-Molina, J.M. Gonzales-Buitrago and E. Velazquez. 2011. MALDI-TOF mass spectrometry is a fast

กรมวิชาการเกษตร

and reliable platform for identification and ecological studies of species from family Rhizobiaceae. Plos one. 6 (5): e20223.

Harrington J.F. and J.E. Douglas. 1970. Seed Storage and packing, 221 p.

Holttum, R.E. 1950. Zingiberaceae. Gardens Bull. Singapore. 13: 38-65.

Hrabak, J., V. Studentova, R. Walkova, H. Zemlickova, V. Jakubu, E. Chudackova, M. Gniadkowski, Y. Pfeifer, J.D. Perry, K. Wilkinson and T. Bergerova. 2012. Detection of NDM-1, VIM-1, KPC, OXA-48, and OXA-162 carbapenemases by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. J. Clin. Microbiol. 50: 2441–2443.

Jaafar, F.M., Osman, C.P., Ismail, N.H. and K. Awang. 2007. Analysis of essential oils of leaves, stems, flowers and rhizomes of *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith. *Malaysian J. Anal. Sci*. 11(1):269-273.

Jaafar, F.M., Osman, C.P., Ismail, N.H. and K. Awang. 2007. Analysis of essential oils of leaves, stems, flowers and rhizomes of *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Smith. *Malaysian J. Anal. Sci*. 11(1):269-273.

Jerry M. Baskin and Carol C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research: 14, 1–16.

Jia, R.Z., R.J. Zhang, Q. Wei, W.F. Chen, I. K.Cho, W.X. Chen and Q. X. Li. 2015. Identification and classification of Rhizobia by matrix-assisted laser desorption/ ionization time-of-flight mass spectrometry. J Proteomics Bioinform. 8: 98–107.

Kaewsorn, P, Kerdkla, C.and Chulaka, P. 2018. Effect of Hydropriming on Quality of Pea Eggplant (Solanum torvum Sw.) Seed. Agricultural Sci. J. 49(2): 329-332.

Kaushal, M., S.P. Wani. 2016. Rhizobacterial plant interactions: strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress. Agric. Ecosyst. Environ 231: 68–78.

Khumkratok, S., Boontiang, K., Chutichudet, P. and P. Pramual. 2015. Cryptic biodiversity in two Cclosely Rrelated *Curcuma* (Zingiberaceae) species in Thailand revealed by molecular and morphometric analyses. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 49: 335 – 349.

Khumkratok, S., Boontiang, K., Chutichudet, P. and P. Pramual. 2015. Cryptic biodiversity in two Cclosely Rrelated *Curcuma* (Zingiberaceae) species in Thailand revealed by molecular and morphometric analyses. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 49: 335 – 349.

Kim, Y-J. and H. Uyama. 2005. Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic source: structure, inhibition mechanism and prospective for the future. *Cell. Mol. Life Sci.* 62: 1707-1723.

Kim, Y-J. and Uyama. H. 2005. Tyrosinase inhibitors from natural and synthetic source: structure, inhibition mechanism and prospective for the future. *Cell. Mol. Life Sci.* 62: 1707-1723.

Kong, Won-Sik & Seo, Kyoung-In & Lee, Gang-Seob & Park, Yj. (2009). Development and

Koroch, A.R, Rodolfo-Juliani, H.R. and J.A. Zygadlo. 2007. Bioactivity of essential oils and their components. In: Berger R.G., editor. Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.

Koroch, A.R, Rodolfo-Juliani, H.R. and J.A. Zygadlo. 2007. Bioactivity of essential oils and their components. In: Berger R.G., editor. Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag.

Lee, S.Y., Fai, W.K., Zakaria, M., Ibrahim, H., Othman, R.Y. and Gwag, J.G., Rao, R.V. and Y. Park. 2007. Characterization of polymorphic microsatellite markers, isolated from ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Mol. Ecol. Notes*. 7:1009-1011.

Liceaga A. M., J. E. Aguilar-Toalá, B. Vallejo-Cordoba, A. F. González-Córdova, and A. Hernández-Mendoza. 2022. Insects as an Alternative Protein Source. *Annual Review of Food Science and Technology.* Vol. 13:19-34.

Lim, T.K. 2013. *Solanum torvum*. *In.* Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants 6, Fruits. pp.429-441.

Luna, G. 2002. Characterization of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 104(9-10):614-627.

Luna, G. 2002. Characterization of monovarietal virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 104(9-10):614-627.

Malek, S.N.A., Ibrahim, H., Lai, H.S., Serm, L.G., Seng, C.K., Yusoff, M.M. and Ali, N.A.M. 2005. Essential Oils of *Zingiber ottensii* Valet. and *Zingiber zerumbet* (L.) Sm. from Sabah, Malaysia. *Malaysian J. Sci*. 24: 49-58.

Marliani, L., Subarnas, A., Moelyono, M.W., Halimah, E., Pratiwi, F.W., Suhardiman, A., Theanphong, O., Jenittikul, T. and W. Mingvanish. 2016. Chemotaxonomic study of volatile oils from rhizomes of *Zingiber* species (Zingiberaceae). *Thai J. Bot*. 8(1):127-139.

Mazid, M. and T.A. Khan. 2015. Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. Int. J. Agric. Food Res. 3: 10–23.

McDonald MB. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science Tecnology. 27: 177-237.

Merrill E.D. 1936. On the Application of the Binomial Amaranthus viridis Linnaeus. American Journal of Botany. Vol. 23, No. 9 (Nov., 1936), pp. 609-612.

Mohanty, S., Panda, M.K., Acharya, L. and S. Nayak. 2014. Genetic diversity and gene differentiation among ten species of Zingiberaceae from Eastern India. *3 Biotech*. 4:383-390.

Morgante, M. and A.M. Olivieri. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. *Plant J*. 3:175-182.

Nurzynska-Wierdak, R. 2013. Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants? *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 12(5):3-16. *ostreatus*). Journal of microbiology and biotechnology. 19. 851-7.

Panphut, W. and T. Budsabun. 2018. Antimicrobial activity from rhizome extracted *Zingiber ottensii* Valeton. Proceedings of Research fora 15th International Conference, Hamburg, Germany. pp.113-117.

Pawel Chmielarz. 2010. Cryopreservation of conditionally dormant orthodox seeds of Betula pendula. *Acta Physiol Plant*. 32:591–596.

Pimratch, S., S. Jogloy, N. Vorasoot, B. Toomsan, A. Patanothai and C. Holbrook. 2008. Relationship between biomass production and nitrogen fixation under drought-stress conditions in peanut genotypes with different levels of drought resistance. J. Agron. Crop Sci. 194: 15–25.

Praptiwi, P., Sulistiarini, D., Qodrie, N.E.P. and D. Sahroni. 2021. Antibacterial activity, antioxidant potential, total phenolic and flavonoids of three plant species of Rubiaceae from Banggai Island, Indonesia. *Biodivers. J. Biol. Divers*. 22(5): 2773-2778.

Qian, Z., Chen, H., Wu, Z. and Cui, Y. 2011. Effect of priming on Solanum torvum seed physiological changes, *Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences*, 8:28-34.

Ridley, H.N. 1924. *Zingiber* - The flora of the Malay Peninsula 4: 257-261. Reeve and Co., London.

Sadhu, S.K., Khatun, A., Ohtsuki, T. and M. Ishibashi. 2007. First isolation of sesquiterpenes and flavonoids from *Zingiber spectabile* and identification of zerumbone as the major cell growth inhibitory component. *Nat. Prod. Res*. 21(14):1242-1247.

Samuel, A.J.S.J., Kalusalingam, A., Chellappan, D.K., Gopinath, R., Radhamani, S., Husain, H. A., Muruganandham, V. and P. Promwichit. 2010. Ethnomedical survey of plants used by the Orang Asli in Kampung Bawong, Perak, West Malaysia. *J. of Ethnobiol. Ethnomed*. 6:5.

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Schott, A., J. Behr, J. Quinn and R.F. Vogel. 2016. MALDI-TOF mass spectrometry enables a comprehensive and fast analysis of dynamics and qualities of stress responses of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* F19. PLoS One. 11 (10): e0165504.

Shah, P. and H.A. Modi. 2015. Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*. 3:636-641.

Shapira, S., Pleban, S., Kazanov, D., Tirosh, P. and N. Arber. 2016. Terpinen-4-ol: A novel and promising therapeutic agent for human gastrointestinal cancers. PLoS ONE 11(6):e0156540.

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

Singh, M., Masroor, M., Khan, A. and M. Naeem. 2016. Effect of nitrogen on growth, nutrient assimilation, essential oil content, yield and quality attributes in *Zingiber officinale* Rosc. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 15(2):171-178.

Sirat, H.M. and A.B. Nordin. 1994. Essential Oil of *Zingiber ottensii* Valeton. *J. Essent. Oil Res*. 6:635-636.

Solano, F., Briganti, S., Picardo, M. and G. Ghanem. 2006**.** Hypopigmenting agents: an updated review on biological, chemical and clinical aspects. *Pigment Cell Res*. 19: 550-571.

Solano, F., Briganti, S., Picardo, M. and G. Ghanem. 2006**.** Hypopigmenting agents: an updated review on biological, chemical and clinical aspects. *Pigment Cell Res*. 19: 550-571.

Sung, B., Murakami, A., Oyajobi, B.O. and B.B. Aggarwal. 2009. Zerumbone abolishes RANKL-induced NF-kappaB activation, inhibits osteoclastogenesis, and suppresses human breast cancer-induced bone loss in athymic nude mice. *Cancer Res*. 69(4):1477-1484.

Szymanska R., D. Latowski, B. Nowicka and K. Strzalka. 2014. Lipophilic molecules as a part of antioxidant system in plants, pp.321–344. *In* P. Ahmad, ed. Oxidative Damage to Plants. Elsevier, USA.

Tan, W.H., Chai, L.C. and C.F. Chin. 2020. Efficacy of DNA barcode internal transcribed spacer 2 (*ITS* 2) in phylogenetic study of *Alpinia* species from Peninsular Malaysia. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 26:1889-1896**.**

Tharawoot, T. 2019. Effect of 6-benzyladenine and culture conditions on shoot multiplication and microrhizome induction in *Zingiber ottensii* Valeton *in vitro*. *Thai J. Bot*. 11(1):67-78.

Theilade, I. 1999. A synopsis of the genus Zingiber (Zingiberaceae) in Thailand. *Nord. J. Bot*. 19(4): 389-404.

Thubthimthed S., Limsiriwong P., Rerk-am U. and T. Suntorntanasat. 2005. Chemical composition and cytotoxic activity of the essential oil of *Zingiber ottensii*. *Proc. Wocmap III*. 1:107-109.

Triboun, P., Larsen, K. and P. Chantaranothai. 2014. A key to the genus *Zingiber* (Zingiberaceae) in Thailand with descriptions of 10 new taxa. *Thai J. Bot*. 6(1):53-77.

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

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

Uhart, M and E. Albert. 2007. Morphologic characterization of Agrocybe cylindracea (Basidiomycetes, Agaricales) from America, Europe and Asia. Rev. Mexicana Micol. 24: 9 - 18.

Ulrich, D.E.M., S. Sevanto, M. Ryan, M.B.N. Albright, R.B. Johansen and J.M. Dunbar. 2019. Plant-microbe interactions before drought influence plant physiological responses to subsequent severe drought. Scientific Reports 9: 249. doi:10.1038/s41598-018-36971-3

Valeton, T. 1918. New notes on the Zingiberaceae of Java and Malaya. *Bull. Jard. Bot. Buitenz*. 27:1-176.

Váradi, L., J.L. Luo, D.E. Hibbs, J.D. Perry, R.J. Anderson, S. Orenga and P.W. Groundwater. 2017. Methods for the detection and identification of pathogenic bacteria: past, present, and future. Chem. Soc. Rev. 46: 4818-4832.

Vidya, V., Prasath, D., Snigdha, M., Gobu, R., Sona, C. and C.S. Maiti. 2021. Development of EST-SSR markers based on transcriptome and its validation in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *PLoS ONE*. 16(10): e0259146.

Vurukonda, S.S.K.P., S. Vardharajula, M. Shrivastava and A. SkZ. 2016. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. Microbiological Research 184: 13–24.

Wang, X. F., Mao, H. L., Ouyang, L. and X. Q. Ge. 2012. EST-SSR markers in *Agrocybe cylindracea* and its application. Mycosystema 31: 800 – 806.

Wong, K., Sivasothy, Y., Boey, P., H. Osman and B. Sulaiman. 2010. Essential oils of *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith and *Etlingera littoralis* (Koenig) Giseke. *J. Essent. Oil Res*. 22(5):461-466.

Wong, K., Sivasothy, Y., Boey, P., H. Osman and B. Sulaiman. 2010. Essential oils of *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith and *Etlingera littoralis* (Koenig) Giseke. *J. Essent. Oil Res*. 22(5):461-466.

Yousaf, Z., Y. Wang and E. Baydoun. 2013. Phytochemistry and pharmacological studies on *Solanum torvum* Swartz. Journal of Applied Pharmaceutical Science 3(4): 152-160.

Zhang, H., Z. Ni, Q. Chen, Z. Guo, W. Gao, X. Su and Y. Qu. 2016. Proteomic responses of drought-tolerant and drought-sensitive cotton varieties to drought stress. Mol Genet Genomics 291 (3): 1293–1303.

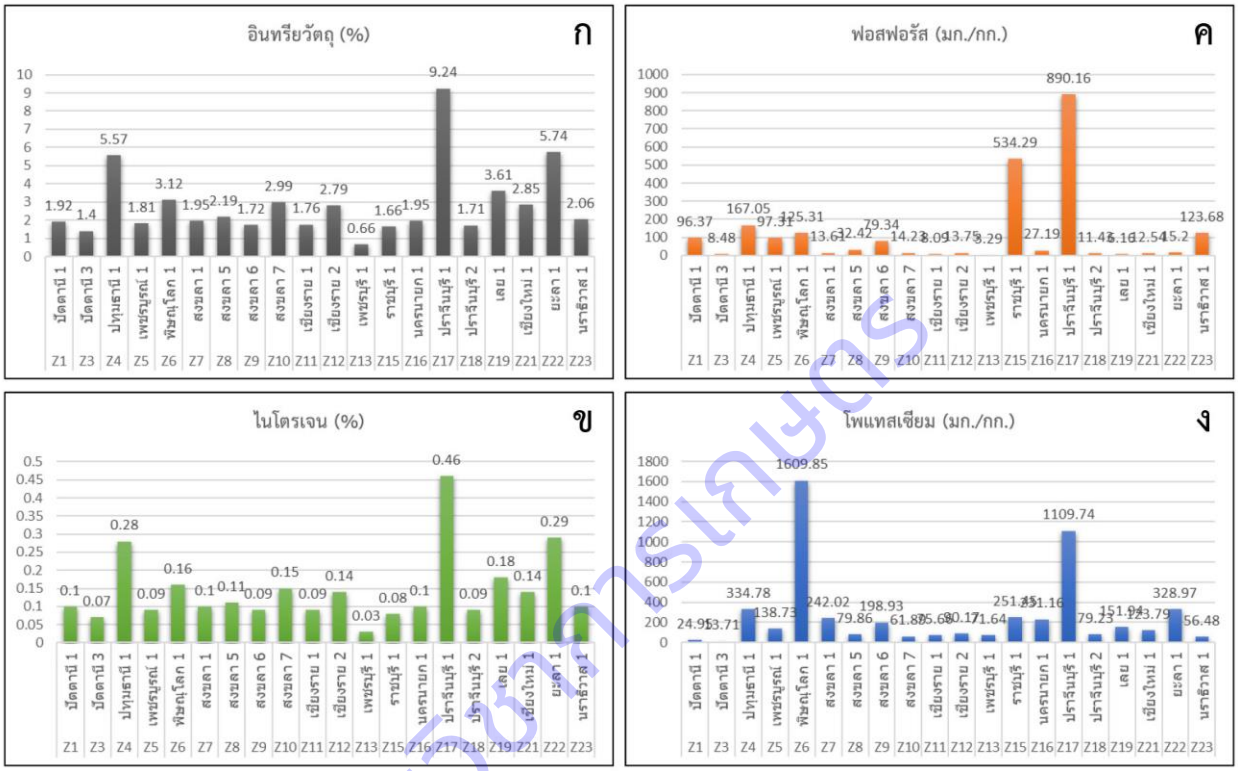
Ziegler, D., A. Mariotti, V. Pfluger, M. Saad, G. Vogel, M. Tonolla and X. Perret. 2012. *In Situ* identification of plant-invasive bacteria with MALDI-TOF mass spectrometry. Plos one 7 (5): e37189.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

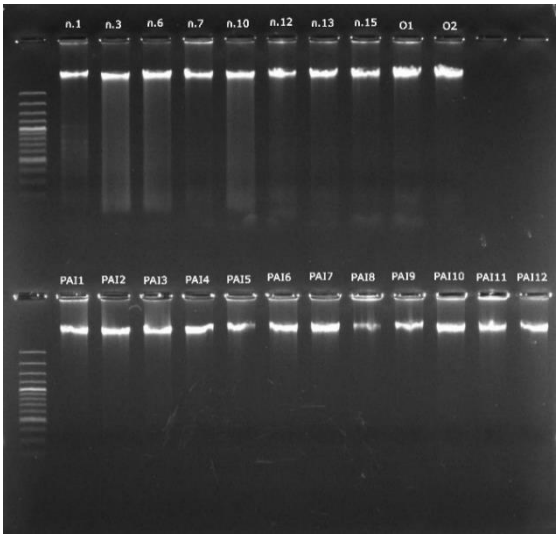
ภาคผนวก 1

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์

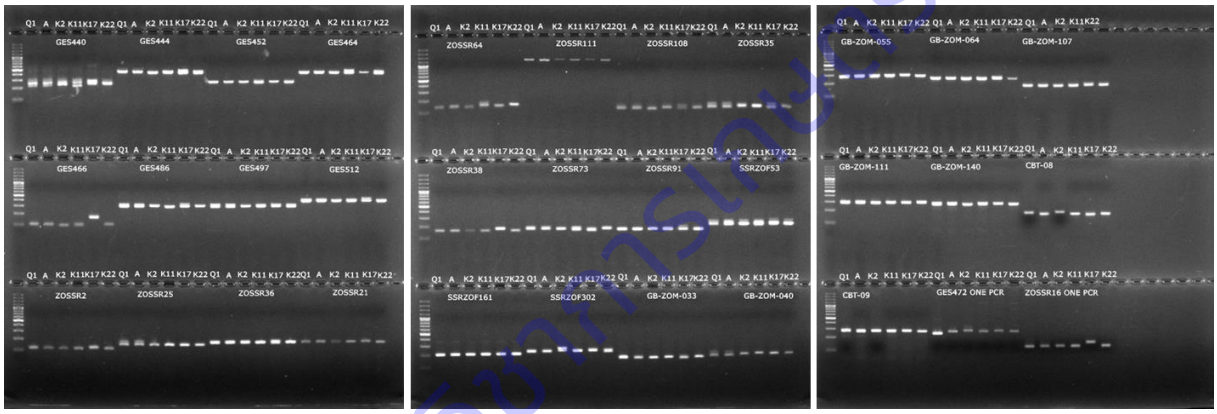


ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (ก) ไนโตรเจน (ข) ฟอสฟอรัส (ค) และโพแทสเซียม (ง) ในตัวอย่างดินที่เก็บจากแหล่งปลูกไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2 ตัวอย่างแถบจีโนมิกดีเอ็นเอของตัวอย่างไพลดำและพืชสกุลขิง

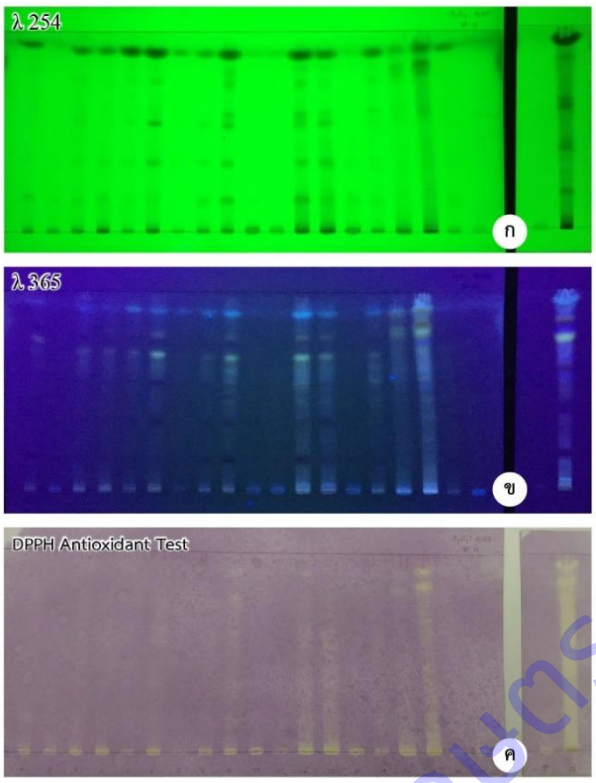


ภาพที่ 3 ไพรเมอร์ SSR จำนวน 33 คู่ไพรเมอร์ ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ในไพลดำและพืชสกุลขิงได้

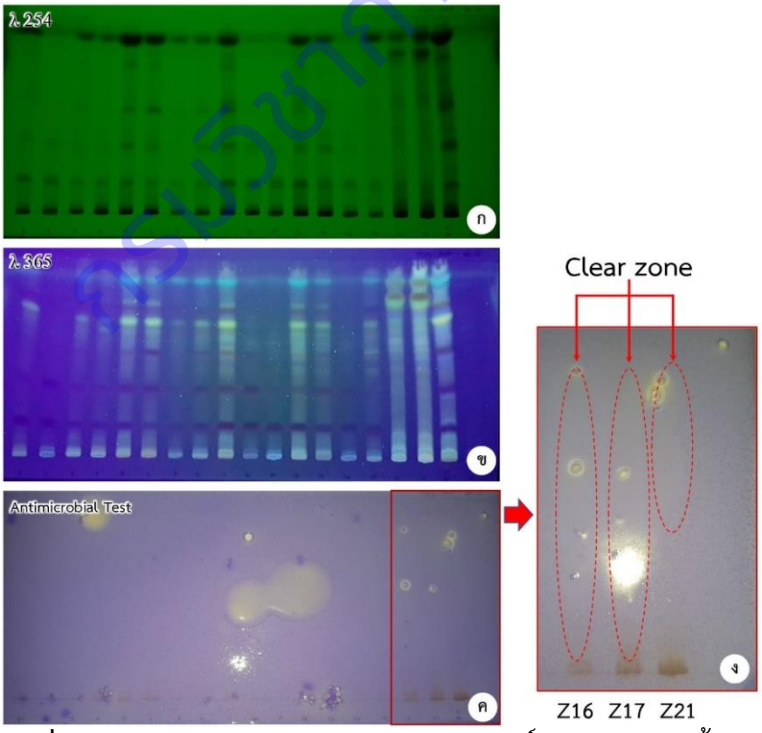
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 4 โครมาโทแกรมขององค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5 ผลการแยกพฤกษเคมีและตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นในสารสกัดหยาบจากไพลดำด้วยวิธี TLC-Bioautography



ภาพที่ 6 ผลการแยกพฤกษเคมีและตรวจสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์เบื้องต้นในสารสกัดหยาบจากไพลดำด้วยวิธี TLC-Bioautography

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 1 ข้อมูลดีเอ็นเอบาร์โค้ดและการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูล GenBank ของไพลดำและพืชสกุลขิง

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z1	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCAGG TGGGCGGTGGGCGATTGACGGTAGCTCGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAATGAACTGGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCCGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCTTGTGCCCTCGGGCACCGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACCATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCCGACGAGCCCTCAAGACACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCGACTACTGGCCCCTAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	97% 97%
Z2	TATAGATATAGACGGATGACTGTGACGTGTGACTGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATGT CGGCGGTGGGCGATTGACCGTACCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGGA AGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCAA ACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGATA CTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGG CCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCCC TGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGCC GAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACCATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAACA GAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACCG GGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACCC GCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	98% 98%
Z3	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAACTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACCATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%

กรมวิทยาศาสตร์

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z4	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
Z5	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCAGG TGGGCGGTGGGCGATTGACGGTAGCTGGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAATGAACTGGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACCATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCCGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	98% 98%
Z6	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z7	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCAGG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAATGAACTGGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACCGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCCGACGACCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCGTCTACTGGCCCCTAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	98% 98%
Z8	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCCTTCCTCGCCCACACCCAGG TGGGCGGTGGGCGATTGACGGTAGCTGGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAAGGAACTGGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACCGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACCATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCCGACGACCCCTCAAGACACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCGTCTACTGGCCCCTAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	97% 97%
Z9	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCAGG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z10	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGCGAATCTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCAGG TGGGCGGTGGGCGATTGACGGTAGCTGGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAAGGAACTGGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACCGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCCTTTTCCGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCGTCTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	97% 97%
Z12	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
Z13	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCAATAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z14	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
Z15	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
Z16	TAACGAATGATGGATGGTTGCGAATGTGTGAATGTGTCCCTTTCCTCGCCCCACCCACCCAC GTCGGTGGGCGGGCGATCGACCGTAGCTCGGTGCGATCAGCACTAAGGAACAATGAACTCA GAAGCGAAGGGCCCCTTGGCGTGCGCGGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATC AATCAAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAAT GCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGC CCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGCCGCCTCTGCTCC ATGCTTTGTTCGTGGGTGCCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGGGCACAGTC GGCTGAAGAGCGGGTAGTCGCCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGG AACAGAACGTCGTGTCCCCGTCGTTTTGGGATGATGAGCCCTCAGTCAAGAGACCCCTGTG TGATTGTTTGTGCCTATAAACAATCAACTTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACCCGCCTA GTTTAA	*Z. flavomaculosum* *Z. fragile*	99% 98%

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z17	TAACGAATGATGGATGGTTGCGAATGTGTGAATGTGTCCCTTTCCTCGCCCCACCCACCCACGTCGGTGGGCGGGCGATCGACCGTAGCTCGGTGCGATCAGCACTAAGGAACAATGAACTCAGAAGCGAAGGGCCCCTTGGCGTGCGCGGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCAATCAAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTCTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGCCGCCTCTGCTCCATGCTTTGTTCGTGGGTGCCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGGGCACAGTCGGCTGAAGAGCGGGTAGTCGCCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAACAGAACGTCGTGTCCCCGTCGTTTTGGGATGATGAGCCGTCAGTCAAGAGACCCTGAGTGATTGTTTGTGCCTATAAACAATCAACTTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACCCGCCTAGTTTAA	*Z. flavomaculosum* *Z. fragile*	99% 98%
Z18	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATGTCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGGAAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCAAACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCCCTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGCCGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAACAGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACCGGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTACTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACCCGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
Z19	ATATCAAATGAAGGAAGGTTTGGAAGTGTTGAATTGGTCTCTTTCCTCGCCCACCCCCCGGTCGGTTGGGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTTGGAAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCTCAGGGGAGCCCAATGCGTTGGAGATACCTTGGAATCAAACGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTTGCATCGATGAAGAAAGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATTTCGTGAACCATTGAGTTTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGCCGCCTTTGCTCCATGCCCTCTATTTTATTAGTCGGTTGGCGCGGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGCCGAAGTGCGGGTAGTCGTCGGCAGTCGTCGGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAACAGAACGTCGTCCCCGTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAATCGATCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACCGGGCGAAAGAAAGAAAGCGCCGCCGTGTCCATCAACTTGTGGCCCCAAGTCAG	*Z. parishii*	96%

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
Z20	TATAGAATATGACGGATGACTGTGAACGTGTGAATGTGCCCCTTTCCTCGCCCACACCCATG TCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGG AAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCACAGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCA AACGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGAT ACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAG GCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCC CTGTTAGTCGGCTGGTGGCGAGCGCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGC CGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCGTCGGGCACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAAC AGAACGTCGTCCCCTTCGTTTTCGGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACC GGGCGAAAGAAAAAAAACGCCGTGTCCATCAACTAGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCACC CGCCGAATTTAA	*Z. ottensii* *Z. spectabile*	99% 99%
KT1	GAAGTGACTGTGCCCCTTTCCTCGCCCGCACCCATGTCGGCGGTGGGCGATTGACCGTAGC TCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGGAAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCAC GGGGGAGCCCAATGCGTCCGACATTCCTCGGAATCAAACGACTCTCGGCAATGGATATCTC GGCTCTTGCATCGATGAATAACGTACTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCATAATCTCG TGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCTG CTTGGGTGTCATGGCATCGTCCCCTCAGCTCCATGCCCTGTTAATCGGCTGGTGGCGAGCG CGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGCCGAAGAGCGGGTAGTCGGCAGTCG TCGGGGACGATGGGTGTTGGTCGCCGTGAGCGGGAACAGAACGTCGTCCCCGTCGTTTTCG GACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACCGGGCGAAAGAAAGAAAGCGCCGTG TCCATCAACTTGTGGCCCC	*Z. acuminatum* *Z. spectabile*	97% 97%
KT2	GAAGTGGATGTGCCCCTTTCCTCGCCCGCACCCATGTCTGGCGGTGGGCGATTGACCGTAG CTCGGTGCGATCGGCACTAAGGAACAAATGAACTCGGAAGCGGAGGGCCCCTTGGCGTGCA CGGGGGAGCCCAATGCGTCGGAGATTCCTCGGAATCAAACGACTCTCGGCAATGGATATCT CGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTC GTGAACCATTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGCCGAGGGCACGCCT GCTTGGGTGTCATGGCATCGTCGCCTCTGCTCCATGCCCTGTTATTAGGCTGGTGGCGAGC GCGGAAATTGGCCCCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGCCGAAGAGCAGGTAGTCGGCAGTC GTCGGCGACGATGGATGTTGGTCGCCCTGAGCGGGAACAGAACGTCGTCCCCGTCGTTTTC GGACGAGCCCTCAAGAGACCCTGCGTGATTGCGGCACCGGGCGAAAGAAAGAAAGCGCCGG CCCATCAACTTGGGCC	*Z. acuminatum* *Z. spectabile*	97% 97%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 ประชากรไพลดำและพืชสกุลขิงทั้งหมด 70 ตัวอย่างสำหรับการศึกษาเครื่องหมายโมเลกุล

ลำดับ	รหัส	พืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มา
1	A	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ต.เฉลิม อ.ยีงอ จ.นราธิวาส
2	B	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ โครงการพัฒนาป่าชุมชนอ่าวเจ็ด
3	C	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ต.ละหาร อ.สายบุรี จ.ปัตตานี
4	E	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.นครนายก
5	F	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ต.บ้านควน อ.ปานาเระ จ.นราธิวาส
6	G	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ บ่อหิน
7	H	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.ปัตตานี
8	J	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ต.ละหาร อ.สายบุรี จ.ปัตตานี
9	PAI1	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
10	PAI2	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
11	PAI3	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
12	PAI4	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
13	PAI5	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
14	PAI6	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
15	PAI7	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
16	PAI8	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
17	PAI9	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
18	PAI10	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
19	PAI11	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
20	PAI12	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จันทบุรี
21	L	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ อ.สายบุรี จ.ปัตตานี
22	M	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ไม่ทราบชื่อ
23	N	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ อ.คันธุลี จ.สุราษร์ธานี
24	O1	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เพชรบุรี
25	O2	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ สวนสมเด็จฯ จ.เพชรบุรี
26	P1	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ อ.สายบุรี จ.ปัตตานี
27	P2	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ ต.ละหาร อ.สายบุรี จ.ปัตตานี
28	P3	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ สายบุรี 3
29	P7	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ สายบุรี 7
30	Q1	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เชียงใหม่
31	Q2	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เชียงใหม่
32	Q3	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เชียงใหม่
33	Q4	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เชียงใหม่
34	Q5	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.เชียงใหม่
35	PT1	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.ปัตตานี
36	PT2	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.ปัตตานี
37	PT3	ไพลดำ	*Zingiber ottensii* Valeton	ไพลดำ จ.ปัตตานี
38	K1	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือขี้แมวกระบี่
39	K2	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเขียว ต.บ้านเก่า อ.เมือง จ.กาญจนบุรี
40	K3	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแดง จ.พังงา
41	K4	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือบานเย็นห้วยยอด จ.ตรัง
42	K5	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือฉายรังสี 5 (18 rad)
43	K6	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเขียวราชบุรี
44	K7	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแดงกาญจนบุรี

กรมวิชาการเกษตร

ลำดับ	รหัส	พืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มา
45	K8	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเขียว ศวส.ตรัง
46	K9	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแหลมสิงห์
47	K10	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือพร้าว
48	K11	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือขาวห้วยยอด จ.ตรัง
49	K12	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเหลืองกาญจนบุรี
50	K13	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือบานเย็นอ่อนห้วยยอด จ.ตรัง
51	K14	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเหมืองลาบู
52	K15	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแดงสุราษฎร์ธานี
53	K16	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือกระบอง (หลังบ้านพักคุณชุ้ง)
54	K17	ขิง	*Zingiber officinale* Roscoe	ขิง (จาก จ.เลย ปลูกหลังบ้านพักเอ)
55	K20	ขิงแดง	*Zingiber officinale* Roscoe	ขิงแดง (บ้านแป้น อ.สายบุรี จ.ปัตตานี)
56	K22	ไพลเหลือง	*Zingiber cassumunar* Roxb.	ไพลเหลือง (โรงเรือนเพาะชำ)
57	K24	ขิงแดง	*Zingiber officinale* Roscoe	ขิงแดง (อ.ยะรัง จ.ปัตตานี)
58	K001	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือ (บนดอย)
59	K002	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือ (บนดอย)
60	K003	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือ (บนดอย)
61	K004	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือ (บนดอย)
62	ก1	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือขี้แมวกระบี่
63	ก3	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแดงสุราษฎร์ธานี
64	ก6	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือบานเย็นห้วยยอด จ.ตรัง
65	ก7	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือฉายรังสี 5 (18red)
66	ก10	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแดงกาญจนบุรี
67	ก12	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือแหลมสิงห์
68	ก13	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือพร้าว
69	ก15	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเหลืองกาญจนบุรี
70	ก16	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Smith.	กระทือเหลืองกาญจนบุรี

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ไพรเมอร์ SSR 25 คู่ไพรเมอร์ ที่ให้ความแตกต่างของขนาดชิ้นดีเอ็นเอในไพลดำและพืชสกุลขิง

No.	Primer	Tm (°C)	Product size (bp)
1	GES440	55	250
2	GES444	55	450
3	GES464	55	480
4	GES466	55	100
5	GES486	55	300
6	GES497	55	300
7	GES512	55	410
8	ZOSSR2	55	120
9	ZOSSR25	55	150
10	ZOSSR16	55	120
11	ZOSSR36	55	170
12	ZOSSR21	55	170
13	ZOSSR64	55	150
14	ZOSSR108	55	140
15	ZOSSR35	55	150
16	ZOSSR73	55	180
17	SSRZOF53	55	230
18	SSRZOF302F	55	250
19	GB-ZOM-033	55	160
20	GB-ZOM-040	55	180
21	GB-ZOM-055	55	280
22	GB-ZOM-111	55	300
23	GB-ZOM-140	55	270
24	CBT-08	58	160
25	CBT-09	58	280

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 น้ำหนักแห้งและน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์

รหัส	ชื่อตัวอย่างพันธุ์	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม)	น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้	
			ปริมาตรเฉลี่ย (มล.)	ผลผลิต (%yield)
Z1	ปัตตานี-1	100.0	0.50	0.50
Z3	ปัตตานี-3	100.0	0.50	0.50
Z4	ปทุมธานี-1	100.0	0.50	0.50
Z5	เพชรบูรณ์-1	100.0	0.50	0.50
Z6	พิษณุโลก-1	100.0	0.60	0.60
Z7	สงขลา-1	135.1	0.50	0.37
Z8	สงขลา-5	135.0	0.60	0.44
Z9	สงขลา-6	138.6	0.60	0.43
Z10	สงขลา-7	115.7	0.60	0.52
Z11	เชียงราย-1	152.7	0.40	0.26
Z12	เชียงราย-2	138.2	0.50	0.36
Z13	เพชรบุรี-1	122.2	0.80	0.65
Z15	ราชบุรี-1	125.8	0.65	0.52
Z16	นครนายก-1	100.0	0.20	0.20
Z17	ปราจีนบุรี-1	87.8	0.20	0.23
Z18	ปราจีนบุรี-2	130.2	0.60	0.46
Z19	เลย-1	102.1	0.05	0.05
Z21	เชียงใหม่-1	131.2	0.60	0.46
Z22	ยะลา-1	121.1	0.30	0.25
Z23	นราธิวาส-1	130.7	0.40	0.31

กรมวิชาการเกษตร

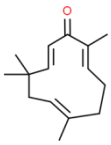
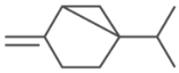
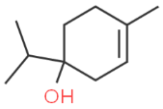
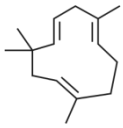
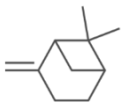
ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์

รหัส	ชื่อตัวอย่างพันธุ์	เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ				
		zerumbone	sabinene	terpinene-4-ol	α-humulene	β-pinene
Z1	ปัตตานี-1	38.83	6.84	14.42	10.63	3.77
Z3	ปัตตานี-3	39.04	8.80	13.31	9.64	4.63
Z4	ปทุมธานี-1	38.28	7.77	14.94	7.22	4.57
Z5	เพชรบูรณ์-1	39.50	18.62	5.16	9.72	6.18
Z6	พิษณุโลก-1	40.86	16.43	4.61	8.68	6.10
Z7	สงขลา-1	39.59	13.10	8.16	12.60	5.14
Z8	สงขลา-5	37.12	12.64	10.21	11.60	4.95
Z9	สงขลา-6	37.91	15.09	9.00	9.83	5.88
Z10	สงขลา-7	38.90	12.50	11.49	9.14	4.89
Z11	เชียงราย-1	40.47	10.58	11.07	10.25	4.78
Z12	เชียงราย-2	36.72	7.99	15.93	6.47	4.90
Z13	เพชรบุรี-1	36.56	15.90	10.21	7.84	5.93
Z15	ราชบุรี-1	36.86	10.93	12.61	9.16	5.12
Z16	นครนายก-1	2.10	8.14	20.45	1.10	6.85
Z17	ปราจีนบุรี-1	0.67	12.33	12.66	0.57	5.90
Z18	ปราจีนบุรี-2	39.17	8.20	13.57	6.87	5.67
Z19	เลย-1	0.70	0.74	5.05	0.43	-
Z21	เชียงใหม่-1	37.27	17.22	6.99	9.40	5.35
Z22	ยะลา-1	51.26	2.28	12.30	3.27	0.90
Z23	นราธิวาส-1	52.74	2.68	8.00	4.89	0.83

หมายเหตุ : เครื่องหมาย (-) หมายถึงมีปริมาณน้อยจนไม่สามารถตรวจวัดได้ในการทดลองนี้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 องค์ประกอบหลักที่พบในน้ำมันหอมระเหยของไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์และฤทธิ์ทางชีวภาพที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล

พฤกษเคมี	โครงสร้าง	สูตรเคมี	MW (g/mol)[1]	ฤทธิ์ทางชีวภาพ
zerumbone		$C_{15}H_{22}O$	218.33	ต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง ปรับภาวะภูมิคุ้มกันของร่างกาย บรรเทาปวด รักษาโรคผิวหนังจากเชื้อรา ป้องกันการสูญเสียมวลกระดูก
sabinene		$C_{10}H_{16}$	136.23	ต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ
terpinen-4-ol		$C_{10}H_{18}O$	154.25	ต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ รักษาโรคลมชัก รักษามะเร็งระบบทางเดินอาหาร
α-humulene		$C_{15}H_{24}$	204.36	ต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง ฆ่าหนอนแมลง
β-pinene		$C_{10}H_{16}$	136.23	ต้านจุลินทรีย์ ยับยั้งการเจริญของเนื้องอก ต้านอาการชัก รักษาอาการซึมเศร้า

หมายเหตุ : [1]MW หมายถึงน้ำหนักโมเลกุลของพฤกษเคมี มีหน่วยเป็นกรัมต่อโมล

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลแหล่งเก็บรวบรวมตัวอย่างพืชสกุลปุดที่ได้นำมาปลูกอนุรักษ์ไว้ในแปลงอนุรักษ์ของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร

รหัสตัวอย่าง	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แหล่งเก็บตัวอย่าง	ภูมิภาค
ETL4	*Etlingera maingayi* (Baker) R.M.Sm.	ดาหลาตายน	สวนปันแสง ต.ลำสินธุ์ อ.ศรีนครินทร์ จ.พัทลุง	ภาคใต้ตอนล่าง
ETL19	*Etlingera littoralis* (J.König) Giseke)	ปุดช้าง	ต.ทรายขาว อ.สอยดาว จ.จันทบุรี	ภาคตะวันออก
ETL21	*Etlingera littoralis* (J.König) Giseke)	ปุดช้าง	ต.ทรายขาว อ.สอยดาว จ.จันทบุรี	ภาคตะวันออก
ETL30	*Etlingera yunnanensis* (T.L.Wu & S.J.Chen) R.M.Sm.	ปุดยูนนาน	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือตอนล่าง
ETL32	*Etlingera araneosa* (Baker) R.M.Sm	ปุดดอย	ต.หนองแม่นา อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือตอนล่าง
ETL37	*Etlingera araneosa* (Baker) R.M.Sm	ปุดดอย	ต.ป่าแป๋ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือตอนบน
ETL38	*Etlingera araneosa* (Baker) R.M.Sm	ปุดดอย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือตอนบน
ETL42	*Etlingera littoralis* (J.König) Giseke)	ปุดช้าง	ต.ทุ้งตำเสา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	ภาคใต้ตอนล่าง
ETL45	*Etlingera pauciflora* (Ridl.) R.M.Sm.	ปุดช้อนทอง	ต.วังประจัน อ.ควนโดน จ.สตูล	ภาคใต้ตอนล่าง
ETL48	*Etlingera littoralis* (J.König) Giseke)	ปุดช้าง	ต.โพรงจระเข้ อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง	ภาคใต้ตอนล่าง

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 8 ลำดับนิวคลีโอไทด์และความคล้ายคลึงกันของพืชสกุลปุดกับฐานข้อมูล GenBank

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL1	GAACAACGGATGGCTGTGATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCCCCATGTCG GAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAACGAACTCAG AAGCAGCGGGCCCTCGGCGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAGATGCTTGGA ATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAGAACGTA GTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGAGTCTTTG AACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCTTGGGCGTCA TGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCGAAGCGCGGAAATTGACC TCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCAGTCGTCGGG CGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCACGAATAGAACGTCGCCCTCGACGTGT CTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTCGCGTGAAAG CGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGCCGAGTT TAAGCATATC	*Etlingera elatior*	99%
		Etlingera hemisphaerica	99%
ETL3	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAC GAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGCGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAGA TGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAA GAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTG AGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCTT GGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCGAAGCGCGGA AATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCAG TCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCACGAATAGAACGTCGCCCT CGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTCG CGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCC GCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera elatior*	99%
		Etlingera hemisphaerica	99%
ETL14	GAGCGCTGAACAACGGATGGTTGTGAACGTGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTTGGCGGTCGACTAACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAAAAGCAAAGGGCCCTCGGGGTGTGCGCGGGGAGCCCATTGCGTCAGA GATGGTCGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGAT GAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCA TTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTG CTTGGGCGTCATGGCATCATCGCCTTCGCTCCTTGCTTTGTTGGTGCCAAGTGC GGAAATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGG CAGTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTCACCCTTGTGCGTGAATAGAATGTCGC CCTCGATGTGTTGGGACGTGTCCTCAAGAGACCCCGTGGGATTGTGGCATCGCG TGAAAGTGCTGTGTCCGTCGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGC CGAGTTTAAGCATATC	*Amomum aculeatum*	99%
		Meistera aculeata	99%

กรมวิชาการเกษตร

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL17	GAGCGCTGAACAACGGATGGTTGTGAACGTGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTTGGCGGTCGACTAACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAAAAGCAAAGGGCCCTCGGGGTGTGCGCGGGGAGCCCATTGCGTCAGA GATGGTCGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGAT GAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCA TTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTG CTTGGGCGTCATGGCATCATCGCCTTCGCTCCTTGCTTTGTTGGTGCCAAGTGC GGAAATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGG CAGTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTCACCCTTGTGCGTGAATAGAACGTCGC CCTCGATGTGTTGGGACGTGTCCTCAAGAGACCCCGTGGGATTGTGGCATCACG TGAAAGTGCTGTGTCCGTCGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGC CGAGTTTAAGCATATC	*Amomum aculeatum*	99%
		Meistera aculeata	99%
ETL18	GAGCACTGAACAATGGATGGTTGTGAACGTGTCAACGTGCCCCTCTACTTGGCC CCATTTTGGTGGCCGACTGACCATAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAGAAGCAGATGGCCCTCGGTGTGCCCGGGGAGCCCACTGCGTCGGAGA CGGTAGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCT TGGGCGTCATGGCAACATCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGCTGGTGCGAAGAGCGG AAATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTCACCCTGTGCGTGAATAGAACGTCGCCCC GACGCGTCGGGATGTGTCCTCAAAGAGACCCTGTGCGATTGCGGCATCATGTCA AAGTGACGTGCCCATCGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGCCGA GTTTAAGCATATC	*Amomum villosum*	99%
ETL21	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGC	*Etlingera littoralis*	100%

กรมวิทยาศาสตร์

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL24	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAC GAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAGA TGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAA GAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTG AGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCTT GGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGGA AATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCAG TCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACGTCGCCCT CGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTCG CGTGAAGGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCC GCCGAGTTTAAGC	*Etlingera yunnanensis*	100%
ETL25	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGAGCGATCGGCACCAAGGAACAAC GAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAGA TGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAA GAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTG AGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCTT GGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGGA AATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCAG TCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACGTCGCCCT CGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTCG CGTGAAGGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCC GCCGA	*Etlingera yunnanensis*	99%
ETL26	GAGCGTTGAACAACGGATGGTTGTGAACGTGTCAATGTGGCCCTTTCCTTGGCC CCATGTTGGCGGCTGATTGACCCTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAGAAGCAAAGGGCCCTTGGGGTGTGCGCTGGGAGCCCAATGCATCAGA GATGGTCGATATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGAT GAAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCA TTGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTG CTTGGGCGTCATGGCTCATCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGTTGGTGCCAAGTGCG GAAATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGGC AGTCGTCGGGTGCGATGGGTGCTGGTCACCCTTGTGCGTGAATAGAACGTCGCC CTTGATGTGTTGGGATGTGCCCTCAAGAGACCCCGTGCGATTTGTGGCATTGCG TGAAAGTGCCATGTTCGTTGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGC TGAGTTTAAGCATATC	*Meistera koenigii*	100%

กรมวิชาการเกษตร

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL27	GAGCACTGAACAATGGATGGTTGTGAACGTGTCAACGTGCCCCTCTACTTGGCC CCATTTTGGTGGCCGACTGACCATAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAGAAGCAGAGGGCCCTCGGTGTGCCCGGGGAGCCCACTGCGTCAGAGA CGGTCGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCT TGGGCGTCATGGGAACATCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGCTGGTGCGAAGAGCGG AAATTGGCCTCGTGTGCCGTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTCACCCTGTGCGTGAATAGAACGTCGCCCC GACGTGTTGGGATGTGTCCTCAAAGAGACCCTGTGCGATTGCGGCATCATGTCA AAGAGACGTGCCCATCGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGCCGA GTTTAAGCA	*Amomum villosum var. xanthioides*	98%
ETL28	GAGCACTGAACAATGGATGGTTGTGAACGTGTCAACGTGCCCCTCTACTTGGCC CCATTTTGGTGGCCGACTGACCATAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAT GAACTCAGAAGCAGAGGGCCCTCGGTGTGCCCGGGGAGCCCACTGCGTCAGAGA CGGTCGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGCCTGCT TGGGCGTCATGGAAACATCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGCTGGTGCGAAGAGCGG AAATTGGCCTCGTGTGCCGTCGGGCACAGTCGGTCGAAGAGCGGGTAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTCACCCTGTGCGTGAATAGAACGTCGCCCC GACGTGTTGGGATGTGTCCTCAAAGAGACCCTGTGCGATTGCGGCATCATGTCA AAGAGACGTGCCCATCGGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGCCGA GTTT	*Amomum villosum var. xanthioides*	98%
ETL32	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGAGCGATCGGCACCAAGGAACAAC GAACTCAGAAGCAGCGGGCCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACGTCGCCC TCGACGTGTCCGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTC GCGTGGAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera yunnanensis*	99%

กรมวิทยาศาสตร์

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL35	GAGCATTGAACGACGGATGATTGCGAATATGTTAACGTGCTCATTTCCTTGCCCC ATGTTGGTGGCTTACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAATGA ACTCAGAAGCAGAGGGCCCTCGACGTGCGCGGGGAGCCTAATGCATCGGAGATG CTTCGGAATCAAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAG AACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGA GTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGTCGAGGGCACGCCTGCTTG GGCGTCATGGCAACGTCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGCTGGTGCCAAGCGCGGAT ATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCATAGTCGGTTGAAGAGTGGGTAGTCGGCAGT CGTCGGGCGCGATGGGCGTTGGTCGCTTTGTGCGTGAACTGAACGTCGTCCCCG TCATGTTGGGAATGATTCCTCAAGAGACCCCGTGTGATTGCGGCATCGCGTGAA AGTGCCGTGTCCGTCAGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACCCGCCGAG TTTAAGCATATC	*Lanxangia coriandriodora*	100%
ETL36	GAGCATTGAACGACGGATGATTGCCAATATGTTAACGTGCTCATTTCCTTGCCCC ATGTTGGTGGCTTACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAATGA ACTCAGAAGCAGAGGGCCCTCGACGTGCGCGGGGAGCCTAATGCATCGGAGATG CTTCGGAATCAAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGAAG AACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATTGA GTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCGAGGCCTTGTGGTCGAGGGCACGCCTGCTTG GGCGTCATGGCAACGTCGCCTTTGCTCCTTGCTTTGCTGGTGCCAAGCGCGGAT ATTGGCCTCGTGTGCCCTCGGGCATAGTCGGTTGAAGAGTGGGTAGTCGGCAGT CGTCGGGCGCGATGGGCGTTGGTCGCTTTGTGCGTGAACTGAACGTCGTCCCCG TCATGTTGGGAATGATTCCTCAAGAGACCCCGTGTGATTGCGGCATCGCGTGAA AGTGCCGTGTCCGTCAGATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGC	*Lanxangia coriandriodora*	100%
ETL38	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAAC GAACTCAGAAGCAGCGGGCCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACGTCGCCC TCGACGTGTCCGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTC GCGTGGAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGG	*Etlingera linguiformis*	99%

กรมวิทยาศาสตร์

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL42	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCCAATTGTGGCCCCAAGTCAGGGGAGGGCCACC CCCCGAATTTAAGCATAT	*Etlingera littoralis*	100%
ETL43	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera littoralis*	99%
ETL44	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera littoralis*	99%

กรมวิชาการเกษตร

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
ETL45	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCAATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGCGTGCACGAGGAGCCCATTGCATAAGAG ATGCTTGGAAACGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATG AAGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGGGAATTGCAGAATCTCGTGAACCAT TGAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGC TTGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCATGCTTTGCTGGTGCCAAGCGCG GAAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGC AGTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAACCCCGCGCGTGAATAGAACGTCGCCC TCGACGTGTCAGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCGCTTC GCGCGAAAGCGCCGTGTCCGTCTAATTGTGGCCCCAAATCAGGCAAGGCCCACC CGCCGAGTTTAATCATATC	*Etlingera pauciflora*	98%
ETL47	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGAGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAG	*Etlingera littoralis*	99%
ETL50	ATGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATA	*Etlingera littoralis*	99%
ETL51	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA	*Etlingera littoralis*	99%

กรมวิทยาศาสตร์

รหัสตัวอย่าง	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA barcode ที่ตำแหน่ง *ITS*	เปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank	
		ชนิดพืช	ความคล้ายคลึงกัน
	GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC		
ETL52	GAACATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCTTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera littoralis*	99%
ETL54	GAGCATCGAACAACGGATGGCTGTGAATGCGTCAACGTGCCCCTTTCCTTGGCC CCCATGTCGGAGGCCAACTGACCGTAGCTCGGTGCGATCGGCACCAAGGAACAA CGAACTCAGAAGCAGCGGGCCCTCGGTGTGCACGAGGAGCCCACTGCATAAGAG ATGCTTGGAATCGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTCGGCTCTTGCATCGATGA AGAACGTAGTGAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCTCGTGAACCATT GAGTCTTTGAACGCAAGTTGTGCCCAAGGCTTTGTGGCCGAGGGCACGTCTGCT TGGGCGTCATGGCATCACCGCCTTTGCTCCTTGCTCTGCTGGTGCCAAGCGCGG AAATTGACCTCGTGTGCCCTCGGACACAGTCGGTCAAAGAGCGGGCAGTCGGCA GTCGTCGGGCGCGATGGGTGCTGGTAAACCCTGCGCGCGAATAGAACATCGCCC TCGACGTGTCTGGACGAGTCCTCGAGAGACCCTGCGGGACTGCGGCATCACTTC GCGTGAAAGCGCCGTGTCCGTCGAATTGTGGCCCCAAGTCAGGCGAGGCCCACC CGCCGAGTTTAAGCATATC	*Etlingera littoralis*	99%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์

No.	RT	องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบทางเคมีของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์				
			ETL3	ETL31	ETL38	ETL45	ETL46
1	6.34	α-pinene	10.31[3]	9.05[4]	3.62[4]	16.34[2]	15.65[3]
2	6.74	camphene	0.57	0.23	1.71	-	-
3	7.47	sabinene	-	-	-	-	13.69[4]
4	7.56	β-pinene	29.51[1]	12.38[3]	3.50[5]	68.21[1]	18.42[2]
5	7.93	β-myrcene	0.62	1.51	0.71	0.65	2.02
6	8.35	α-phellandrene	-	-	-	-	4.37[5]
7	8.72	α-terpinene	2.17	0.79	-	-	0.66
8	8.97	*p*-cymene	3.21[5]	1.41	1.07	-	1.01
9	9.10	limonene	1.32	2.51	2.10	2.16[5]	3.63
10	9.29	1,8-cineole	2.82	21.47[1]	26.86[2]	6.50[3]	20.55[1]
11	10.06	γ-terpinene	5.54[4]	2.06	0.37	-	1.47
12	11.02	α-terpinolene	0.92	0.61	-	-	0.74
13	11.52	linalool	0.54	0.47	-	-	0.32
14	14.14	terpinene-4-ol	10.90[2]	5.39[5]	2.35	0.85	3.41
15	14.62	α-terpineol	1.64	5.18	4.09[3]	2.62[4]	2.27
16	16.40	carvol or carvone	-	0.98	1.41	-	-
17	21.98	*trans*-caryophyllene	0.30	0.23	-	0.61	3.35
18	23.07	α-humulene	-	0.67	-	-	0.72
19	26.39	nerolidol	2.65	18.59[2]	29.98[1]	-	-
20	27.41	guaiol	1.57	2.57	2.47	-	-
		Others	6.77	9.46	5.56	3.95	10.05

หมายเหตุ : - ตัวเลขยกกำลัง (superscript) หมายถึงองค์ประกอบทางเคมีที่พบมากที่สุดในแต่ละตัวอย่างพันธุ์ 1-5 ลำดับแรก

- เครื่องหมาย (-) หมายถึงมีปริมาณน้อยจนไม่สามารถตรวจวัดได้ในการทดลองนี้

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 องค์ประกอบหลัก 5 อันดับแรกที่พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชสกุลปุด 5 ตัวอย่างพันธุ์และฤทธิ์ทางชีวภาพที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล

รหัส	ชนิดพืชสกุลปุดและแหล่งที่พบ	พฤกษเคมีที่วิเคราะห์ได้	พฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักและฤทธิ์ทางชีวภาพ	
ETL3	*E.* aff. *littoralis*	16	β-pinene (29.51%)	antimicrobial, antitumor, anticonvulsant, antidepressant-like
			terpinene-4-ol (10.90%)	antimicrobial, antimicrobial, anticancer, anticonvulsant
			α-pinene (10.31%)	antinociceptive, antimicrobial, antitumor, anti-inflammatory, gastroprotective, antioxidant, anticonvulsant
			γ-terpinene (5.54%)	antioxidant, anti-inflammatory, antinociceptive
			p-cymene (3.21%)	analgesic, antinociceptive, neuroprotective, immunomodulatory, vasorelaxant, anticancer
ETL31	*E. littoralis*	18	1,8-cineole (21.47%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, analgesic, anticancer
			nerolidol (18.59%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, insect repellant, anti-biofilm, anti-parasitic, skin-penetration enhancer, skin-repellent, antinociceptive, neuroprotective
			β-pinene (12.38%)	antimicrobial, antitumor, anticonvulsant, antidepressant-like
			α-pinene (9.05%)	antinociceptive, antimicrobial, antitumor, anti-inflammatory, gastroprotective, antioxidant, anticonvulsant
			terpinene-4-ol (5.39%)	antimicrobial, antimicrobial, anticancer, anticonvulsant
ETL-38	*E. araneosa*	13	nerolidol (29.98%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, insect repellant, anti-biofilm, anti-parasitic, skin-penetration enhancer, skin-repellent, antinociceptive, neuroprotective
				antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, analgesic, anticancer
			α-terpineol (4.09%)	antioxidant, anticancer, anticonvulsant, antiulcer, antihypertensive, antinociceptive, skin-penetration enhancer, insecticidal

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ชนิดพืชสกุลปุด และแหล่งที่พบ	พฤกษเคมีที่ วิเคราะห์ได้	พฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักและฤทธิ์ทางชีวภาพ	
				antinociceptive, antimicrobial, antitumor,
			α-pinene (3.62%)	anti-inflammatory, gastroprotective, antioxidant, anticonvulsant
			β-pinene (3.50%)	antimicrobial, antitumor, anticonvulsant, antidepressant-like
ETL-45	*E. pauciflora*	8	β-pinene (68.21%)	antimicrobial, antitumor, anticonvulsant, antidepressant-like
			α-pinene (16.34%)	antinociceptive, antimicrobial, antitumor, anti-inflammatory, gastroprotective, antioxidant, anticonvulsant
			1,8-cineole (6.50%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, analgesic, anticancer
			α-terpineol (2.62%)	antioxidant, anticancer, anticonvulsant, antiulcer, antihypertensive, antinociceptive, skin-penetration enhancer, insecticidal
			limonene (2.16%)	anti-inflammatory, antioxidant, anti-stress, anticancer (breast cancer prevention), anti-proliferative, immune modulation
ETL-46	*E. littoralis*	16	1,8-cineole (20.55%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, analgesic, anticancer
			β-pinene (18.42%)	antimicrobial, antitumor, anticonvulsant, antidepressant-like
			α-pinene (15.65%)	antinociceptive, antimicrobial, antitumor, anti-inflammatory, gastroprotective, antioxidant, anticonvulsant
			sabinene (13.69%)	antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, anti-viral, anti-biofilm, antibacterial (gram+)
			α-phellandrene (4.37%)	promoting immune responses, anti-cancer, analgesic, anti-inflammatory, promoting relaxation, antifungal

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 สัดส่วนของน้ำหนักสารสกัดหยาบต่อ 100 กรัม น้ำหนักสดของตัวอย่างพืชสกุลปุด

รหัสตัวอย่าง	ชื่อวิทยาศาสตร์	น้ำหนักตัวอย่างสด (กรัม)	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (กรัม)
ETL1	*Etlingera littoralis*	100	7.1683
ETL3	*Etlingera littoralis*	100	6.8929
ETL4	*Etlingera maingayi*	100	1.8245
ETL19	*Etlingera littoralis*	100	1.998**5**
ETL21	*Etlingera littoralis*	100	3.0386
ETL24	*Etlingera yunnanensis*	100	3.8743
ETL25	*Etlingera yunnanensis*	100	3.5402
ETL30	*Etlingera yunnanensis*	100	5.5805
ETL31	*Etlingera littoralis*	100	3.5191
ETL38	*Etlingera araneosa*	100	3.2290

ตารางที่ 12 ปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดหยาบของพืชสกุลปุด

รหัสตัวอย่าง	**ชื่อวิทยาศาสตร์**	Total phenolic contents (mg Gallic Acid Equivalent (GAE)/g of extract)	Total flavonoid contents (mg catechin equivalent (CE)/g of extract)
ETL1	*Etlingera littoralis*	155.16±2.27	74.23±4.96
ETL3	*Etlingera littoralis*	135.42±1.92	52.55±4.65
ETL4	*Etlingera maingayi*	83.76±3.36	65.11±6.84
ETL19	*Etlingera littoralis*	59.47±2.72	31.71±6.65
ETL21	*Etlingera littoralis*	49.71±1.91	36.20±3.98
ETL24	*Etlingera yunnanensis*	91.47±1.50	88.02±0.58
ETL25	*Etlingera yunnanensis*	134.83±1.42	113.91±10.27
ETL30	*Etlingera yunnanensis*	129.71±1.60	119.45±1.59
ETL31	*Etlingera littoralis*	110.23±1.38	75.86±7.91
ETL38	*Etlingera araneosa*	230.56±11.61	144.19±8.97

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 13 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบพืชสกุลปุดที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH ABTS และ FRAP

รหัสตัวอย่าง	**ชื่อวิทยาศาสตร์**	DPPH	ABTS	FRAP
		IC_{50} (mg/ml)	IC_{50} (mg/ml)	(mg FeSO4/g extract)
ETL1	*Etlingera littoralis*	0.26±0.00	1.72±0.17	268.81±4.44
ETL3	*Etlingera littoralis*	0.35±0.01	1.98±0.16	309.13±3.31
ETL4	*Etlingera maingayi*	0.56±0.01	4.53±0.59	150.54±1.79
ETL19	*Etlingera littoralis*	0.94±0.00	7.79±0.42	129.51±4.15
ETL21	*Etlingera littoralis*	1.58±0.03	8.18±0.38	107.17±2.39
ETL24	*Etlingera yunnanensis*	0.25±0.01	2.09±0.03	207.65±4.53
ETL25	*Etlingera yunnanensis*	0.22±0.00	1.46±0.26	354.21±4.43
ETL30	*Etlingera yunnanensis*	0.21±0.02	1.33±0.17	358.94±8.89
ETL31	*Etlingera littoralis*	0.36±0.02	2.04±0.13	186.24±2.07
ETL38	*Etlingera araneosa*	0.16±0.01	1.38±0.11	209.54±10.57
	Trolox	0.036±0.003	0.28±0.06	

ตารางที่ 14 ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของจุลลินทรีย์ของสารสกัดหยาบพืชสกุลปุดที่ทดสอบด้วยวิธี MIC

รหัสตัวอย่าง	**ชื่อวิทยาศาสตร์**	ค่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC) (µl/ml)	
		Bacillus subtilis	*Pseudomonas aeruginosa*
ETL1	*Etlingera littoralis*	62.50	500
ETL3	*Etlingera littoralis*	500	500
ETL4	*Etlingera maingayi*	500	500
ETL19	*Etlingera littoralis*	500	500
ETL21	*Etlingera littoralis*	500	500
ETL24	*Etlingera yunnanensis*	500	500
ETL25	*Etlingera yunnanensis*	500	500
ETL30	*Etlingera yunnanensis*	500	500
ETL31	*Etlingera littoralis*	500	500
ETL38	*Etlingera araneosa*	62.50	500
	Chloramphenicol	1.95	500

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 15 ฤทธิ์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบพืชสกุลปุด

รหัสตัวอย่าง	**ชื่อวิทยาศาสตร์**	% inhibition 0.172 mg/ml	% inhibition 0.344 mg/ml	IC50 (mg/ml)
ETL1	*Etlingera littoralis*	50.68	81.76	0.197
ETL3	*Etlingera littoralis*	20	67.1	0.293
ETL4	*Etlingera maingayi*	21.21	55.03	0.326
ETL19	*Etlingera littoralis*	31.61	51.45	0.321
ETL21	*Etlingera littoralis*	9.49	23.89	0.732
ETL24	*Etlingera yunnanensis*	14.11	45.56	0.399
ETL25	*Etlingera yunnanensis*	18.6	40.36	0.431
ETL30	*Etlingera yunnanensis*	41.54	58.58	0.270
ETL31	*Etlingera littoralis*	27.15	50.5	0.336
ETL38	*Etlingera araneosa*	12.5	39.05	0.461
	Ascorbic acid	44.52	101.96	0.174

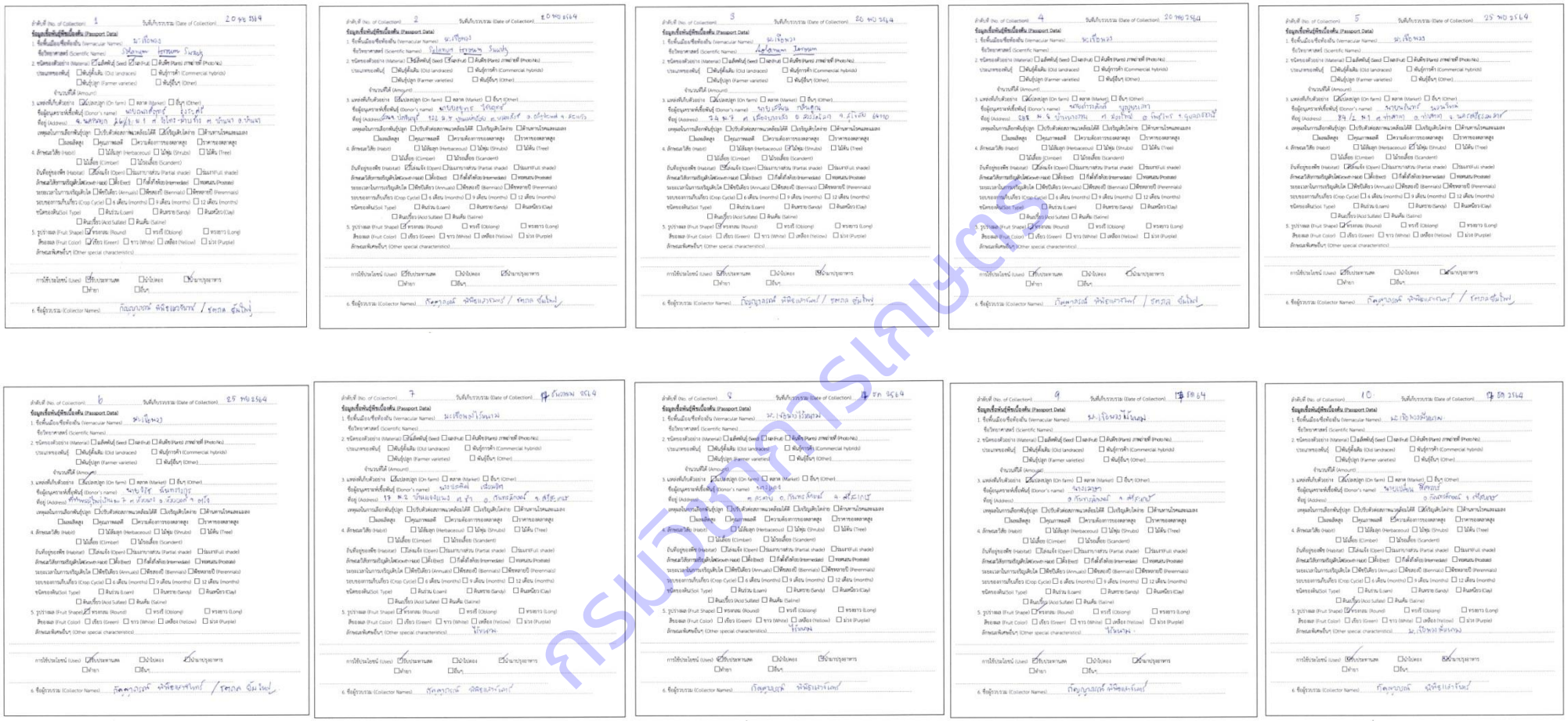
กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 16 เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์

ตัวอย่าง	ชื่อ	ที่อยู่	จังหวัด	วันที่เก็บ	วันที่เพาะ	วันที่ย้ายปลูก
1	คุณณรงค์ฤทธิ์ รุ่งระศรี	26/1 ม.1 ต.วังไทร-มาบช้าง ต.บ้านนา อ.บ้านนา จ. นครนายก 26110	นครนายก	20 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
2	คุณยงยุทธ ไชยฤทธิ์	122 ม.5 บ้านเหล่าอ้อย ต.หนองสังข์ อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว	ปราจีนบุรี	20 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
3	คุณเสวียน กลิ่นคูณ	74 ม. 7 ต.เมืองบางขลัง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย 64110	สุโขทัย	20 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
4	คุณดำรงศักดิ์ บุญยะเลขา	258 ม. 8 บ้านนางวาน ต.ม่วงใหม่ อ.โพธิ์ไทร จ.อุบลราชธานี 34340	อุบลราชธานี	20 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
5	คุณนรินทร์ นวนใหม่	84/2 ม.1 ต.ท่าศาลา อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	25 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
6	คุณวิรัช ฉันทรางกูร	ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ 7 ต.ห้วยนาง อ.ห้วยยอด จ. ตรัง	ตรัง	25 พ.ย. 64	2 ธ.ค. 2564	14 ก.พ. 65
7	นางประพิศ เนียมจิต	17/12 บ้านแจงแมง ต.ชำ อ.กันทรลักษณ์	ศรีสะเกษ	17 ธ.ค. 64	21 ธ.ค. 2564	28 ก.พ. 65
8	นางแดง	อ.กันทรลักษณ์	ศรีสะเกษ	17 ธ.ค. 64	21 ธ.ค. 2564	28 ก.พ. 65
9	นางเมษา	อ.กันทรลักษณ์	ศรีสะเกษ	17 ธ.ค. 64	21 ธ.ค. 2564	28 ก.พ. 65
10	นายเปลี่ยน ศิลาวงษ์	อ.กันทรลักษณ์	ศรีสะเกษ	17 ธ.ค. 64	21 ธ.ค. 2564	28 ก.พ. 65

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7 แสดง Passport data เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่รวบรวมจากแหล่งต่างๆ จำนวน 10 ตัวอย่างพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 17 สรุปผลประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมะเขือพวง (*Solanum torvum* L.)

สรุปผลประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมะเขือ (*Solanum torvum*)										
รายการ	**T1 นครนายก**	**T2 ปราจีนบุรี**	**T3 สุโขทัย**	**T4 อุบลราชธานี**	**T5 นครศรีธรรมราช**	**T6 ตรัง**	**T7 ไร้หนาม ประพิศ**	**T8 ไร้หนาม นางแดง**	**T9 ไร้หนาม เมษา**	**T10 มีหนาม นายเปลี่ยน**
1. ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้าน Vegetative growth										
1.1 ระยะต้นกล้า (Seedling stage) อายุ 25 วัน										
- ขนาดใบเลี้ยง อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้าง (Cotyledon length/width ratio)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	1 น้อยมาก (<2.0)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)	3 น้อย (~2.2)
- สีของใบเลี้ยง (Cotyledon Colour)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)
- จำนวนวันที่เมล็ดเริ่มงอก (Germination period)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (4 ม.ค. 64)	14 วัน (4 ม.ค. 64)	14 วัน (4 ม.ค. 64)	14 วัน (4 ม.ค. 64)
1.2 ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative growth): บันทึกในระยะออกดอก										
- ลักษณะวิสัยการเจริญเติบโต (Plant growth habit)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)	3 ตั้งตรง (upright)
- ความยาวแผ่นใบ: วัดความยาวจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade length)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	5 ปานกลาง (~20 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)	7 ยาว (~30 cm)
- ความกว้างแผ่นใบ (ส่วนที่กว้างที่สุด): วัดความกว้างจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade width)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)	7 ยาว (~15 cm)
- ปริมาณขนที่ใบ (จำนวนขนต่อตารางมิลลิเมตรด้านล่างของแผ่นใบ): วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf hairs)	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	0 ไม่มี (no hair)	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2
- ปริมาณหนามที่ใบ (จำนวนหนามด้านบนของแผ่นใบ): วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf prickles)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	3 น้อย (few) 3-5	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	3 น้อย (few) 3-5
- ความหยักเว้าของแผ่นใบ: บันทึกใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade lobing)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	9 มากที่สุด (very strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)
- รูปร่างปลายใบ: วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade tip angle)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)
รายการ	**T1 นครนายก**	**T2 ปราจีนบุรี**	**T3 สุโขทัย**	**T4 อุบลราชธานี**	**T5 นครศรีธรรมราช**	**T6 ตรัง**	**T7 ไร้หนาม ประพิศ**	**T8 ไร้หนาม นางแดง**	**T9 ไร้หนาม เมษา**	**T10 มีหนาม นายเปลี่ยน**

กรมวิชาการเกษตร

- ความสูงต้น (Plant height)	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm	7 สูง (tall) ~100 cm
- ความกว้างของทรงพุ่ม (Plant breadth)	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	5 ปานกลาง (Intermediate) ~60 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm	7 ใหญ่ (broad) ~90 cm
- จำนวนกิ่งที่ติดกับลำต้น (Number of primary branches per plant)	1 น้อยมาก (very weak) (~2 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)	1 น้อยมาก (very weak) (~2 กิ่ง)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~10 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)	1 น้อยมาก (very weak) (~2 กิ่ง)	3 น้อย (weak) (~5 กิ่ง)
- ความยาวก้านใบ (Petiole length)	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	7 ยาว (long) ~50 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm	9 ยาวมาก (very long) >100 mm
- สีก้านใบ (Petiole colour)	3 ม่วงแกมเขียว (greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (greenish violet)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)
- สีใบ: บันทึกด้านบนของใบ (Leaf blade colour)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)
2. ลักษณะการเจริญเติบโตระยะออกดอกและติดผล (Reproductive growth)										
2.1 ระยะออกดอก (Inflorescence stage)										
- อายุออกดอก: นับจากวันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน (Flowering time)	64-72 วัน	64-75 วัน	64-72 วัน	64-81 วัน	64-81 วัน	80-84 วัน	72-80 วัน	72-80 วัน	66-80 วัน	80-87 วัน
- จำนวนดอกต่อช่อดอก (Number of flowers per inflorescence)	เฉลี่ย 40 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 29 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 38 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 21 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 9 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 20 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 33 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 22 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 19 ดอก/ช่อ	เฉลี่ย 11 ดอก/ช่อ
- ความยาวของก้านดอก (Fruit pedicel length)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)	3 สั้น (short) (~10 mm)
- ความหนาของก้านดอก (Fruit pedicel thickness)	3 น้อย (thin) (~1-2 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)	3 น้อย (thin) (~1-2 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)	3 น้อย (thin) (~1-2 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)	3 น้อย (thin) (~1-2 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)	1 น้อยมาก (very thin) (<1 mm)
รายการ	**T1 นครนายก**	**T2 ปราจีนบุรี**	**T3 สุโขทัย**	**T4 อุบลราชธานี**	**T5 นครศรีธรรมราช**	**T6 ตรัง**	**T7 ไร้หนาม ประพิศ**	**T8 ไร้หนาม นางแดง**	**T9 ไร้หนาม เมษา**	**T10 มีหนาม นายเปลี่ยน**
- การมีหนามที่ก้านดอก (Fruit pedicel prickles)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)
- สีของกลีบดอก (Corolla colour)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)
2.2 ระยะติดผล (Fruiting stage)										
- สัดส่วนความยาวของผลเทียบกับความกว้างผล: เปอร์เซ็นต์ (Fruit length/breadth ratio)	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%	9 ยาวมาก (very long) >75%

กรมวิชาการเกษตร

- การมีหนามที่กลีบเลี้ยง (Fruit calyx prickles)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)	0 ไม่มี (none)
- ความยาวของกลีบเลี้ยง: คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับความยาวผล (Relative fruit calyx length)	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%	5 ปานกลาง (intermediate) ~50%
- ภาพตัดขวางมะเขือ (Fruit cross section)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (circular, no grooves)
- รูปร่างทรงผล: สังเกตตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผลว่าอยู่บริเวณใดจากขั้วผลถึงปลายผล (Fruit shape)	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล
- ความยาวของผล: วัดจากฐานของกลีบเลี้ยงถึงปลายผล (Fruit length)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)	3 สั้น (short) (~2 cm)
- ความกว้างของผล: วัดตรงตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผล (Fruit breadth)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)	3 เล็ก (short) (~2 cm)
- อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้างผล (Fruit length/breadth)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)
- ความโค้งของผล (Fruit curvature)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)
รายการ	**T1 นครนายก**	**T2 ปราจีนบุรี**	**T3 สุโขทัย**	**T4 อุบลราชธานี**	**T5 นครศรีธรรมราช**	**T6 ตรัง**	**T7 ไร้หนาม ประพิศ**	**T8 ไร้หนาม นางแดง**	**T9 ไร้หนาม เมษา**	**T10 มีหนาม นายเปลี่ยน**
- รูปร่างของปลายผล (Fruit apex shape)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)	5 โค้งมน (rounded)
- ทิศทางการชี้ของผล (Fruit position)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (erect)
- สีของผลที่สุกในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour at commercial ripeness)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)	1 เขียว (green)
- การกระจายตัวของสีผลที่สุกในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour distribution at commercial ripeness)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)	1 สม่ำเสมอ (uniform)
- สีของผลที่สุกในเชิงสรีระวิทยา (Fruit colour at physiological ripeness) บันทึกผล 06/10/2565	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)
- รสชาติของผล (Fruit flavor)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)	5 ปานกลาง (intermediate)

กรมวิชาการเกษตร

- ความแน่นเนื้อผลสด (Fruit flesh density)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)	7 หนาแน่น (dense)
- ความสามารถในการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Fruit storage suitability)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	3 สั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)
- น้ำหนักผลสดต่อต้น (กรัม) (Fruit yield per plant: g) บันทึกผล 23/05/2565 - 11/07/2565	ผลรวม 7537 เฉลี่ย 1884.25	ผลรวม 6850 เฉลี่ย 1712.5	ผลรวม 4121 เฉลี่ย 1030.25	ผลรวม 3444 เฉลี่ย 861	ผลรวม 449 เฉลี่ย 112.25	ผลรวม 497 เฉลี่ย 124.25	ผลรวม 1452 เฉลี่ย 363	ผลรวม 956 เฉลี่ย 239	ผลรวม 843 เฉลี่ย 210.75	ผลรวม 372.04 เฉลี่ย 93.01
- จำนวนผลสดต่อต้น (Number of fruits per plant) บันทึกผล 23/05/2565 - 11/07/2565	ผลรวม 8610 เฉลี่ย 2152.5	ผลรวม 7842 เฉลี่ย 1960.5	ผลรวม 4336 เฉลี่ย 1084	ผลรวม 4629 เฉลี่ย 1157.25	ผลรวม 534 เฉลี่ย 133.5	ผลรวม 553 เฉลี่ย 138.25	ผลรวม 1465 เฉลี่ย 366.25	ผลรวม 1138 เฉลี่ย 284.5	ผลรวม 962 เฉลี่ย 240.5	ผลรวม 507 เฉลี่ย 126.75
- จำนวนผลต่อช่อ (Number of fruits per infructescence)	เฉลี่ยได้ 33 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 35 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 36 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 27 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 8 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 14 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 24 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 22 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 21 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 8 ผล/ช่อ
รายการ	**T1 นครนายก**	**T2 ปราจีนบุรี**	**T3 สุโขทัย**	**T4 อุบลราชธานี**	**T5 นครศรีธรรมราช**	**T6 ตรัง**	**T7 ไร้หนาม ประพิศ**	**T8 ไร้หนาม นางแดง**	**T9 ไร้หนาม เมษา**	**T10 มีหนาม นายเปลี่ยน**
- จำนวนช่องภายในผล (Number of locules per fruit)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
- น้ำหนักแห้งของผล: เปอร์เซ็นต์ (Fruit dry matter percentage, %)	15.5%	13.37%	14.67%	16.96%	18.7%	19.32%	16.8%	21.44%	18.62%	24.72%
บันทึกผล 02/08/2565 - 23/08/2565	ผลรวม 1168 g.	ผลรวม 916 g.	ผลรวม 604.7 g.	ผลรวม 584 g.	ผลรวม 83.96 g.	ผลรวม 96 g.	ผลรวม 244 g.	ผลรวม 205 g.	ผลรวม 157 g.	ผลรวม 91.95 g.
- ปริมาณโปรตีนในผล: เปอร์เซ็นต์ (Fruit protein content, %) ปริมาณโปรตีน (กรัม) /ผลมะเขือพวง 100 กรัม	11.6 g.	10.29 g.	8.98 g.	11.50 g.	11.47 g.	9.79 g.	10.34 g.	9.4 g.	9.86 g.	9.73 g.
2.3 ระยะเมล็ด										
- จำนวนเมล็ดต่อผล (Number of seed per fruit) บันทึกผล 06/10/2565	172.5	210.19	164.31	184	195.19	232.69	167.19	170.94	180.75	121
- สีของเมล็ด (Seed colour) บันทึกผล 06/10/2565	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)
- ขนาดเมล็ด: วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Seed size) บันทึกผล 06/10/2565	2.12	2.35	2.31	2.32	2.32	2.16	2.2	2.24	2.32	2.1
- น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด: กรัม (100 seed weight) บันทึกผล 06/10/2565	0.12	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 18 ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้าน Vegetative growth

1.1 ระยะต้นกล้า (Seedling stage)

1.1.1 ขนาดใบเลี้ยง อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้าง (Cotyledon length/width ratio)

1 น้อยมาก (<2.0)	3 น้อย (~2.2)	5 ปานกลาง (~2.5)	7 มาก (~3.5)	9 มากที่สุด (>5.0)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
2.3 mm	2.67 mm	2.34 mm	2.34 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1.67 mm	2 mm	2 mm	2 mm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1.2 mm	2.25 mm	1.75 mm	2.33 mm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
2 mm	1.75 mm	2 mm	2 mm

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
2.3 mm	2.3 mm	2.3 mm	1.5 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
2 mm	1.75 mm	3 mm	2 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
2 mm	2 mm	2.33 mm	2 mm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
2 mm	2 mm	2 mm	2.33 mm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
2 mm	1.5 mm	1.67 mm	2.67 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

2 mm	2.5 mm	2 mm	2 mm

1.1.2 สีของใบเลี้ยง (Cotyledon Colour)

3 เขียว (green)	5 ม่วงอ่อน (light violet)	7 ม่วงเข้ม (violet)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)	3 เขียว (green)

1.1.3 จำนวนวันที่เมล็ดเริ่มงอก (Germination period)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)	14 วัน (16 ธ.ค. 64)

กรมวิชาการเกษตร

1.2 ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative growth) : บันทึกในระยะออกดอก

1.2.1 ลักษณะวิสัยการเจริญเติบโต (Plant growth habit)

3 ตั้งตรง (Upright)	5 กึ่งนอน (Intermediate)	7 ทอดนอน (prostrate)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)	3 ตั้งตรง (Upright)

1.2.2 ความยาวแผ่นใบ : วัดความยาวจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade length)

3 สั้น (~10 cm)	5 ปานกลาง (~20 cm)	7 ยาว (~30 cm)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
33.5 cm	32.5 cm	33 cm	32 cm

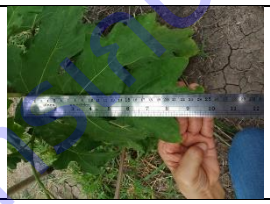
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
30 cm	30 cm	34 cm	26 cm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
30 cm	27 cm	29 cm	29 cm

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
30 cm	32.5 cm	30 cm	34 cm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
23 cm	25 cm	25 cm	24 cm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
26 cm	23.3 cm	25 cm	27 cm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
26 cm	31 cm	28 cm	26.5 cm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
27 cm	26 cm	27 cm	29.5 cm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
27 cm	27 cm	25 cm	26 cm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
26 cm	26 cm	28.5 cm	25 cm

1.2.3 ความกว้างแผ่นใบ (ส่วนที่กว้างที่สุด) : วัดความกว้างจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade width)

3 สั้น (~5 cm)	5 ปานกลาง (~10 cm)	7 ยาว (~15 cm)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
31 cm	33.5 cm	29.5 cm	34 cm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
34 cm	29.5 cm	28 cm	21 cm

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
27 cm	26 cm	25 cm	27 cm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
31 cm	34.5 cm	27 cm	33 cm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
27 cm	26 cm	30 cm	27 cm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
29 cm	24 cm	28 cm	25 cm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
27 cm	36 cm	32 cm	28.5 cm

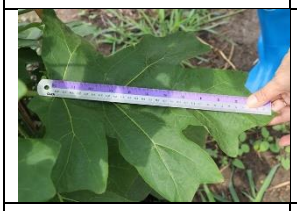
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
28 cm	26 cm	27 cm	26 cm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
27 cm	26 cm	26.5 cm	28.5 cm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
27 cm	27 cm	25 cm	25 cm

1.2.4 ปริมาณขนที่ใบ (จำนวนขนต่อตารางมิลลิเมตรด้านล่างของแผ่นใบ) : วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf hairs)

0 ไม่มี (No hairs)	3 น้อยมาก (Very few) < 20/mm2	5 น้อย (Few) 20-50/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	7 มาก (Many) 100-200/mm2	8 มากที่สุด (Very many) >200/mm2

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

กรมวิชาการเกษตร

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

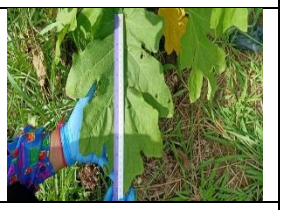
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

กรมวิชาการเกษตร

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0 ไม่มี (No hairs)	0 ไม่มี (No hairs)	0 ไม่มี (No hairs)	0 ไม่มี (No hairs)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

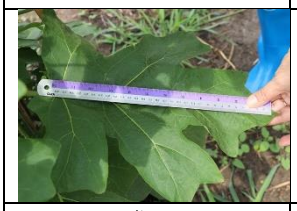
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2	5 ปานกลาง (Intermediate) 50-100/mm2

1.2.5 ปริมาณหนามที่ใบ (จำนวนหนามด้านบนของแผ่นใบ) : วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf prickles)

0 ไม่มี	1 น้อยมาก (very few) (1-2)	3 น้อย (few) (3-5)	5 ปานกลาง (intermediate) (6-10)	7 มาก (many) (11-20)	9 มากที่สุด (very many) (>20)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

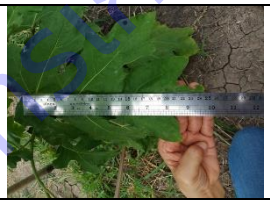
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

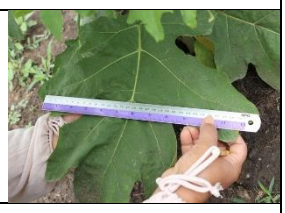
กรมวิชาการเกษตร

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี	0 ไม่มี

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)	3 น้อย (few) (3-5)

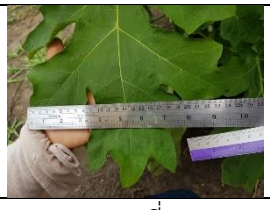
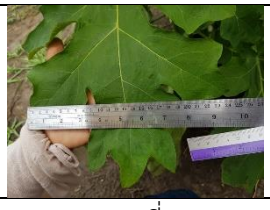
1.2.6 ความหยักเว้าของแผ่นใบ : บันทึกใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade lobing)

1 น้อยมาก (very weak)	3 น้อย (weak)	5 ปานกลาง (intermediate)	7 มาก (strong)	9 มากที่สุด (very strong)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
9 มากที่สุด (very strong)	9 มากที่สุด (very strong)	9 มากที่สุด (very strong)	9 มากที่สุด (very strong)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

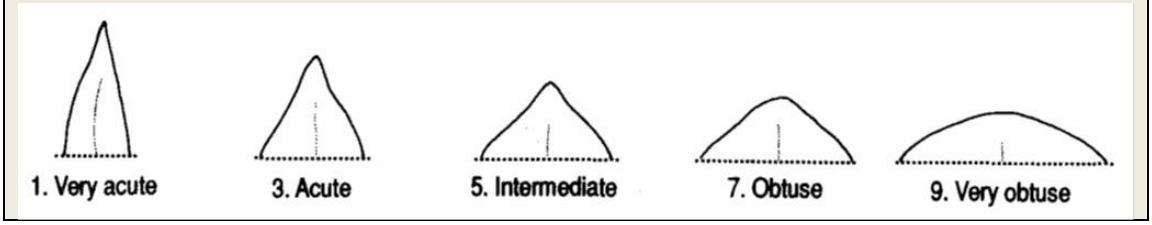
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)	7 มาก (strong)

1.2.7 รูปร่างปลายใบ : วัดจากใบที่ใหญ่ที่สุด (Leaf blade tip angle)

1 ปลายแหลมมาก (very acute) (<15°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	5 ปานกลาง (intermediate) (~75°)	7 ป้าน (obtuse) (~110°)	9 ป้านมาก (very obtuse) (>160°)
				

กรมวิชาการเกษตร

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)	3 ปลายแหลม (acute) (~45°)

1.2.8 ความสูงต้น (Plant height)

1 เตี้ยมาก (Very short) <20 ซม.	3 เตี้ย (Short) ~30 ซม.	5 ปานกลาง (Intermediate) ~60 ซม.	7 สูง (Tall) ~100 ซม.	9 สูงมาก (Very tall) >150 ซม.

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
150 cm	130 cm	130 cm	119 cm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
90 cm	120 cm	120 cm	80 cm

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
116 cm	110 cm	115 cm	119 cm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
138 cm	138 cm	116 cm	114 cm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
120 cm	123 cm	110 cm	94 cm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
145 cm	87 cm	133 cm	77 cm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
114 cm	120 cm	138 cm	95 cm

กรมวิชาการเกษตร

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
130 cm	103 cm	113 cm	135 cm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
98 cm	110 cm	105 cm	114 cm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
87 cm	107 cm	110 cm	110 cm

1.2.9 ความกว้างของทรงพุ่ม (Plant breadth)

1 เล็กมาก (Very narrow) <30 ซม.	3 เล็ก (Narrow) ~40 ซม.	5 ปานกลาง (Intermediate) ~60 ซม.	7 ใหญ่ (Broad) ~90 ซม.	9 ใหญ่มาก (Very broad) >150 ซม.

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
110 cm	110 cm	120 cm	100 cm

กรมวิชาการเกษตร

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
80 cm	108 cm	100 cm	96 cm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
113 cm	110 cm	120 cm	110 cm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
91 cm	88 cm	108 cm	113 cm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
90 cm	80 cm	90 cm	90 cm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
75 cm	79 cm	64 cm	100 cm

asiansciences

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
80 cm	130 cm	97 cm	90 cm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
90 cm	72 cm	68 cm	100 cm

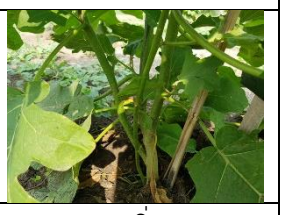
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
80 cm	85 cm	82 cm	80 cm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
88 cm	87 cm	77 cm	98 cm

กรมวิชาการเกษตร

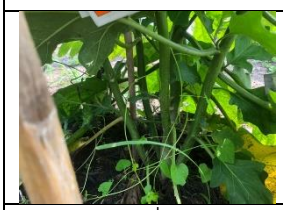
1.2.10 จำนวนกิ่งที่ติดกับลำต้น (Number of primary branches per plant)

1 น้อยมาก (Very weak) ~2 กิ่ง	3 น้อย (Weak) ~5 กิ่ง	5 ปานกลาง (Intermidiate) ~10 กิ่ง	7 มาก (Strong) ~20 กิ่ง	9 มากที่สุด (Very strong) ~30 กิ่ง

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
4 กิ่ง	3 กิ่ง	4 กิ่ง	3 กิ่ง

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 กิ่ง	2 กิ่ง	5 กิ่ง	4 กิ่ง

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
5 กิ่ง	5 กิ่ง	5 กิ่ง	5 กิ่ง

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
4 กิ่ง	3 กิ่ง	3 กิ่ง	2 กิ่ง

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
2 กิ่ง	1 กิ่ง	2 กิ่ง	1 กิ่ง

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
12 กิ่ง	10 กิ่ง	11 กิ่ง	2 กิ่ง

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
4 กิ่ง	6 กิ่ง	4 กิ่ง	2 กิ่ง

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
4 กิ่ง	3 กิ่ง	2 กิ่ง	4 กิ่ง

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
3 กิ่ง	3 กิ่ง	3 กิ่ง	3 กิ่ง

ภาควิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
8 กิ่ง	6 กิ่ง	3 กิ่ง	2 กิ่ง

1.2.11 ความยาวก้านใบ (Petiole length)

0 ไม่มีก้านใบ (None)	1 สั้นมาก (Very short) <5 มม.	3 สั้น (Short) ~10 มม.	5 ปานกลาง (Intermediate) ~30 มม.	7 ยาว (Long) ~50 มม.	9 ยาวมาก (Very long) >100 มม.

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
160 mm	140 mm	150 mm	140 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
110 mm	130 mm	160 mm	100 mm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
150 mm	160 mm	130 mm	140 mm

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
130 mm	150 mm	170 mm	150 mm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
70 mm	110 mm	110 mm	110 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
115 mm	85 mm	100 mm	85 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
115 mm	130 mm	135 mm	95 mm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
140 mm	100 mm	120 mm	130 mm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
110 mm	115 mm	95 mm	120 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
130 mm	105 mm	120 mm	130 mm

1.2.12 สีก้านใบ (Petiole colour)

1 เขียว (Green)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	5 ม่วง (Violet)	7 ม่วงเข้ม (Dark violet)	9 น้ำตาลเข้มม่วง (Dark brown)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4

สถาบันวิจัยการเกษตร

3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	3 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)	1 เขียว (Green)

1.2.13 สีใบ : บันทึกด้านบนของใบ (Leaf blade colour)

1 เขียวอ่อน (Light green)	3 เขียว (Green)	5 เขียวเข้ม (Dark green)	7 ม่วงแกมเขียว (Greenish violet)	9 ม่วง (Violet)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

กรมวิชาการเกษตร

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

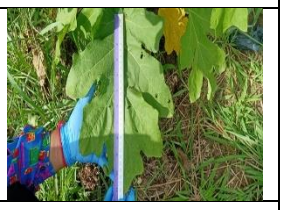
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)	3 เขียว (Green)

ตารางที่ 19 ลักษณะการเจริญเติบโตระยะออกดอกและติดผล (Reproductive growth)

2.1 ระยะออกดอก (Inflorescence stage)

2.1.1 อายุออกดอก: นับจากวันปลูกจนถึงวันดอกแรกบาน (Flowering time)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
64 – 72 วัน	64 – 72 วัน	64 – 72 วัน	64 – 72 วัน
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
64 – 75 วัน	64 – 75 วัน	64 – 75 วัน	64 – 75 วัน
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
64 – 72 วัน	64 – 72 วัน	64 – 72 วัน	64 – 72 วัน
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
64 – 81 วัน	64 – 81 วัน	64 – 81 วัน	64 – 81 วัน
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
64 – 81 วัน	64 – 81 วัน	64 – 81 วัน	64 – 81 วัน
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
80 – 84 วัน	80 – 84 วัน	80 – 84 วัน	80 – 84 วัน
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
72 – 80 วัน	72 – 80 วัน	72 – 80 วัน	72 – 80 วัน
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
72 – 80 วัน	72 – 80 วัน	72 – 80 วัน	72 – 80 วัน
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
66 – 80 วัน	66 – 80 วัน	66 – 80 วัน	66 – 80 วัน
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
80 – 87 วัน	80 – 87 วัน	80 – 87 วัน	80 – 87 วัน

2.1.2 จำนวนดอกต่อช่อดอก (Number of flowers per inflorescence)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
เฉลี่ย 40 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 40 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 40 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 40 ดอก / ช่อ
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
เฉลี่ย 29 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 29 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 29 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 29 ดอก / ช่อ
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
เฉลี่ย 38 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 38 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 38 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 38 ดอก / ช่อ
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
เฉลี่ย 21 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 21 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 21 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 21 ดอก / ช่อ
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4

กรมวิชาการเกษตร

เฉลี่ย 9 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 9 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 9 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 9 ดอก / ช่อ
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
เฉลี่ย 20 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 20 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 20 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 20 ดอก / ช่อ
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
เฉลี่ย 33 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 33 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 33 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 33 ดอก / ช่อ
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
เฉลี่ย 22 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 22 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 22 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 22 ดอก / ช่อ
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
เฉลี่ย 19 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 19 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 19 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 19 ดอก / ช่อ
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
เฉลี่ย 11 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 11 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 11 ดอก / ช่อ	เฉลี่ย 11 ดอก / ช่อ

2.1.3 จำนวนดอกสมบูรณ์เพศต่อช่อดอก (Number of hermaphrodite flowers per inflorescence)

1 หนึ่งดอก/ช่อ (Only one hermaphrodite flower on each inflorescence)
3 สองดอก/ช่อ (Only two hermaphrodite flowers on each inflorescence)
5 สามดอก/ช่อ (Only three hermaphrodite flowers on each inflorescence)
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)
9 มากกว่า 4 ดอก/ช่อ แต่ตัวผู้เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence, no functionally male flowers)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers

กรมวิชาการเกษตร

functionally male)	functionally male)	functionally male)	functionally male)
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

กรมวิชาการเกษตร

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

กรมวิชาการเกษตร

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)	7 มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ดอก/ช่อ และบางดอกตัวผู้ไม่เป็นหมัน (Four or more hermaphrodite flowers on each inflorescence but some other flowers functionally male)

2.1.4 ความยาวของก้านดอก (Fruit pedicel length)

1 สั้นมาก (Very short) <5 มม.	3 สั้น (Short) ~10 มม.	5 ปานกลาง (Intermediate) ~2 มม.	7 ยาว (Long) ~50 มม.	9 ยาวมาก (Very long) >75 มม.

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
7 mm	8.06 mm	11 mm	10 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
7.89 mm	8 mm	10 mm	12.36 mm

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
9.54 mm	10.63 mm	11 mm	10.34 mm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
10 mm	9.08 mm	14.95 mm	9.39 mm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
8 mm	10.72 mm	7.40 mm	7.07 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
10 mm	8 mm	9 mm	8 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
9 mm	12.35 mm	10.73 mm	12.49 mm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
12.45 mm	11.23 mm	12.36 mm	11.12 mm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
9.35 mm	10.21 mm	14.41 mm	7.36 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
7.87 mm	4.25 mm	11 mm	7.79 mm

2.1.5 ความหนาของก้านดอก (Fruit pedicel thickness)

1 น้อยมาก (Very thin) <1 มม.	3 น้อย (Thin) ~2 มม.	5 ปานกลาง (Intermediate) ~3 มม.	7 ยาว (Thick) ~5 มม.	9 ยาวมาก (Very thick) >10 มม.

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
1.12 mm	1.05 mm	1.00 mm	0.60 mm

กรมวิชาการเกษตร

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
0.88 mm	0.66 mm	0.71 mm	1.24 mm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1.22 mm	1.05 mm	0.63 mm	1.14 mm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
0.67 mm	0.73 mm	1.01 mm	0.98 mm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
0.75 mm	1.24 mm	0.83 mm	1.37 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
0.10 mm	0.81 mm	0.50 mm	0.95 mm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0.88 mm	0.84 mm	0.68 mm	0.78

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
1.00 mm	0.85 mm	1.13 mm	1.23

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
0.96 mm	1.55 mm	0.75 mm	0.71 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
0.93 mm	0.59 mm	0.80 mm	1.10 mm

2.1.6 การมีหนามที่ก้านดอก (Fruit pedicel prickles)

0 ไม่มี (None)	1 น้อยมาก (Very few) <3	3 น้อย (Few) ~5	5 ปานกลาง (Intermediate) ~10	7 มาก (Many) ~20	9 มากที่สุด (Very many) >30

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

กรมวิชาการเกษตร

0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

2.1.7 สีของกลีบดอก (Corolla colour)

1 สีขาวอมเขียว (greenish white)	3 สีขาว (white)	5 สีม่วงซีด (pale violet)	7 สีม่วงอ่อน (light violet)	9 สีน้ำเงินม่วง (Bluish violet)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขา (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

กองวิชาการเกษตร

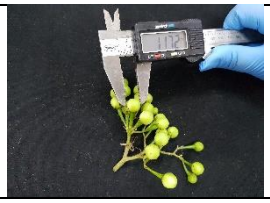
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)	3 สีขาว (white)

2.2 ระยะติดผล(Fruiting stage)

2.2.1 สัดส่วนความยาวของผลเทียบกับความกว้างผล : เปอร์เซ็นต์ (Fruit length/breadth ratio)

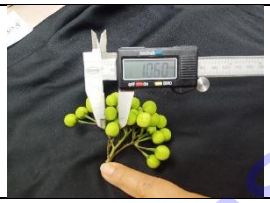
1 สั้นมาก (Very short) (<10%)	3 สั้น (Short) (~20%)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~50%)	7 ยาว (Long) (~70%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

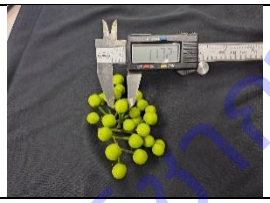
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

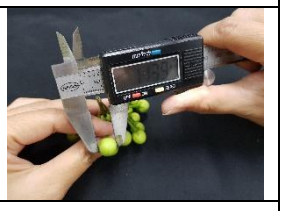
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

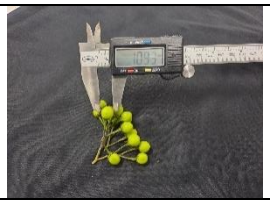
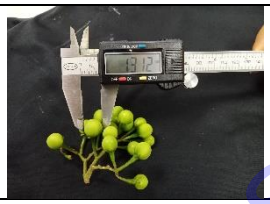
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

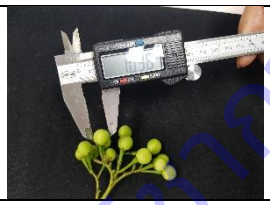
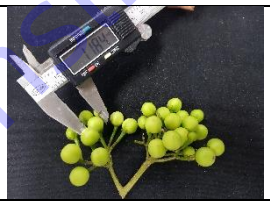
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

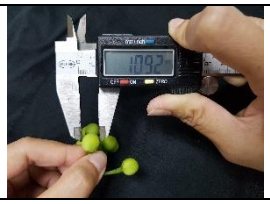
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

กรมวิชาการเกษตร

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

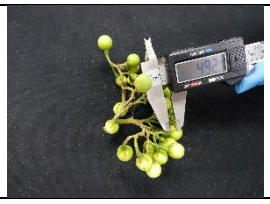
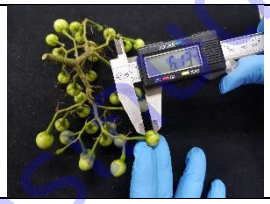
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			
9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)	9 ยาวมาก (Very long) (>75%)

ตรวจการบ้าน

2.2.2 การมีหนามที่กลีบเลี้ยง (Fruit calyx prickles)

0 ไม่มี (None)	1 มีน้อยมาก (Very few) (<3)	3 มีน้อย (Few) (~5)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~10)	7 มาก (Many) (~20)	9 มากที่สุด (Very many) (>30)

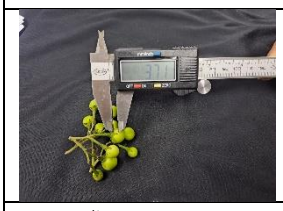
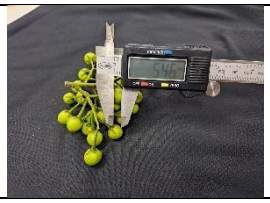
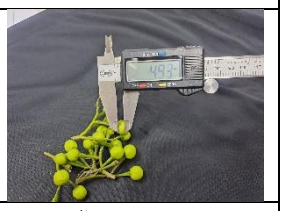
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

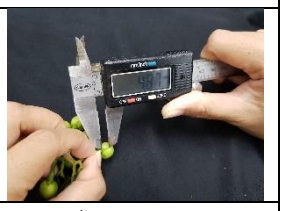
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
			
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

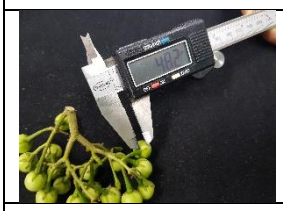
กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

กรมวิชาการเกษตร

0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)	0 ไม่มี (None)

2.2.3 ความยาวของกลีบเลี้ยง : คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับความยาวผล (Relative fruit calyx length)

1 สั้นมาก (Very short) <10%	3 สั้น (Short) ~20%	5 ปานกลาง (Intermediate) ~50%	7 ยาว (Long) ~70%	9 ยาวมาก (Very long) ~75%

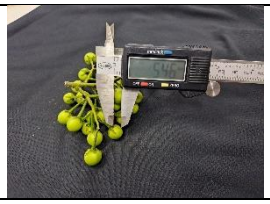
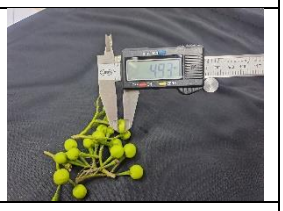
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
5.15 mm	5.02 mm	6.15 mm	5.48 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5.54 mm	4.92 mm	6.13 mm	5.30 mm

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
6.54 mm	5.93 mm	6.96 mm	4.62 mm

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
5.36 mm	5.57 mm	5.33 mm	5.79 mm

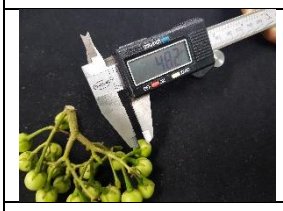
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
3.71 mm	5.46 mm	4.77 mm	4.93 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
5.40 mm	5.06 mm	5.20 mm	4.87 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
4.87 mm	4.15 mm	4.95 mm	4.94 mm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
3.28 mm	4.26 mm	5.11 mm	5.03 mm

กรมวิชาการเกษตร

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
4.82 mm	4.97 mm	5.41 mm	5.57 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
5.65 mm	3.68 mm	5.43 mm	5.30 mm

2.2.4 ภาพตัดขวางมะเขือ (Fruit cross section)

1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	3 ทรงรูปไข่ ไม่มีร่อง (Elliptic, no grooves)	5 มีร่องเล็กน้อย (few grooves) ~4	7 มีร่องจำนวนมาก (many grooves) ~8	9 ผิดปกติมาก (very irregular)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

กรมวิชาการเกษตร

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

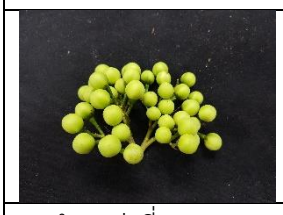
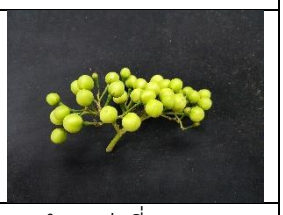
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)	1 ทรงกลม ไม่มีร่อง (Circular, no grooves)

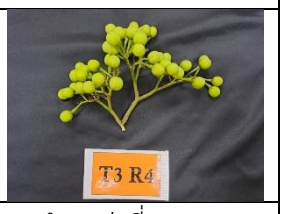
กรมวิชาการเกษตร

2.2.5 รูปร่างทรงผล :สังเกตตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผลว่าอยูบริเวณใดจากขั้วผลถึงปลายผล (Fruit shape)

3 ตำแหน่งที่ ¼ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	7 ตำแหน่งที่ ¾ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล

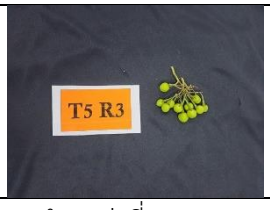
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล

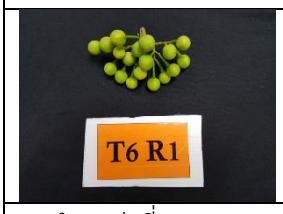
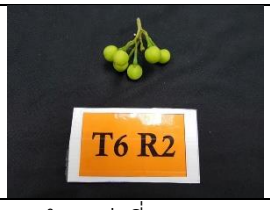
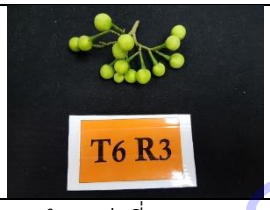
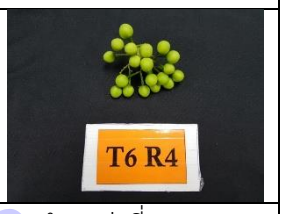
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล

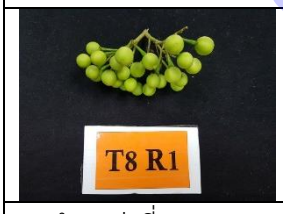
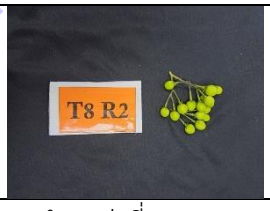
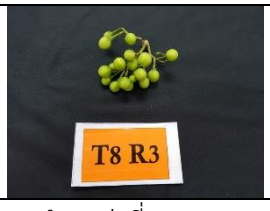
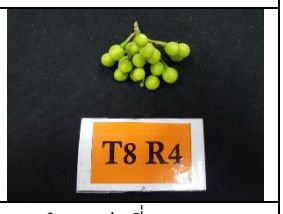
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผลจากขั้วผลถึงปลายผล

กรมวิชาการเกษตร

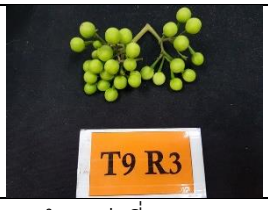
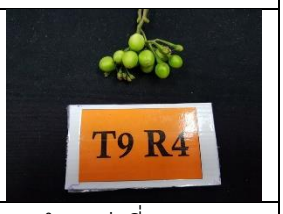
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

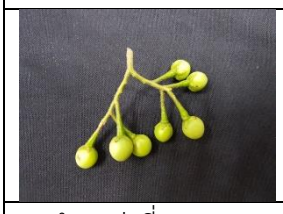
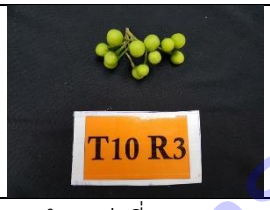
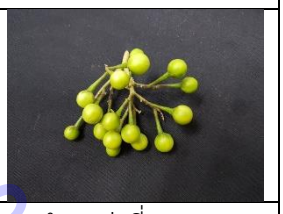
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

กรมวิชาการเกษตร

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			
5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล	5 ตำแหน่งที่ ½ ของผล จากขั้วผลถึงปลายผล

2.2.6 ความยาวของผล :วัดจากฐานของกลีบเลี้ยงถึงปลายผล (Fruit length)

1 สั้นมาก (Very short) (<1 cm)	3 สั้น (Short) (~2 cm)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~5 cm)	7 ยาว (Long) (~10 cm)	9 ยาวมาก (Very long) (>20 cm)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
12.20 mm	13.72 mm	14.73 mm	13.22 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
11.73 mm	12.28 mm	13.23 mm	12.43 mm

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
13.36 mm	12.77 mm	13.13 mm	12.92 mm

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
12.82 mm	12.3 mm	11.18 mm	12.54 mm

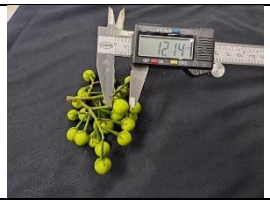
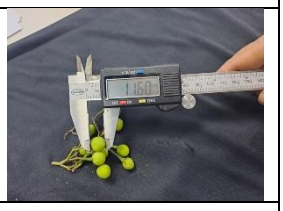
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
12.55 mm	11.12 mm	11.88 mm	11.50 mm

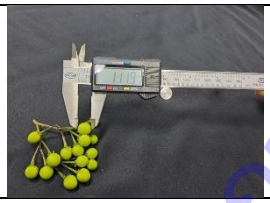
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
11.67 mm	12.67 mm	12.35 mm	11.90 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
12.51 mm	12.62 mm	11.05 mm	10.63 mm

กรมวิชาการเกษตร

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
10.93 mm	10.17 mm	12.93 mm	11.58 mm

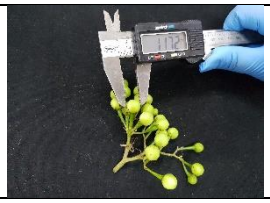
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
11.71 mm	12.06 mm	12.14 mm	11.60 mm

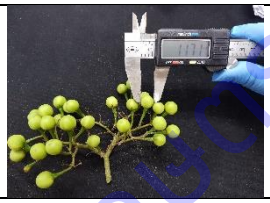
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			
11.08 mm	11.19 mm	12.78 mm	12.54 mm

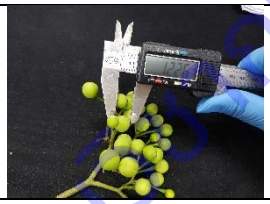
กรมวิชาการเกษตร

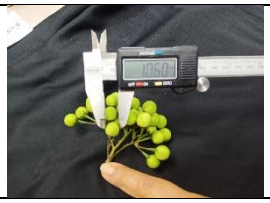
2.2.7 ความกว้างของผล :วัดตรงตำแหน่งที่กว้างที่สุดของผล (Fruit breadth)

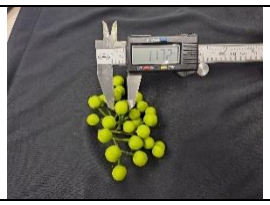
1 เล็กมาก (<1 cm)	3 เล็ก (~2 cm)	5 ปานกลาง (~3 cm)	7 กว้าง (~5 cm)	9 กว้างมาก (>10 cm)

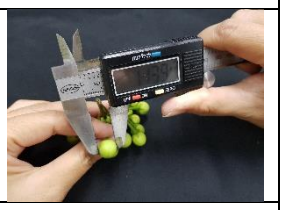
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
12.45 mm	12.69 mm	11.72 mm	12.50 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
			
11.82 mm	12.46 mm	11.71 mm	12.15 mm

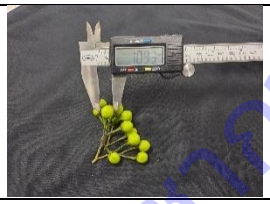
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
12.34 mm	12.26 mm	12.56 mm	12.70 mm

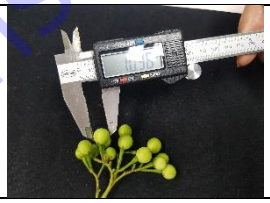
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
11.34 mm	12.55 mm	10.60 mm	11.04 mm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
12.36 mm	11.72 mm	10.86 mm	12.20 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
13.13 mm	12.35 mm	11.62 mm	11.39 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
11.71 mm	11.82 mm	11.44 mm	11.50 mm

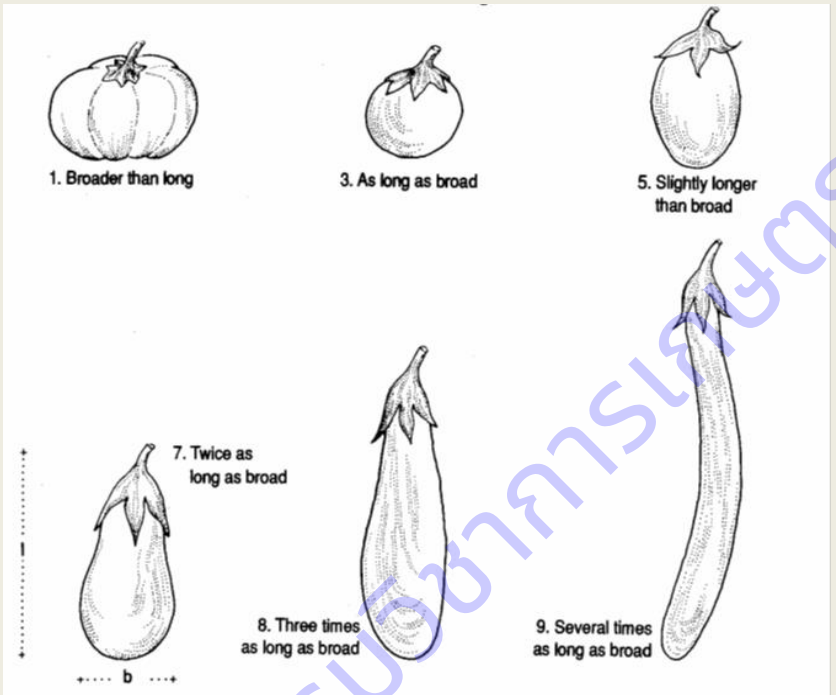
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
12.76 mm	10.93 mm	13.12 mm	12.10 mm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
11.39 mm	10.36 mm	11.84 mm	10.69 mm

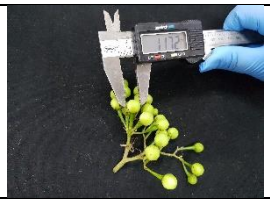
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
10.14 mm	10.22 mm	10.92 mm	10.06 mm

กรมวิชาการเกษตร

2.2.8 อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้างผล (Fruit length/breadth)

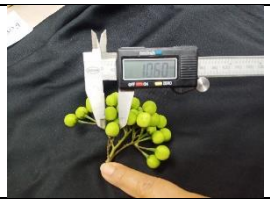
1 กว้างกว่ายาว (Broader than long)
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)
5 ยาวกว่ากว้างเล็กน้อย (Slightly longer than broad)
7 ยาวเป็นสองเท่าของกว้าง (Twice as long as broad)
8 ยาวเป็นสามเท่าของกว้าง (Three times as long as broad)
9 ยาวเป็นหลายเท่าของกว้าง (Several times as long as broad)


กรมวิชาการเกษตร

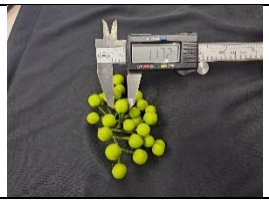
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

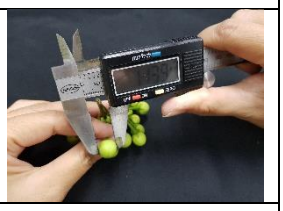
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

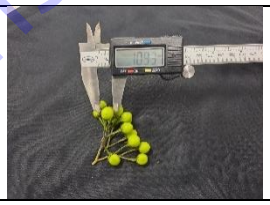
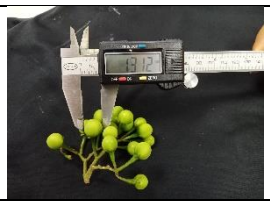
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

กรมวิชาการเกษตร

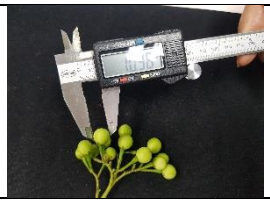
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)	3 ยาวเท่ากับกว้าง (As long as broad)

2.2.9 ความโค้งของผล (Fruit curvature)

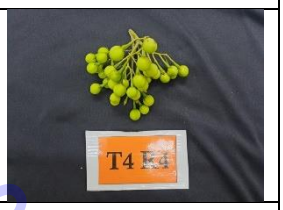
1 ผลตรง (fruit straight)	3 โค้งเล็กน้อย (Slightl curved)	5 โค้ง (Curved)	7 โค้งเหมือนงู (Snake shaped)	8 โค้งเหมือนเคียว (Sickle shaped)	9 โค้งเป็นรูปตัว U (U shaped)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

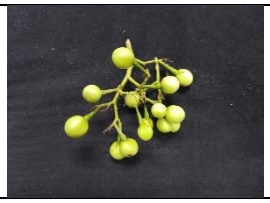
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)	1 ผลตรง (fruit straight)

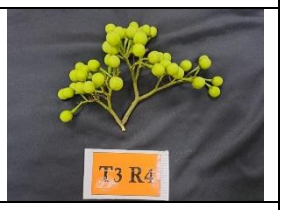
ศูนย์วิทยทรัพยากร

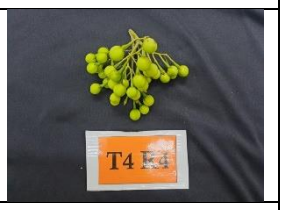
2.2.10 รูปร่างของปลายผล (Fruit apex shape)

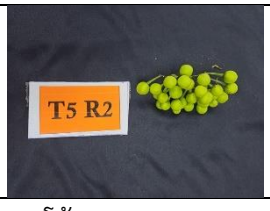
3 นูนยื่นออกมา (Protrued)	5 โค้งมน (Rounded)	7 บุ๋มลงไป (Depressed)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

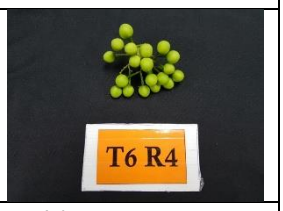
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

ศรีวิชัยการเกษตร

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

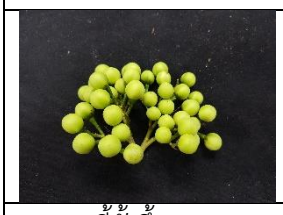
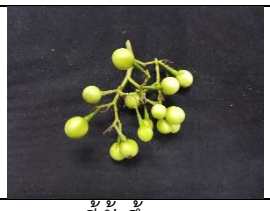
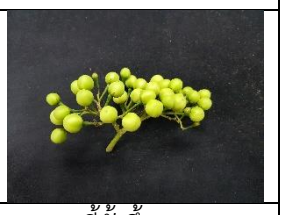
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)	5 โค้งมน (Rounded)

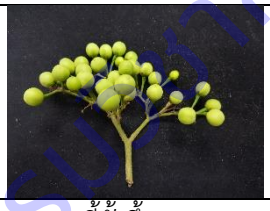
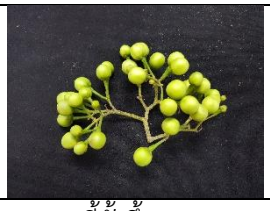
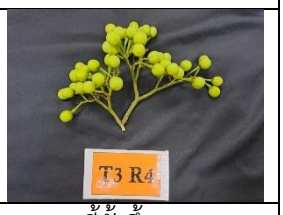
กรมวิชาการเกษตร

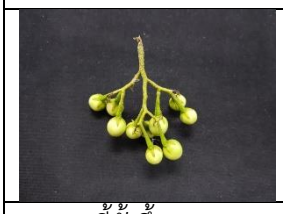
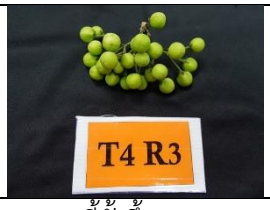
2.2.11 ทิศทางการชี้ของผล (Fruit position)

1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	3 ผลชี้เกือบตั้ง (Semi-erect)	5 ผลนอน (Horizontal)	7 ผลกึ่งห้อย (Semi-pendant)	9 ผลห้อยระย้า (Pendant)

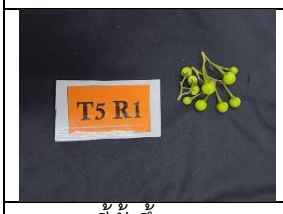
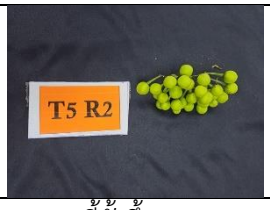
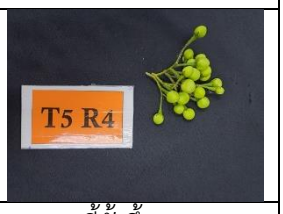
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

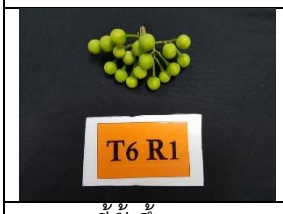
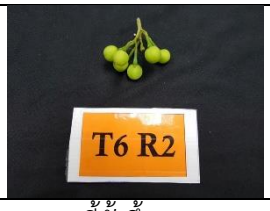
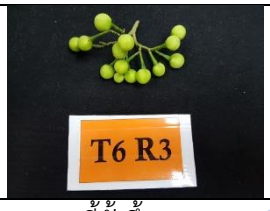
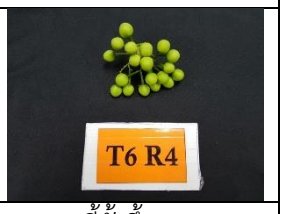
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

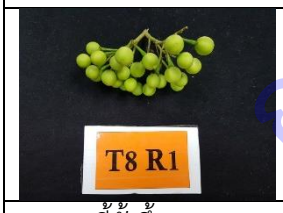
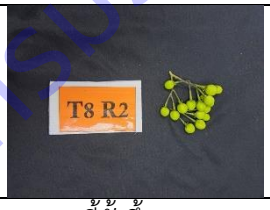
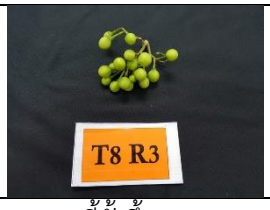
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

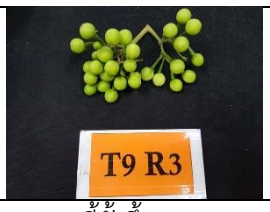
กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

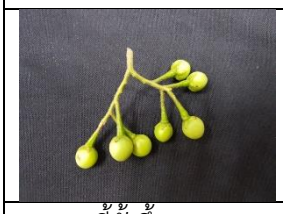
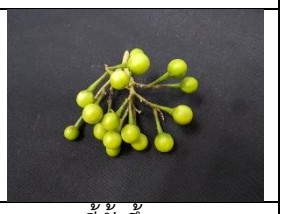
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

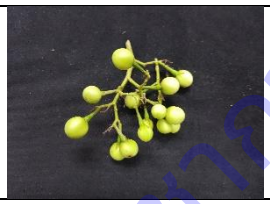
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			
1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)	1 ผลชี้ตั้งขึ้น (Erect)

2.2.12 สีของผลที่สุกในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour at commercial ripeness)

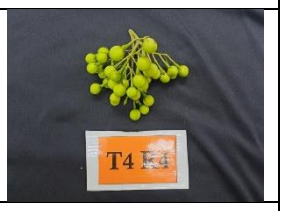
1 สีเขียว (Green)	2 สีขาวน้ำนม (Milk white)	3 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	4 สีแดงเพลิง (Fire red)	5 สีแดงเลือด (Scarlet red)	6 สีเทาม่วง (Lilac grey)	7 สีม่วง (Purple)	8 สีม่วงดำ (Purple black)	9 สีดำ (Black)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

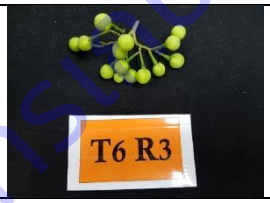
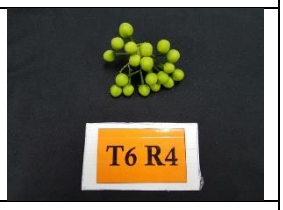
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

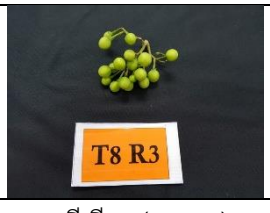
กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

กรมวิชาการเกษตร

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)	1 สีเขียว (Green)

2.2.13 การกระจายตัวของสีผลที่สุกในเชิงพาณิชย์ (Fruit colour distribution at commercial ripeness)

1 สม่ำเสมอ (Uniform)	3 กระดำกระด่าง (Mottled)	5 ตาข่าย (Netted)	7 ลาย (Striped)

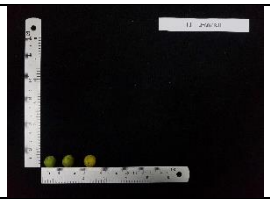
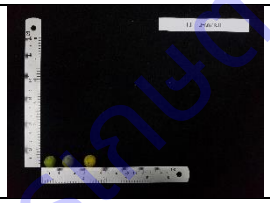
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)

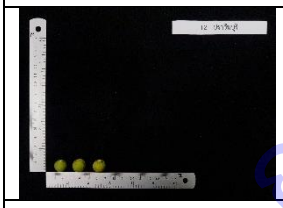
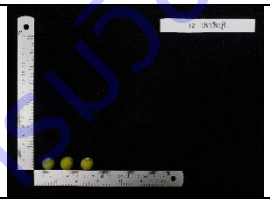
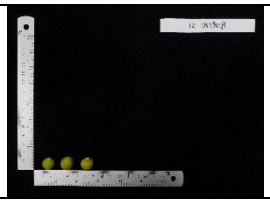
กรมการเกษตร

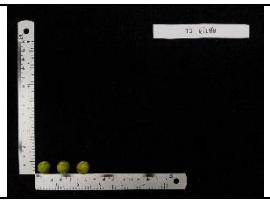
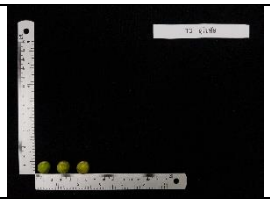
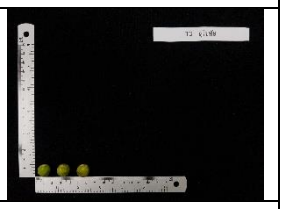
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)	1 สม่ำเสมอ (Uniform)

2.2.14 สีของผลที่สุกในเชิงสรีระวิทยา (Fruit colour at physiological ripeness)

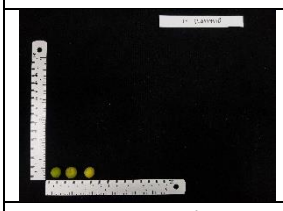
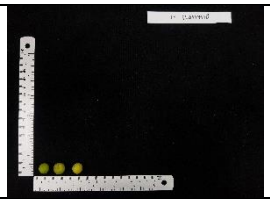
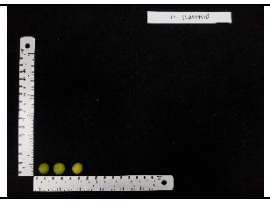
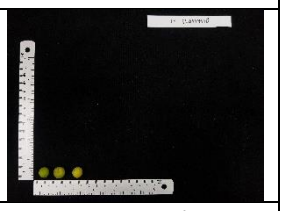
1 สีเขียว (Green)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	3 สีเหลืองส้ม (Yellow orange)	4 สีส้มเข้ม (Deep orange)	5 สีแดงเพลิง (Fire red)	6 สีแดง (Poppy red)	7 สีแดงเลือด (Scarlet red)	8 สีน้ำตาลอ่อน (Light brown)	9 สีดำ (Black)

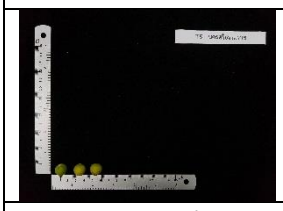
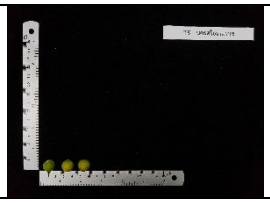
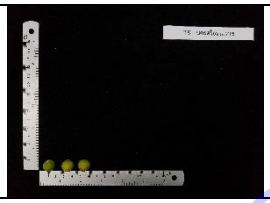
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

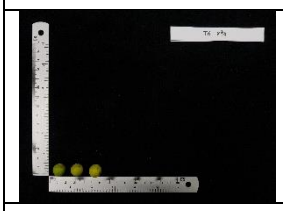
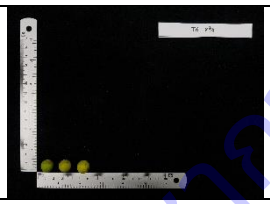
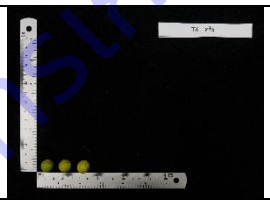
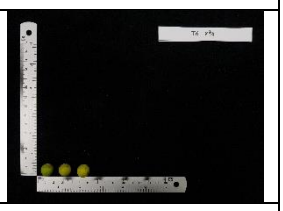
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

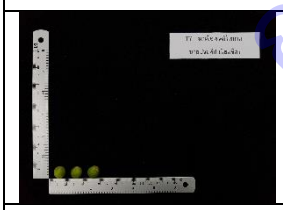
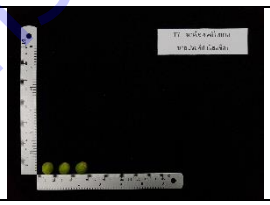
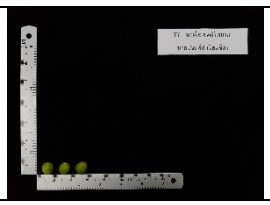
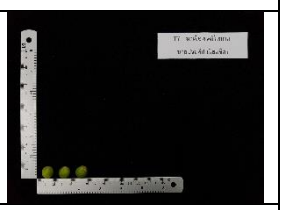
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

กรมวิชาการเกษตร

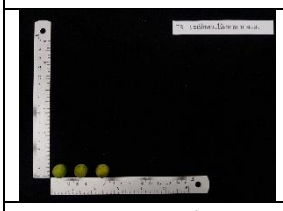
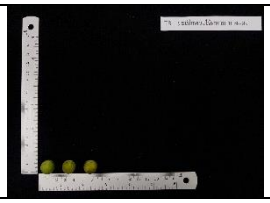
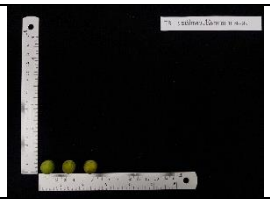
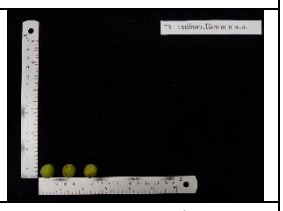
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

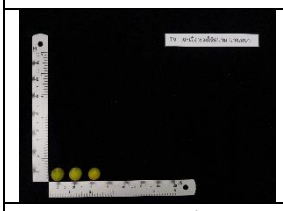
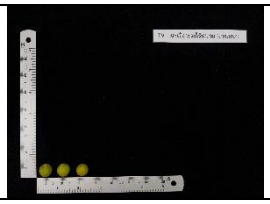
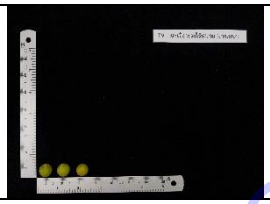
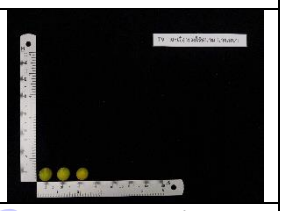
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

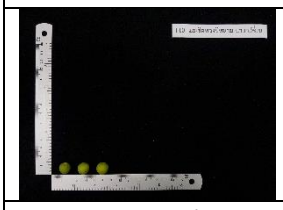
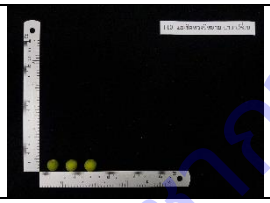
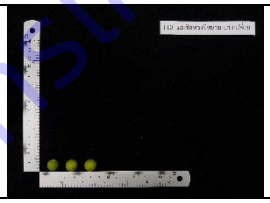
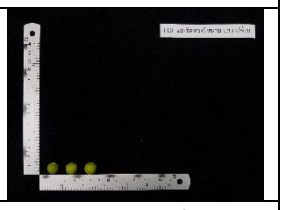
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

กรมวิชาการเกษตร

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			
2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)	2 สีเหลืองเข้ม (Deep yellow)

2.2.15 รสชาติของผล (Fruit flavour)

3 ขม (Bitter)	5 ปานกลาง (Intermediate)	7 หวาน (Sweet)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)	5 ปานกลาง (Intermediate)

2.2.16 ความแน่นเนื้อผลสด (Fruit flesh density)

1 หลวมมาก (ฟูๆ) (Very loose (spongy))	3 หลวม (ร่วน) (Loose (crumbly))	5 ปานกลาง (Average density)	7 หนาแน่น (Dense)	9 หนาแน่นมาก (Very dense)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)	7 หนาแน่น (Dense)

กรมวิชาการเกษตร

2.2.17 ความสามารถในการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส (Fruit storage suitability)

3 สั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)	7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)	7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)	7 นาน ประมาณ 8 สัปดาห์ (8 week)
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)	5 ปานกลาง ประมาณ 4 สัปดาห์ (4 week)

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
3 สัั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)	3 สัั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)	3 สัั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)	3 สัั้น ประมาณ 2 สัปดาห์ (2 week)

2.2.18 น้ำหนักผลสดต่อต้น (กรัม) (Fruit yield per plant : g)

1 ต่ำมาก (Very low) > 250 กรัม	3 ต่ำ (Low) ~500 กรัม	5 ปานกลาง (Intermediate) ~1000 กรัม	7 สูง (High) ~2500 กรัม	9 สูงมาก (Very high) >5000 กรัม

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
2146 กรัม	1692 กรัม	1607 กรัม	2092 กรัม
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1264 กรัม	3219 กรัม	1822 กรัม	545 กรัม
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
917 กรัม	1181 กรัม	843 กรัม	1180 กรัม
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
1401 กรัม	545 กรัม	561 กรัม	937 กรัม
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
101 กรัม	130 กรัม	82 กรัม	136 กรัม
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
180 กรัม	48 กรัม	171 กรัม	98 กรัม
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
302 กรัม	660 กรัม	341 กรัม	149 กรัม
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
305 กรัม	174 กรัม	153 กรัม	324 กรัม
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
314 กรัม	189 กรัม	168 กรัม	172 กรัม
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
70 กรัม	10.4 กรัม	201 กรัม	91 กรัม

2.2.19 จำนวนผลสดต่อต้น (Number of fruits per plant)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
2551 ผล/ต้น	1875 ผล/ต้น	1898 ผล/ต้น	2286 ผล/ต้น
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
1321 ผล/ต้น	3718 ผล/ต้น	2084 ผล/ต้น	719 ผล/ต้น

กรมวิชาการเกษตร

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
1031 ผล/ต้น	1230 ผล/ต้น	925 ผล/ต้น	1150 ผล/ต้น
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
2301 ผล/ต้น	648 ผล/ต้น	611 ผล/ต้น	1069 ผล/ต้น
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
120 ผล/ต้น	137 ผล/ต้น	110 ผล/ต้น	167 ผล/ต้น
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
192 ผล/ต้น	53 ผล/ต้น	207 ผล/ต้น	101 ผล/ต้น
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
327 ผล/ต้น	641 ผล/ต้น	350 ผล/ต้น	147 ผล/ต้น
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
318 ผล/ต้น	223 ผล/ต้น	186 ผล/ต้น	441 ผล/ต้น
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
344 ผล/ต้น	250 ผล/ต้น	192 ผล/ต้น	176 ผล/ต้น
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
91 ผล/ต้น	15 ผล/ต้น	285 ผล/ต้น	116 ผล/ต้น

2.2.20 จำนวนผลต่อช่อ (Number of fruits per infructescence)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
เฉลี่ยได้ 34 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 33 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 24 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 39 ผล/ช่อ
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
เฉลี่ยได้ 35 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 48 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 35 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 24 ผล/ช่อ
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
เฉลี่ยได้ 42 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 33 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 34 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 38 ผล/ช่อ
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
เฉลี่ยได้ 33 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 24 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 23 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 30 ผล/ช่อ
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
เฉลี่ยได้ 5 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 15 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 8 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 7 ผล/ช่อ
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
เฉลี่ยได้ 17 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 17 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 14 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 11 ผล/ช่อ
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
เฉลี่ยได้ 20 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 37 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 22 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 18 ผล/ช่อ
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
เฉลี่ยได้ 33 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 15 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 20 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 21 ผล/ช่อ
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

ศรีวิทยาศาสตร์

เฉลี่ยได้ 22 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 17 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 24 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 22 ผล/ช่อ
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
เฉลี่ยได้ 6 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 6 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 13 ผล/ช่อ	เฉลี่ยได้ 10 ผล/ช่อ

2.2.21 จำนวนช่องภายในผล (Number of locules per fruit)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
4	4	4	4

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
4	4	4	4

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
4	4	4	4

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
4	4	4	4

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
4	4	4	4

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
4	4	4	4

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
4	4	4	4

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
4	4	4	4

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
4	4	4	4

กรมวิชาการเกษตร

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
4	4	4	4

2.2.22 น้ำหนักแห้งของผล :เปอร์เซ็นต์ (Fruit dry matter percentage,%)

ตัวอย่าง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักแห้งของผล: %
T1	1884.25	292	15.50
T2	1712.5	229	13.37
T3	1030.25	151.175	14.67
T4	861	146	16.96
T5	112.25	20.99	18.70
T6	124.25	24	19.32
T7	363	61	16.80
T8	239	51.25	21.44
T9	210.75	39.25	18.62
T10	93.01	22.9875	24.72

2.2.23 ปริมาณโปรตีนในผล: เปอร์เซ็นต์ (Fruit protein content,%)

2.3 ระยะเมล็ด

2.3.1 จำนวนเมล็ดต่อผล (Number of seed per fruit)

0 ไม่มี (None)	1 มีน้อยมาก (Very few) (<10)	3 มีน้อย (Few) (~50)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~100)	7 มาก (Many) (~300)	9 มากที่สุด (Very many) (>500)

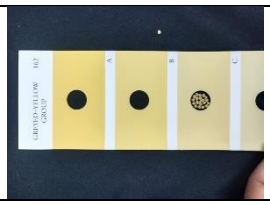
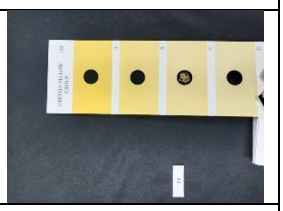
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
เฉลี่ยได้ 196 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 170 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 155 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 169 เมล็ด/ผล
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
เฉลี่ยได้ 242.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 217.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 145.5เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 235.8 เมล็ด/ผล
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
เฉลี่ยได้ 197.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 98.25 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 165เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 196.3 เมล็ด/ผล
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4

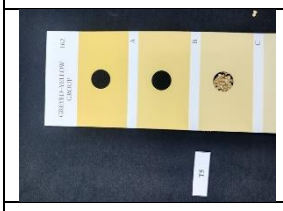
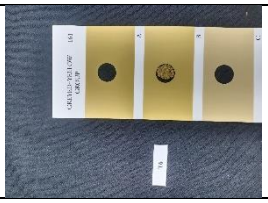
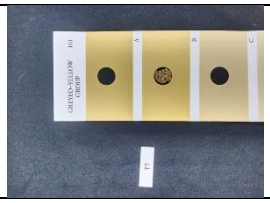
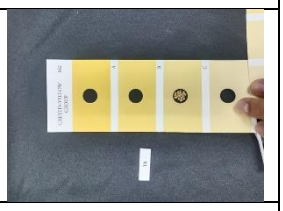
กรมวิชาการเกษตร

เฉลี่ยได้ 181.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 184.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 215 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 155 เมล็ด/ผล
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
เฉลี่ยได้ 209 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 151.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 257 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 163.5 เมล็ด/ผล
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
เฉลี่ยได้ 187 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 251 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 226 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 266.8 เมล็ด/ผล
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
เฉลี่ยได้ 174.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 185.5 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 156.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 151.8เมล็ด/ผล
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
เฉลี่ยได้ 241.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 88 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 202.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 151.8 เมล็ด/ผล
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
เฉลี่ยได้ 249.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 117 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 157.8 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 199 เมล็ด/ผล
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
เฉลี่ยได้ 113.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 138.5 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 115.3 เมล็ด/ผล	เฉลี่ยได้ 117 เมล็ด/ผล

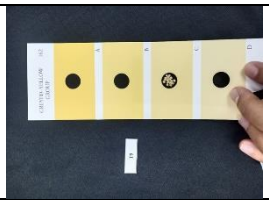
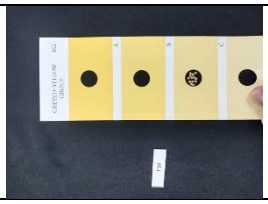
2.3.2 สีของเมล็ด (Seed colour)

1 สีขาว (white)	2 สีเหลืองอ่อน (Light yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	4 สีน้ำตาลเหลือง (Brownish yellow)	5 สีน้ำตาล (Brown)	6 สีน้ำตาลดำ (Brown black)	9 สีดำ (Black)

T1	T2	T3	T4
			
3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)

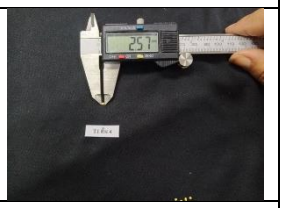
T5	T6	T7	T8
			
3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)

กรมวิชาการเกษตร

T9	T10
	
3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)	3 สีเทาเหลือง (Grey yellow)

2.3.3 ขนาดเมล็ด :วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Seed size)

3 เล็ก (Small) (~2 mm)	5 ปานกลาง (Intermediate) (~3 mm)	7 ใหญ่ (Large) (~4 mm)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			
2.08 mm	2.27 mm	2.48 mm	2.57 mm

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
2.33 mm	2.30 mm	2.28 mm	2.47 mm

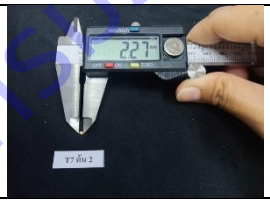
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
2.51 mm	2.17 mm	2.22 mm	2.36 mm

กรมวิชาการเกษตร

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
2.52 mm	2.34 mm	2.08 mm	2.02 mm

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
2.66 mm	2.08 mm	2.19 mm	2.03 mm

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
2.01 mm	1.80 mm	2.28 mm	2.45 mm

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
			
1.95 mm	2.27 mm	2.42 mm	2.44 mm

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
2.53 mm	2.29 mm	2.28 mm	2.05 mm

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

2.65 mm	2.23 mm	2.32 mm	2.38 mm

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
2.41 mm	2.03 mm	2.45 mm	1.95 mm

2.3.4 น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด :กรัม (100 seed weight)

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
0.1168 กรัม	0.1157 กรัม	0.1101 กรัม	0.1279 กรัม
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
0.1024 กรัม	0.0935 กรัม	0.126 กรัม	0.1101 กรัม
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
0.118 กรัม	0.1152 กรัม	0.1008 กรัม	0.1306 กรัม
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
0.1192 กรัม	0.1185 กรัม	0.1205 กรัม	0.1205 กรัม
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
0.1302 กรัม	0.1356 กรัม	0.1264 กรัม	0.1331 กรัม
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
0.1155 กรัม	0.109 กรัม	0.1184 กรัม	0.1155 กรัม
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
0.1112 กรัม	0.1101 กรัม	0.1206 กรัม	0.1333 กรัม
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
0.1218 กรัม	0.1543 กรัม	0.1212 กรัม	0.1326 กรัม
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
0.1131 กรัม	0.1375 กรัม	0.143 กรัม	0.1207 กรัม
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
0.1109 กรัม	0.1108 กรัม	0.1221 กรัม	0.1166 กรัม

กรมวิชาการเกษตร

2.4 ลักษณะอื่นๆ เช่น โรคและแมลงที่พบ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ.....

หนอนศัตรูพืช	**โรคใบด่าง**

2.5 บันทึกภาพถ่ายการเจริญเติบโตระยะต่างๆ

-ระยะต้นกล้า

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

ASD Irrigation

-ระยะการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัย

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

-ระยะออกดอก

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4

ศรีวิชัยการเกษตร

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4

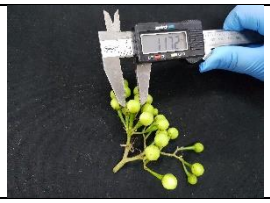
ASD Consultants

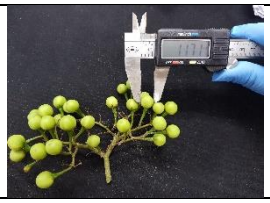
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

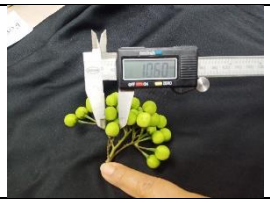
-ระยะติดผล

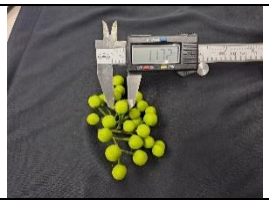
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			

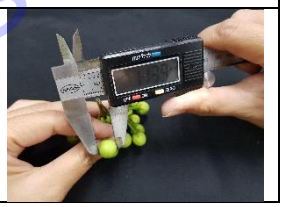
T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
			

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4

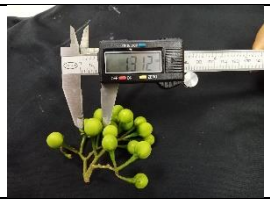
ศรีสวัสดิการ

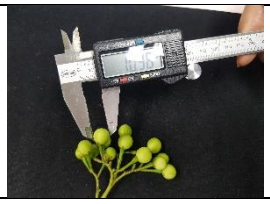
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4

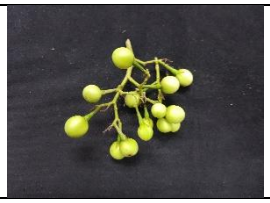
T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			

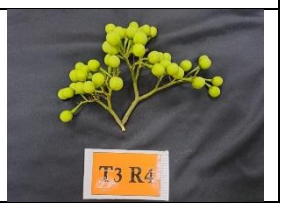
ASIAN JOURNALS

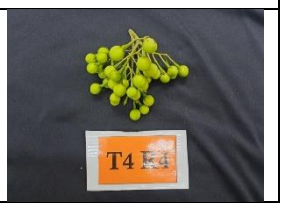
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

-ระยะเก็บเกี่ยว

T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4
			

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4

T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			

T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			

กรมวิชาการเกษตร

T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4

T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4

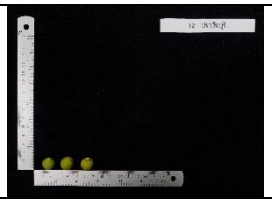
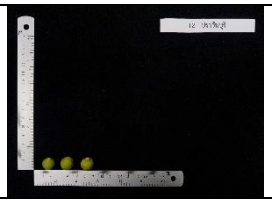
T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4

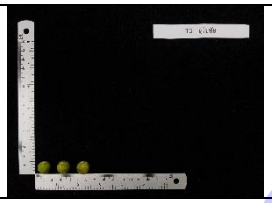
T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4

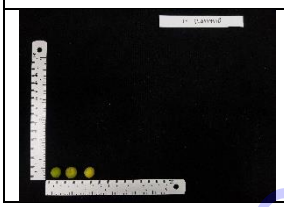
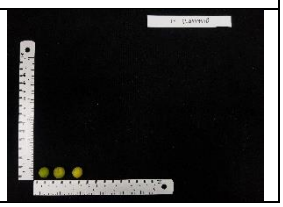
กรมวิชาการเกษตร

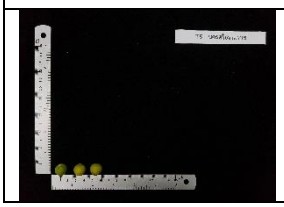
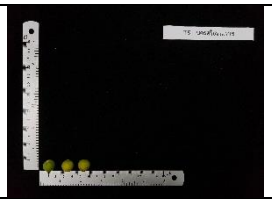
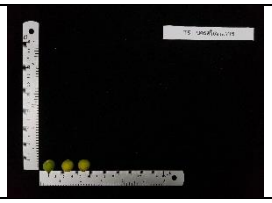
-ระยะสุกแก่

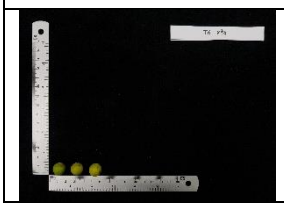
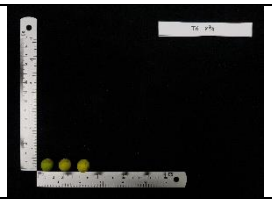
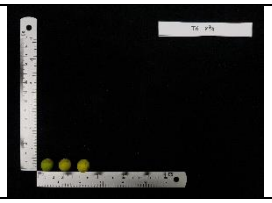
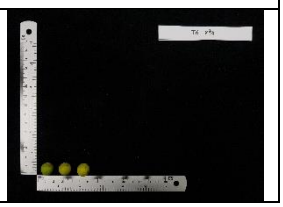
T1 R1	T1 R2	T1 R3	T1 R4

T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4
			

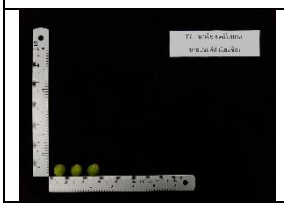
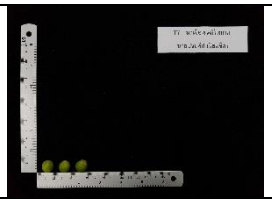
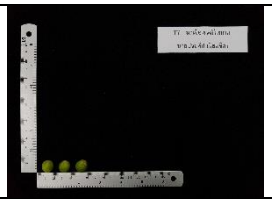
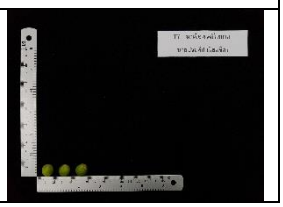
T3 R1	T3 R2	T3 R3	T3 R4
			

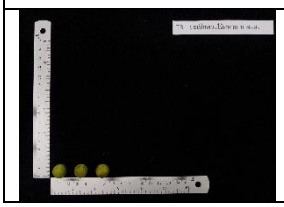
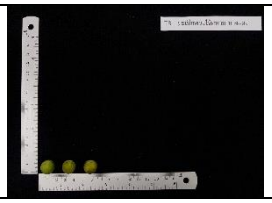
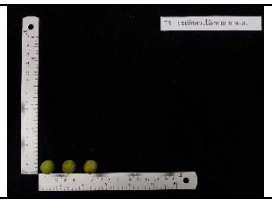
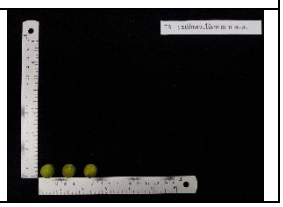
T4 R1	T4 R2	T4 R3	T4 R4
			

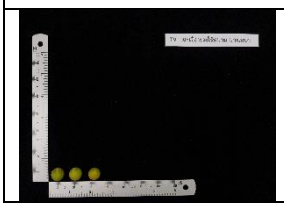
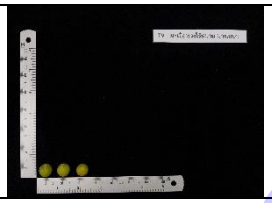
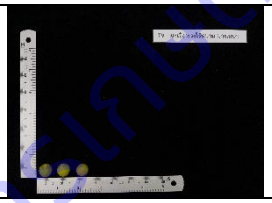
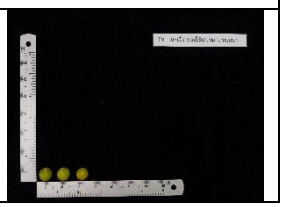
T5 R1	T5 R2	T5 R3	T5 R4
			

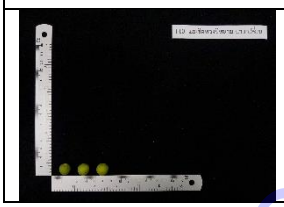
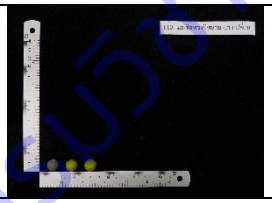
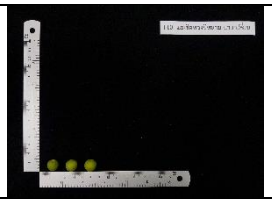
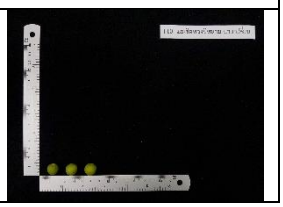
T6 R1	T6 R2	T6 R3	T6 R4
			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

T7 R1	T7 R2	T7 R3	T7 R4
			

T8 R1	T8 R2	T8 R3	T8 R4
			

T9 R1	T9 R2	T9 R3	T9 R4
			

T10 R1	T10 R2	T10 R3	T10 R4
			

สถาบันวิทยบริการ

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การปรับปรุงพันธุ์เห็ดเป๋าฮื้อและเห็ดยานางิเพื่อขยายผลเชิงพาณิชย์

ตารางที่ 20 เห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์ที่รวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ

ลำดับ	รหัสการทดลอง	ที่มา	รูปแบบของตัวอย่าง
1	PC1	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
2	PC2	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
3	PC3	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
4	PC4	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
5	PC5	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
6	PC6	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
7	PC7	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
8	PC8	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
9	PC9	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
10	PC10	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
11	PC11	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
12	PC12	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
13	PC13	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
14	PC14	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
15	PC15	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
16	PC16	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
17	PC17	ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย	เส้นใยในอาหาร PDA
18	PC18	จังหวัดสกลนคร	ดอกเห็ด
19	PC19	กรุงเทพมหานคร	เส้นใยในอาหาร PDA
20	PC20	จังหวัดนนทบุรี	เส้นใยในวัสดุเพาะ
21	PC21	จังหวัดอ่างทอง	เส้นใยในอาหาร PDA
22	PC22	จังหวัดพิษณุโลก	ดอกเห็ด
23	PC23	จังหวัดสระบุรี	เส้นใยในวัสดุเพาะ
24	PC24	จังหวัดสกลนคร	เส้นใยในวัสดุเพาะ
25	PC25	จังหวัดราชบุรี	ดอกเห็ด
26	PC26	จังหวัดศรีสะเกษ	เส้นใยในอาหาร PDA

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 21 ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะ วันเริ่มออกดอกครั้งแรก และผลผลิตของเห็ดเป๋าฮื้อเพาะทดสอบระหว่างเดือนมกราคม – สิงหาคม 2565

ลำดับ	สายพันธุ์	ระยะเวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุงอาหารเพาะ (วัน)	วันเริ่มออกดอกครั้งแรก (วัน)	ผลผลิต (กรัม/ถุง)
1	PC1	55.99 a-e[1/]	15.13 a	210.42 a
2	PC2	52.81 ab	39.80 efg	71.48 d
3	PC3[2/]	55.41 a-d	18.89 ab	149.20 bc
4	PC4	57.26 a-e	18.41 ab	134.41 bc
5	PC5	61.90 e	19.76 ab	151.12 bc
6	PC6	56.05 a-e	29.46 b-e	50.64 d
7	PC7	54.98 a-d	38.73 efg	70.92 d
8	PC8	52.80 ab	37.95 efg	85.47 d
9	PC9	53.11 abc	41.60 fg	71.83 d
10	PC10	56.97 a-e	16.64 a	167.67 bc
11	PC11	58.10 b-e	23.51 abc	128.55 c
12	PC12	59.22 cde	45.77 g	75.79 d
13	PC13	57.24 a-e	32.99 c-f	87.92 d
14	PC14	53.73 abc	23.33 abc	166.50 bc
15	PC15	51.75 a	15.23 a	135.09 bc
16	PC16	55.12 a-d	26.46 a-d	150.24 bc
17	PC17	55.03 a-d	33.15 c-f	68.74 d
18	PC18	54.40 abc	36.82 d-g	67.97 d
19	PC19	54.30 abc	35.93.d-g	76.98 d
20	PC20	53.99 abc	16.77 a	132.63 bc
21	PC21	55.49 a-d	17.67 a	175.26 ab
22	PC22	54.65 a-d	38.35 efg	62.77 d
23	PC23	60.71 de	19.33 ab	150.31 bc
24	PC24	60.76 de	23.18 abc	153.54 bc
25	PC25	51.31 a	19.56 ab	144.73 bc
26	PC26	58.71 b-e	18.79 ab	172.08 b
	CV	6.40 %	25.40 %	21.40 %

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2/] PC3 เห็ดเป๋าฮื้อสายพันธุ์เปรียบเทียบ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 22 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกเห็ดเป๋าฮื้อ 26 ตัวอย่างพันธุ์

สายพันธุ์	สีหมวกดอก	รูปร่างหมวกดอก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอก(ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านดอก(ซม.)	ความยาวของก้านดอก(ซม.)	จำนวนดอก/ช่อ (ดอก)
PC1	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.70-8.32	2.01-2.47	4.95-5.43	1-8
PC2	สีครีม/สีน้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.47-9.77	1.00-1.27	3.08-4.05	1-6
PC3 (สายพันธุ์เปรียบเทียบ)	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.18-8.97	1.30-1.94	6.59-7.49	1-7
PC4	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.60-9.18	1.59-1.86	4.38-4.64	1-6
PC5	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	4.96-7.95	1.96-2.05	4.36-4.93	1-7
PC6	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.21-8.42	1.32-1.65	3.88-4.86	1-5
PC7	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.73-12.67	1.15-1.48	2.54-3.88	1-4
PC8	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.95-9.12	1.16-1.27	3.12-3.12	1-4
PC9	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.45-9.08	1.35-1.94	3.67-3.86	1-4
PC10	สีน้ำตาลเทา/เทาดำ	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	4.74-8.48	0.95-1.85	4.80-6.61	1-9
PC11	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.78-9.60	1.52-2.19	5.34-5.99	1-8
PC12	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.25-9.76	1.51-1.93	4.18-4.68	1-5
PC13	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.71-8.89	1.03-1.28	2.43-2.59	1-5
PC14	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.00-10.31	1.45-1.78	3.77-3.80	1-5
PC15	สีครีม/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.65-8.70	2.10-3.09	3.84-5.42	1-8
PC16	สีครีม/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.80-8.62	1.59-1.88	4.50-4.86	1-7
PC17	สีครีม/สีน้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.28-9.23	1.50-1.79	3.63-6.50	1-5
PC18	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.63-10.33	1.00-1.43	2.80-2.87	1-6
PC19	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	6.34-9.13	1.60-1.48	3.31-4.15	1-4
PC20	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.24-8.87	1.45-1.96	6.20-6.61	1-9
PC21	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.61-8.80	1.00-2.02	6.00-7.01	1-7
PC22	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกไม่เรียบ	5.39-9.10	1.73-2.14	3.63-3.90	1-5

กรมวิชาการเกษตร

สายพันธุ์	สีหมวกดอก	รูปร่างหมวกดอก	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหมวกดอก(ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านดอก(ซม.)	ความยาวของก้านดอก(ซม.)	จำนวนดอก/ช่อ(ดอก)
PC23	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.62-9.07	1.38-1.70	5.21-5.86	1-5
PC24	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.25-8.68	1.52-2.05	5.25-5.56	1-7
PC25	สีน้ำตาล/น้ำตาลเทา	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	4.74-8.39	1.49-1.92	4.22-6.03	1-9
PC26	สีครีม/น้ำตาลอ่อน	รูปพัด ขอบหมวกเรียบ	5.84-9.15	1.90-1.60	5.26-6.14	1-7

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 23 เห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ

No.	รหัสที่ใช้ในการทดลอง	Code from culture collections	Year	ORIGINAL CODE	Depositor
1	Ya01	82-001		ยานางิ-น้ำตาล	คุณอัจฉรา
2	Ya02	82-002		ยานางิ-ขาว	คุณอัจฉรา
3	Ya03	82-003		ยานางิดำ	
4	Ya06	82-006		ยานางิเชียงใหม่	
5	Ya07	82-007		ยานางิ ส.	
6	Ya08	82-008		ยานางิ ส.2	
7	Ya09	82-009		ยานางิ ส.3	
8	Ya10	82-010		Agrocybe	
9	Ya11	82-011	2562	ยานางิ CN	คุณสุวลักษณ์
10	Ya12	82-012	2563	ยานางิบุรีรัมย์	
11	Ya13	82-013	2563	ยานางิสกลนคร	
12	Ya14	82-014	2563	ยานางิน่าน	
13	Ya15		2563	ยานางิลาดกระบัง	
14	Ya16		2563	ยานางิปทุมธานี	
15	Ya17		2563	ยานางิบุรีรัมย์ 2	
16	Ya18		2563	ยานางิธัญบุรี	
17	Ya19		2563	ยานางิพิษณุโลก	
18	Ya20		2564	ยานางิกทม.	
19	Ya21		2564	ยานางิศรีเมือง	
20	Ya22		2565	TISTR_AGCY-01	จาก วว.
21	Ya23		2565	TISTR_AGCY-02	จาก วว.
22	Ya24		2565	TISTR_AGCY-03	จาก วว.
23	Ya25		2565	TISTR_AGCY-04	จาก วว.
24	Ya26		2565	ยานางิศรีสะเกษ	

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 24 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์

รหัส	ชื่อวิทยาศาสตร์	สี	เส้นผ่าศูนย์กลางหมวกดอก (มม.)	ความยาวก้านดอก (มม.)	ความกว้างก้านดอก (มม.)		จำนวนดอก/ช่อ	น้ำหนักผลผลิตรวม (กรัม)
					โคน	ปลาย		
Ya01	*A. cylindracea*	น้ำตาล	12 - 32	40 - 87	4 - 8	4 - 10	4 - 11	1,276
Ya02	*A. cylindracea*	น้ำตาลอ่อนถึงครีม	13 - 34	55 - 85	4 - 8	4 - 9	3 - 10	1,195
Ya03	*A. cylindracea*	น้ำตาล	10 - 37	55 - 112	3 - 8	4 - 11	3 - 10	1,450
Ya06	A. chaxingu	น้ำตาล	10 - 34	55 - 115	4 - 8	4 - 8	4 - 12	731
Ya07	*A. cylindracea*	น้ำตาล	14 - 37	47 - 110	4 - 8	3 - 8	4 - 10	1,109
Ya08	*A. cylindracea*	น้ำตาล	10 - 29	50 - 110	3 - 8	4 - 9	6 - 13	889.9
Ya09	*A. cylindracea*	น้ำตาล	10 - 35	55 - 105	3 - 9	4 - 10	3 - 10	1,281
Ya10	*A. chaxingu*	น้ำตาลเข้ม	10 - 53	55 - 125	3 - 10	3 - 10	9 - 12	1,285
Ya11	*A. cylindracea*	น้ำตาลเกือบเข้ม	10 - 36	40 - 105	3 - 12	3 - 13	5 - 15	1,160
Ya12	*A. cylindracea*	น้ำตาลอ่อน	12 - 35	55 - 115	3 - 7	3 - 8	4 - 11	891.2
Ya13	*A. cylindracea*	น้ำตาล	8 - 35	55 - 115	3 - 8	2 - 8	8 - 10	1,083
Ya14	*A. chaxingu*	น้ำตาลอ่อน	10 - 34	57 - 120	3 - 10	3 - 12	3 - 8	1,304
Ya15	*A. cylindracea*	น้ำตาล	11 - 33	60 - 100	4 - 8	4 - 9	5 - 10	1,057
Ya16	*A. cylindracea*	น้ำตาล	10 - 34	53 - 100	4 - 9	4 - 10	5 - 10	786
Ya17	*A. chaxingu*	น้ำตาลเกือบเข้ม	8 - 47	45 - 105	4 - 11	4 - 11	4 - 10	1,050
Ya18	*A. cylindracea*	น้ำตาล	8 - 36	50 - 125	4 - 8	4 - 9	9 - 12	1,673
Ya19	*A. chaxingu*	น้ำตาลเกือบเข้ม	10 - 65	45 - 110	4 - 10	4 - 10	4 - 10	1,051
Ya20	*A. chaxingu*	น้ำตาล	7 – 34	50 - 110	3 - 7	3 - 8	5 - 12	970
Ya21	*A. chaxingu*	น้ำตาลเข้มเกือบดำ	13 - 56	50 - 140	2 - 9	2 - 9	10 - 13	1,275

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ชื่อวิทยาศาสตร์	สี	เส้นผ่าศูนย์กลางหมวกดอก (มม.)	ความยาวก้านดอก (มม.)	ความกว้างก้านดอก (มม.)		จำนวนดอก/ช่อ	น้ำหนักผลผลิตรวม (กรัม)
					โคน	ปลาย		
Ya22	*A. chaxingu*	น้ำตาลเข้ม	10 - 62	50 – 155	5 - 16	6 - 16	7 - 10	1,109
Ya23	*A. cylindracea*	น้ำตาลเข้ม	12 - 75	53 - 175	5 - 18	5 - 18	2 - 7	832
Ya24	*A. cylindracea*	น้ำตาลเกือบเข้ม	10 - 62	47 - 160	3 - 14	4 - 16	5 - 10	785
Ya25	*A. cylindracea*	น้ำตาลเกือบเข้ม	7 - 58	45 - 153	3 - 16	3 - 17	8 - 15	858
Ya26	*A. cylindracea*	น้ำตาล	10 - 37	50 - 105	3 - 12	4 - 13	10 - 15	1,346

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ITS, 28S, EF-1α ในตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์

ตัวอย่างที่	ชื่อตัวอย่าง	ชื่อวิทยาศาสตร์	*ITS*			*28S* rDNA			*EF-1α*		
			ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์
1	PC1	*Pleurotus cystidiosus*	674	100.00 %	KX787085.1	916	98.68 %	KX787098.1	881	99.76 %	KX787114.1
2	PC2	*Pleurotus cystidiosus*	664	99.39 %	MW947482.1	959	100.00 %	KX787098.1	869	100.00 %	KX787115.1
3	PC3	*Pleurotus cystidiosus*	679	100.00 %	MW947482.1	962	100.00 %	KX787098.1	862	99.64 %	KX787116.1
4	PC4	*Pleurotus cystidiosus*	677	100.00 %	NR_103594.1	959	99.57 %	KX787106.1	871	89.55 %	KX787108.1
5	PC5	*Pleurotus cystidiosus*	694	99.27 %	MW947482.1	898	99.77 %	KX787098.1	866	99.65 %	KX787115.1
6	PC6	*Pleurotus cystidiosus*	689	99.41 %	MW947482.1	957	100.00 %	KX787098.1	865	100.00 %	KX787115.1
7	PC7	*Pleurotus cystidiosus*	681	100.00 %	MW947482.1	957	100.00 %	KX787098.1	865	100.00 %	KX787115.1
8	PC8	*Pleurotus*	66	99.39	AY540321.	96	100.00	KX78709	85	100.00	KX787115.

ศรีปทุมการเกษตร

ตัวอย่างที่	ชื่อตัวอย่าง	ชื่อวิทยาศาสตร์	*ITS*			*28S* rDNA			*EF-1α*		
			ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์
		cystidiosus	2	%	1	1	%	8.1	1	%	1
9	PC9	*Pleurotus cystidiosus*	626	100.00 %	MW947482.1	959	100.00 %	KX787098.1	867	100.00 %	KX787115.1
10	PC10	*Pleurotus cystidiosus*	**654**	100.00 %	MW947482.1	965	98.72 %	KX787098.1	459	99.78 %	KX787116.1
11	PC11	*Pleurotus cystidiosus*	667	100.00 %	MW947482.1	960	100.00 %	KX787098.1	844	100.00 %	KX787116.1
12	PC12	*Pleurotus cystidiosus*	644	100.00 %	MW947482.1	941	100.00 %	KX787098.1	862	100.00 %	KX787115.1
13	PC13	*Pleurotus cystidiosus*	668	100.00 %	MW947482.1	962	100.00 %	KX787098.1	875	100.00 %	KX787115.1
14	PC14	*Pleurotus cystidiosus*	693	99.41 %	NR_103594.1	959	100.00 %	KX787098.1	860	99.64 %	KX787116.1
15	PC15	*Pleurotus cystidiosus*	704	99.41 %	NR_103594.1	959	100.00 %	KX787098.1	864	100.00 %	KX787115.1
16	PC16	*Pleurotus cystidiosus*	667	100.00 %	NR_103594.1	955	100.00 %	KX787098.1	872	100.00 %	KX787115.1
17	PC17	*Pleurotus cystidiosus*	704	99.41 %	MW947482.1	961	100.00 %	KX787098.1	879	100.00 %	KX787115.1
18	PC18	*Pleurotus cystidiosus*	684	99.42 %	MW947482.1	960	100.00 %	KX787098.1	865	100.00 %	KX787115.1
19	PC19	*Pleurotus cystidiosus*	645	98.76 %	KX787086.1	935	100.00 %	KX787098.1	874	100.00 %	KX787115.1
20	PC20	*Pleurotus cystidiosus*	721	99.39 %	MW947482.1	962	100.00 %	KX787098.1	828	99.88 %	KX787108.1
21	PC21	*Pleurotus cystidiosus*	668	100.00 %	MW947482.1	955	100.00 %	KX787098.1	876	99.53 %	KX787108.1
22	PC22	*Pleurotus cystidiosus*	691	99.42 %	MW947482.1	960	100.00 %	KX787098.1	845	100.00 %	KX787115.1
23	PC23	*Pleurotus cystidiosus*	673	100.00 %	MW947482.1	961	100.00 %	KX787098.1	876	99.53 %	KX787114.1
24	PC24	*Pleurotus cystidiosus*	668	100.00 %	MW947482.1	965	100.00 %	KX787098.1	879	99.53 %	KX787114.1
25	PC2	*Pleurotus*	66	100.00	MW94748	96	100.00	KX78709	86	100.00	KX787115.

ศรีวิชัยการเกษตร

ตัวอย่างที่	ชื่อตัวอย่าง	ชื่อวิทยาศาสตร์	*ITS*			*28S* rDNA			*EF-1α*		
			ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์	ขนาด (bp)	ค่าความเหมือนกัน	หมายเลขเฉพาะของลำดับนิวคลีโอไทด์
	5	*cystidiosus*	7	%	2.1	0	%	8.1	6	%	1
26	PC26	*Pleurotus cystidiosus*	704	98.85 %	MW947482.2	961	100.00 %	KX787098.1	874	99.53 %	KX787114.1

ตารางที่ 26 ไพรเมอร์ SSR ของเห็ดสกุลนางรม (*Pleurotus* spp.) จำนวน 54 คู่ไพรเมอร์

No.	Locus	Forward	Reverse	Repeat motif	Tm (°C)	Pleurotus sp.	Reference
1	BlgSSR11	TCCATAATTGTCATCTCCCCA	AAATAATTACGACGGTGGGC	(CCA)5a(CAC)6ctcggtctcgatccctaccaaagctatctcgacgatcatcataatcatcgtaaccaccagggccgggaccaggg(CCT)6	60	*P. tuoliensis*	Dai *et al.*, 2017
2	BlgSSR13	GCCGCAAGAAATATCCAAGA	TCAGTCAGGGGAAGTGAACC	(AT)9	60		
3	BlgSSR14	ATCTGTCTCGCGGTGATTCT	CTCGAGACCCTTCTTGACCA	(GTC)5gccgcc(GTCGGT)9	60		
4	BlgSSR16	ATGAACCGAATCCACCAAAA	GGTAGTTTGTTCGGTCAGCC	(GCT)7gagcgggttgtccaaatagtccaccagaaggttgctgctgttgagaaggctgtccaaagagtcccccagtagtcccaga(CTG)5	60		
5	BlgSSR20	ATTGCACGATGACGCTACAG	AAAATGGCAAGATCTGCACC	(CCA)5	60		
6	BlgSSR24	ATCGGATTCGTTGTCGGTAG	CGGATTCCTCCTCTTCTTCC	(GAG)14	60		
7	BlgSSR26	AAGAGACCGCAAACGAAATG	CAAGGCGGGTGGTCTTAGTA	(ACA)5	60		
8	BlgSSR27	TCTTTGGTTCCAGTCCCAAC	GAGCAGAAGAAGGGCAGCTA	(CGT)5	60		
9	BlgSSR28	GAGCCTTCGAAACGTAGCAC	CCCACATATCAACGTCATCG	(GAG)7	60		
10	BlgSSR29	CGGTACGCAGATAGAGGGAG	ATCGTCTACCCAATGCCAAG	(GGTA)5	60		
11	BlgSSR30	TTTCCCCGCTTTATTGTTTG	ATGGGGAATGGGGATAAGAG	(CT)7ccgtttccttctctctttctctttctctttctccg(TC)9	60		
12	BlgSSR31	CAGCTCTGTCTTCTCCGTCC	GGTAAAGCAACTCGAGCGAC	(CTC)5	60		
13	BlgSSR32	GTAAATGTGGCGGAGGAAAG	CCACATGGAATGCAGATGAG	(GTG)6	60		
14	BlgSSR37	ACAAAGGATACGGCCAACTG	TTGCTTCGCTTGAAGAGTGA	(CGA)7	60		
15	BlgSSR38	TTCGCTTCTTCGTTTTTCGT	GCTAAATGGAGGGTGCGTTA	(CGT)6	60		
16	BlgSSR43	AGTAGTGTGCGTGCGAAGTG	GTTGATGCGGCTGGAATACT	(TC)8	60		
17	BlgSSR56	TCGCCGTCGTCTAATTCTTC	AGAAAGAATGGGGAGGAGGA	(CG)6	60		
18	BlgSSR57	CGCTTGGAGCTACCTACTGC	AACGTAGATGACGGGAGGTG	(AT)8	60		
19	GB-PO-001	CGCAAGCTACAAACGGAC	AGCAGCAAGCACAAGAGC	(GCA)3(ATTGGC)(GCA)1	52	*P. ostreatus*	Ma *et al.*, 2019
20	GB-PO-006	TGTGGCAAACCCAAGTTC	CCCAAAGGATGAGGAAGG	(GGC)4(GAC)(GGC)1	52		
21	GB-PO-011	TCCCATACCCTGACATCG	ATCATCAAGCGCCACAAC	(CTG)4(TA)(CTG)1	52		
22	GB-PO-025	TGATCATGGCGAGTAGGG	GGAACTGTCAGCAGACGC	(GGA)10	52		
23	GB-PO-026	AATCGCATGGGCTCTG	CTGTCCCTCCGTGTACCA	(TTG)3(TTC)(TTG)3	52		
24	GB-PO-028	CTGGAGAATCGTAGCCCC	ACAAGCGCTCGGAATACA	(GTC)13(CAT)5	52		
25	GB-PO-039	TGTGGATGTGATGTGATGTG	ACGTCCAGCGTCGAGTTA	(GGT)2(GGC)(GGT)5	52		
26	GB-PO-050	CATCCGATACAGACCCGA	AGGCATCCCACAACACTG	(GTT)5	52		
27	GB-PO-051	CATAGGGACGACAGCGAG	ACTGAGCCTTCAGCACCA	(GCT)6	52		
28	GB-PO-061	TAACTTGGGCGCTTGAAA	TGGAACGCGTAGACTTGG	(GCA)2(CAGTAC)(GCA)3	52		
29	GB-PO-064	GTTCTGAGGGTTGAGGGG	CCAACCACACTCTTCCCA	(GTT)5(ATT)(GTT)3	52		
30	GB-PO-076	TCGATTGTCAGATTGTTGGA	CGGAGAAGCAGTTGGTTG	(GGC)6	52		
31	GB-PO-079	ACCCAGACGATTTGGGAG	AGGCTGGCGTGGAATACT	(GGA)4(AGA)(GGA)2	52		
32	GB-PO-080	CACCCATGTGCCTCAGTC	TGTCTATGGGTTACGGCG	(GGC)6	52		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

No.	Locus	Forward	Reverse	Repeat motif	Tm (°C)	Pleurotus sp.	Reference
33	GB-PO-086	CATCTTCGATGAACCGGA	CGAAGATGAGCCAGCAAC	(GA)3(GGAGAAGC)(GA)3,(CGA)3	52		
34	GB-PO-094	CGCGAGACAATTAAACGC	ACAGTTCCTGGAGCCCAT	(CCT)2(TCT)(CCT)2	52		
35	GB-PO-097	CATGGAGAGAGGGCGG	CGTTTCATCGTTCGCTGT	(GGT)5	52		
36	GB-PO-102	TGTCTATGGGTTACGGCG	TGCAAAGCAAATCGGAAC	(GCC)4(GC)(GCC)1	52		
37	GB-PO-113	GTTCATCTGAACGCCGTC	CCTATGACGAGGGGAAGG	(CGC)5	52		
38	GB-PO-115	TGGTAGCAGGTTGTTGGG	CCGCTAAGCCACTGTTTG	(TGC)5(GCTGGC)(TGC)4	52		
39	GB-PO-117	TCAAACTCACGTGGTACGC	TCACATATCCGCCGGTAG	(TGC)7	52		
40	GB-PO-124	TGCGTTTGCTCGGTTAAT	CGCTACTACGTCGATCCG	(CG)5	52		
41	GB-PO-128	TGATTGGTTTGAATGGGC	GCACGATGAGGATGCAGT	(GTT)10	52		
42	GB-PO-131	CTCCCTCCTCCGTGTACC	CGTAACGTTCGCTTCCTG	(CCT)2(CCCC)(CCT)2	52		
43	GB-PO-134	GAGTGTGAAGAATCGGCG	GTGCACTCTGCCTATCGC	(GA)2(GT)(GA)3	52		
44	GB-PO-135	AGGAGGGGGTGCTTGATA	TCCTCCGCCTTCTCTACC	(GGA)2(GGGA)(GGA)2	52		
45	GB-PO-138	TATGGAACGGTGCGAAGT	GCCGTCAAAAGGGAACTC	(CCG)4,(TTC)3	52		
46	GB-PO-149	AGTGCATATGCCCGACAC	CGTCGTAGATGCAGGCTC	(TCC)8	52		
47	GB-PO-152	ACTGAGCCTTCAGCACCA	CATAGGGACGACAGCGAG	(AGC)5	52		
48	GB-PO-154	GTCGTAGCCAGCCATGAG	AGGGTATCTCGGGTGCAT	(CGA)7	52		
49	GB-PO-157	ATGGACGTGGTGTTCTGC	AAACCAAGCCTACCCAGC	(GCT)4	52		
50	GB-PO-171	TCTCGGGCATCATTCTTG	ACGTCAGGGTGTCAAACG	(TTG)3,(TA)4,(TA)4	52		
51	GB-PO-172	GCAGAAGTTGCCCAAAGA	ATGTCCAGCGGAAGACCT	(TGC)2(TAC)(TGC)5	52		
52	GB-PO-173	ATGAAGTGTGAGCCGTGG	TGTCCATTCATGCGTTCA	(GT)8	52		
53	GB-PO-181	TTATTGTGAAGCCCCCG	GACATCGGCAGAAGGTCA	(CAG)1(CAA)(CAG)5	52		
54	GB-PO-190	TTTCCATTTCCGTTGGTG	AGGGGGTGATTATGCAA	(TGC)3(TGT)(TGC)2	52		

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *ITS* ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์

>PC1

CTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGA
TTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAAC
TTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCA
CCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCT
GGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTACAA
GTCCAGCTTTCTAATTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGGGCATGCCT
GTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTG

>PC2

TTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTC
AACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCT
ATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCC
TGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCA
TTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGA
CTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGAC

>PC3

AGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTT
TTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACT
TGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAA
TGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAA
ATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTG
CCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTC
AAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG

ควบวิชาการเกษตร

>PC4

AGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTT
TTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACT
TGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAA
TGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAA
ATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTG
CCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTACAAGTCCAGCTTTCTAATTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCA
AATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

>PC5

TTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTC
AACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGCGGGTCT
ATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCC
TGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCA
TTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGA
CTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

>PC6

TCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTG
CACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATAC
ACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAG
CGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTC
ATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTT
TATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTG
ACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAACTGTCTCTTAT

>PC7

TAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACT
TTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACAC
TTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAA
ATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTA
AATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATT
GCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCT
CAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCCT

>PC8

TTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTC
AACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCT
ATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCC
TGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCA
TTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGA
CTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGG

>PC9

ACCTGCGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATA
GATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATG
TCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGA
TAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTC
AAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTG
CGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACC

>PC10

GATGCTGGCCCCTTGGGGCATGTGCACCGCCTGTCGTTCTTTATTTCTTCTCCACCTGTGCACCCTTTGTAGGCTTGAACCGCTTTCTTTGGCCTTCGGGTCAGT
GTTGGGGACTGCTGAAATGGCTATCCCCTACCGTTCGAGTCTATGTTTTTTACACTACACACCATTGTTAAACCTAGAATGTCAAAGGCTCTATGTGTGCCTATCT

AAACGCTATACAACTTTCAGCAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCG
AATCTTTGAACGCACCTTGCGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTACATTCTCAACCGTTTGAATTTGAACGGCTTGGACTTGGGGGT
ACTTGTGCCGGCCCTAAAGGTCGGCTCCCCTTAAATGCATTAGCTGGTCGCCCCTCTCGCGTTGACTTGGTGTGATAATTCTATTTGCACCGCTTTGGCGTGGAT
GTTATTTTGGGAGGCTGCTTTCTAACCGTCCCTTGTGGACAGTAGTCTCTTTCATTAGAAAGAGCAATGACACCTCTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGC
TGAACTTAAGCATATCAATAAGC
>PC11
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

>PC12
CATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTA
AATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTG
CCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAA
TCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGAT
TTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGC
CGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATA
TCAATAAGCGG
>PC13
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG
>PC14
TTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTC
AACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCT
ATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGA
TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCC
TGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCA
TTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTACAAGTCCAGCTTTCTAATTGTCTTTCAAGACAATGAC
TTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC
>PC15
GAGTGAATTCATTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCA
TAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGAC
TTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGC
TCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCG
AGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCC
TCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTACAAGTCCAGCTTTCTAATTGTCTTTC
AAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC
>PC16
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT

AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTACAAGTCCAGCTTTCTAATTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAG
GACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG

>PC17

AGTGAATTCATTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCAT
AAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACT
TTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCT
CTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGA
GGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCT
CTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTC
AAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

>PC18

TCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTG
CACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATAC
ACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAG
CGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTC
ATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTT
TATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTG
ACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG

>PC19

TGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAA
TGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTACACAAACCCCAACTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCAT
GTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGT
GAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATA
GATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCT
GGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAG
CATATCAATAAGC

>PC20

CTTATGAAGCGTGCACATGTCCCGAGAGACCAGCATCAGCTTCATGAGTGAATTCATTAATGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTC
ACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCA
GTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCAT
GTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGT
GAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATA
GATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCT
GGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACT

>PC21

CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG

>PC22

TGATCCTTCCGCAGGTTCACCTACGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACC
ACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTAT
CTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAG
AACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTT
GAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGC

GGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGA
CAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG
>PC23
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATACTGTCTCTT
>PC24
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCG
>PC25
CGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCATAAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTC
GCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACTTTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCAT
GAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGT
AATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGAGGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAAT
CTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCTCTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCA
CAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTCAAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTA
GGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC
>PC26
AGTGAATTCATTAATGATCCTTCCGCAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTAATGAATTCACTCATGAAGCTGATGCTGGTCTCTCGGGACATGTGCACGCTTCAT
AAGTACATTCAACCACTTGTGCACTTTTGATAGATTCGCAGAGTTGCCCTCTCAGGTCAGTAAATGACTTGGTTGGTCGGGATTGTCACAGTCCTGGCTTTGACT
TTGTGGGTCTATTATCTTATACACACTTGTATGTCCATGAATGTTATTTTCTTGGGCCATGTGCCTATAAAACCTAATACAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCT
CTCGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACCTTGCGCCCCTTGGTATTCCGA
GGGGCATGCCTGTTTGAGTGTCATTAAATTCTCAAATCTATAGAGCTTTTTTGTGATATAGATTTGGATTGTTGGGGGCTGCTGGCTTTTTACCAAGTTGGCTCCT
CTTAAATGCATTAGCGGGACTTTATTGCCTCTGCGCACAGTGTGATAATTATCTACGCTGGCCGACATGCAATGACTTTACAAGTCCAGCTTTCTAACTGTCTTTC
AAGACAATGACTTGACAATTTGACCTCAAATCAGGTAGGACTACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGC

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *28S* rDNA ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์

>PC1
TTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGCTATCCGCGCTGGACCG
TGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGG
AATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAG
AGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGG
TCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAAC
TCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATG
CCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCGCGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGAT
ATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTG
CAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC2
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC

CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC3
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCCTC
>PC4
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGTCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGCGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGATATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC5
CTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGCTATCCGCGCTGGACCGTGTACAAGTCCC
CTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAA
AATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAG
TACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTT
TTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGC
CGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTG
GAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTAT
GTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATT
TGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC6
GAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTG
GCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGA
CTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGA
TAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAG
CCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTG
TTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTT
AATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCG
TGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGC
CAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTC
CTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC7

GAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTG
GCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGA
CTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGA
TAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAG
CCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTG
TTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTT
AATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCG
TGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGC
CAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTC
CTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC8

CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC9

CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCC

>PC10

CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGCTATCCGCGCTGGACCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAA
AATGGCTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGA
TCCCTGTCGCGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGATATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATA
GGGCGAAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAG
TAGCTGGTTCCTGCCGAAGTTTCCC

>PC11

GCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCT
TTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACG
GACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACC
GATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTC
AGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTG

TGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCT
TTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCCTC
>PC12
CAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTGGCCATCCGAGTTGT
AATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTACCAGGGCTTTG
TGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGATAGCGAACAAGTAC
CGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAGCCAGGGATCAACCT
TACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTGTTATAGTCTCTGAT
CAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTTAATCGACCCGTCTT
GAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCGTGGGGAGCACCGAC
GCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGCCAGAGGAAACTCTG
GTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTCCTGCCGAAGTTTCC
C
>PC13
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCCTC
>PC14
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTAGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGCGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGATATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC15
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGCTATCCGCGCTGGACCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGCGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGATATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC16

GAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTG
GCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGCTATCCGCGCTGGACCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGA
CTGCCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGA
TAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAG
CCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTAGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTG
TTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTT
AATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCG
CGGGGAGCACCGACGCCCATACCGGAAGTTTACGGATGGATATGCGGTTGAGCATGCATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGC
CAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTC
CTGCCGAAGTTTCCC
>PC17
CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCCTC
>PC18
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC19
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCCTC
>PC20
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG

CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC21

ACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTCTTTGGC
CATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTA
CCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGACCGATAG
CGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGTCAGCCA
GGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGTGTGTTA
TAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGCTTTAAT
CGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGTCGTGG
GGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAAGCCAG
AGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGGTTCCTG
CCGAAGTTTCCCTC

>PC22

CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCCT

>PC23

CGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGTC
TTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACAC
GGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGAC
CGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCGT
CAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGGT
GTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGGC
TTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCTGT
CGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCGAA
GCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCTGG
TTCCTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC24

TAAGAGACAGACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGT
GGTCTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTG
ACACGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAG
AGACCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTC
GCGTCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCC
GGGTGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAA
TGGCTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATC
CCTGTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGG
GCGAAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTA
GCTGGTTCCTGCCGAAGTTTCCCTC

>PC25

osubmissions

CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCC
>PC26
CCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGAAACTAACAAGGATTCCCCTAGTAACTGCGAGTGAAGCGGGAAAAGCTCAAATTTAAAATCTGGTGGT
CTTTGGCCATCCGAGTTGTAATCTAGAGAAGTGTTATCCGCGCTGGCCCGTGTACAAGTCCCCTGGAATGGGGCGTCATAGAGGGTGAGAATCCCGTCTTTGACA
CGGACTACCAGGGCTTTGTGATGCACTCTCAAAGAGTCGAGTTGTTTGGGAATGCAGCTCAAAATGGGTGGTAAATTCCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGA
CCGATAGCGAACAAGTACCGTGAGGGAAAGATGAAAAGAACTTTGGAAAGAGAGTTAAACAGTACGTGAAATTGTTGAAAGGGAAACGCTTGAAGTCAGTCGCG
TCAGCCAGGGATCAACCTTACTTTTGTGAGGCGTACTTCCTGGTTGATGGGTCAGCATCAGTTTTGGCTGCTGGATAAAGGTCAGAGAAATGTGGCACCTCCGGG
TGTGTTATAGTCTCTGATCAGATACAGTGGCTGGGACTGAGGAACTCAGCACGCCGCAAGGCCGGGGTTCGCCCACGTTCGTGCTTAGGATGCTGGCAAAATGG
CTTTAATCGACCCGTCTTGAAACACGGACCAAGGAGTCTAACATGCCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAAACCCGAGCGCGCAATGAAAGTGAAAGTTGGGATCCCT
GTCGTGGGGAGCACCGACGCCCATACCTGAAGTTTACGGACGGATATGCGGTTGAGCATGTATGTTGGGACCCGAAAGATGGTGAACTATGCCTGAATAGGGCG
AAGCCAGAGGAAACTCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATTCTGACGTGCAAATCGATCGTCGAATTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAACCATCTAGTAGCT
GGTTCCTGCCGAAGTTTCCCT

ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *EF-1α* ของตัวอย่างเห็ดเป๋าฮื้อ จำนวน 26 ตัวอย่างพันธุ์

>PC1
TCTCGAACTTCTCGATGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACT
GACTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACA
TGGTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACAT
GATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGC
TCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCG
AACGTGAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCC
AATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGC
ATGACATGGTACAAGGGCTGGACTAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCC
GACAAGCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT
>PC2
CGATGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCAC
TCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTAT
GTATTCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTAC
TTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTT
CACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACA
GTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTG
GCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTAC
AAGGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCT
CCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT
>PC3
TTCTCGAACTTCTCGATGAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACT
GATTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACA
TGGTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACAT
GATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGC
TCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCG

ศูนย์วิทยทรัพยากร

AACGTGAATACAGTGGAGTGAAGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCC
AATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGC
ATGACATGGTACAAGGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCC
GACAAGCCTCTCCGTCTTCCCC

>PC4

AAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGACTGATCTCACTCATA
GCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATT
CGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTC
AGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACAC
TAGGTGTCCGTCAACTCATCGTCGCTGTTAACAAGATGGACACCACCAAGGTTCGTTCTCCTTGCCCGTGGTTTTCGCTTGATGTTAACATAATTTGTATTATCTA
GTGGAGTGAGGACCGCTTCAACGAAATCGTTAAAGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGGCTGTCGCATTCGTGCCCATCTCCGGCTG
GCACGGTGACAACATGCTGGAGGAGTCCTCCAAGTAAGTCTGTAATGTGCCGTTAGGCAGAATAGTACTGATACCCTTCTGCAGCATGCCATGGTACAAGGGCTG
GACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGACGCTATCGACGCTATCGAGCCCCCCGTCCGTCCCTCCGACAAGCCCCTCCGTCTCC
CCCTCCAGGATGTCTACAAGATCGGTGGTAT

>PC5

AGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCA
TAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTA
TTCGTCTGCTTTATGGGACTACTCGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC6

GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC7

GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC8

GAGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTC
ATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGT
ATTCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTT
CTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCA
CACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGT

GGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGC
ACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAA
GGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCC
GTCTTCCCCTCC

>PC9

GAGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTC
ATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGT
ATTCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTT
CTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCA
CACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGT
GGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGC
ACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAA
GGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCC
GTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC10

GGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTA
TGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGTGAAGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAG
GTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGC
CACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGCTGGACTAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGAT
GCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACA

>PC11

CGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGACTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCT
AAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTAC
ACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTT
ATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATC
GTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATGGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAA
ATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAG
TCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGTTGGACTAAGGAGACCAAGG
CTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATA
AGAT

>PC12

GTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATAGC
TTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATTCG
TCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTCAG
GCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTA
GGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGT
GAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGT
GACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGCT
GGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCTTC
CCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC13

AAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATA
GCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATT
CGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTC
AGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACAC
TAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGA
GTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACG
GTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGG
CTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCT
TCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGTGGTATTG

กรมวิทยาศาสตร์

>PC14

GGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGACTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCT
GAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTC
TGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGC
GGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGT
CAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAA
GGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAA
GTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGCTGGACTAAGGAGACCAAGGCTGGTGTC
GTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGT
GGTATCGGCACTGTAAGAT

>PC15

AAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATA
GCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATT
CGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTC
AGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACAC
TAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGA
GTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACG
GTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGG
CTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCT
TCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC16

TGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGAGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTA
GCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGT
TCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATTCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCG
TGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGG
TCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGA
CTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAA
GAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGAT
CAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAA
CCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCG

>PC17

GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGTGGTATTGGCA

>PC18

GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC19

GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGTGGTAT

>PC20

TCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGACTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAG
CGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATT
CTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTA
CTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGA
TGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATGGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCT
CCACCTTTATCAAGAAAGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCC
TTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGG
CAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC21

AAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATA
GCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATT
CGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTC
AGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACAC
TAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGA
GTGAAGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAAGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACG
GTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGG
CTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCT
TCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGTGGTATCGG

>PC22

AAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCATA
GCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTATT
CGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCTC
AGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACAC
TAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGGA
GTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCACG
GTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGGG
CTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTCT
TCCCC

>PC23

ATCTTCATCGAGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTG
ATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTC
ACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCA
CTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGC
TTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATGGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGT
GAATACAGTGGAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAAGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCT
CTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGAC
ATGGTACAAGGGTTGGACTAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAA
GCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC24

CGAGAAGGCATCGAGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGA
TTGATCTCACTCATAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATG
GTCACCGTATGTATTCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGA
TCACTGGTACTTCTCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTC
TGCTTGCCTTCACACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAA
CGTGAATACAGTGGAGTGAAGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAAGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAA
TCTCTGGCTGGCACGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCAT
GACATGGTACAAGGGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCG
ACAAGCCTCTCCGTCTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

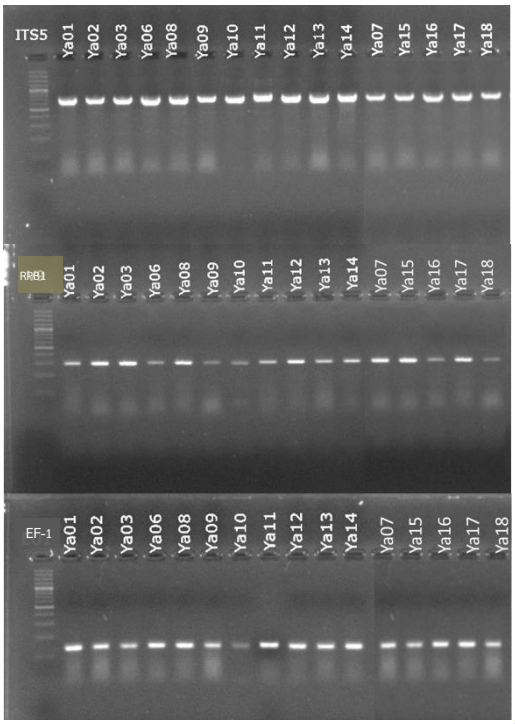
>PC25

AGAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTCAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCA
TAGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTA
TTCGTCGGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTC
TCAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCAC
ACTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTG
GAGTGAGGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAGGTCGGCTACAACCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCA
CGGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAG
GGCTGGACCAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGT
CTTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGAT

>PC26

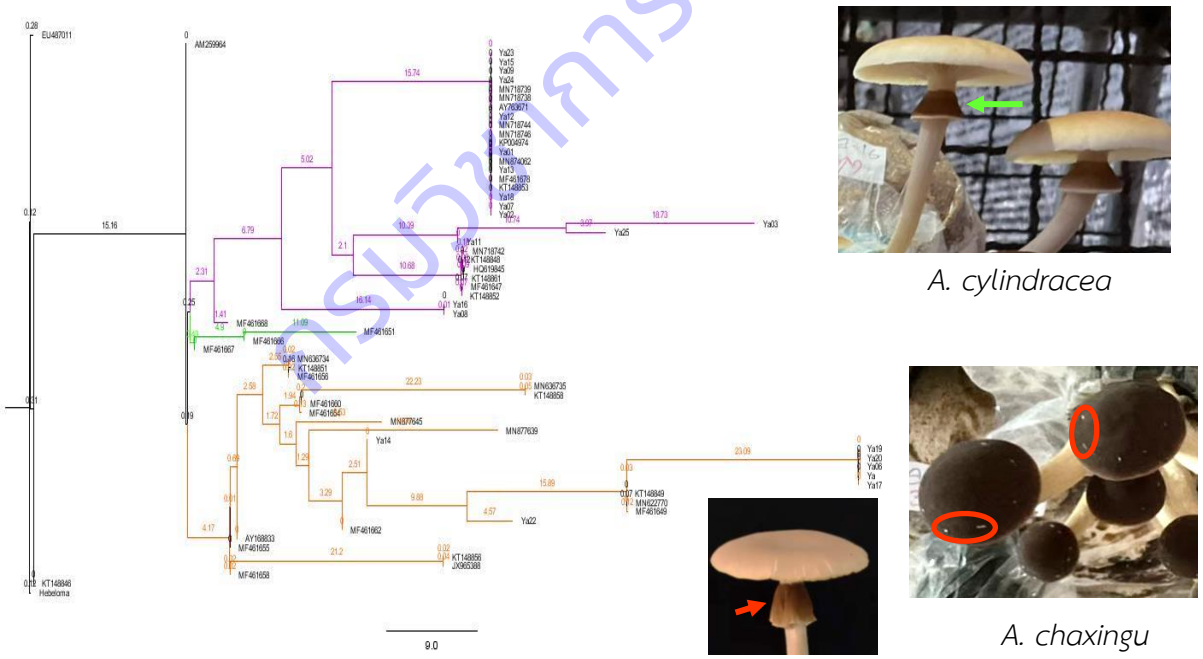
GAAGTTCGAGAAGGAAGCTGCCGAACTCGGAAAGGGTTCCTTTAAGTATGGTCTGTATATTCGTTGATCTAGCTTGCTGAGGTGCAACTGATTGATCTCACTCAT
AGCTTGGGTGCTCGATAAGCTAAAGGCTGAGCGCGAGCGTGGTATCACCATCGATATCGCCCTCTGGAAGTTCGAGACTCCTAGATACATGGTCACCGTATGTAT
TCGTCTGCTTTATGGGACTACACGACTCTGGCTCATTCTGTCTCACAGGTCATCGATGCCCCAGGTCACCGTGACTTTATCAAGAACATGATCACTGGTACTTCT
CAGGCTGATTGTGCCATCCTTATCATTGCGGCTGGTACTGGTGAATTCGAAGCCGGTATCTCCAAGGATGGTCAGACTCGCGAGCACGCTCTGCTTGCCTTCACA
CTAGGTGTCCGTCAGCTTATCGTTGCCGTCAACAAGATGGATACCACCAAGGTATGTAATCATGTCATCGACTCCAATTGCACTTTGCGAACGTGAATACAGTGG
AGTGAAGACCGATTCAACGAAATCATCAAGGAAACCTCCACCTTTATCAAGAAAGTCGGCTACAATCCCAAGAGCGTTGCCTTCGTTCCAATCTCTGGCTGGCAC
GGTGACAACATGTTGGAGGAGTCCAGCAAGTTCGTCCTTTTGTGAAGTTTTTGCCACGAACCGATGCTGATCAGTCCTCCGTCTTTAGCATGACATGGTACAAGG
GTTGGACTAAGGAGACCAAGGCTGGTGTCGTTAAGGGCAAGACCCTTCTCGATGCCATTGATGCCATTGAACCTCCAACACGTCCCTCCGACAAGCCTCTCCGTC
TTCCCCTCCAAGATGTCTATAAGATCGGTGGTAT

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 8 แถบดีเอ็นเอของเห็ดยานางิที่เพิ่มปริมาณได้โดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสในส่วนของยีนในนิวเคลียส 3 ยีน ได้แก่ *ITS RPB*1 และ *EF*-1α

กรมวิชาการเกษตร



A. cylindracea

A. chaxingu

ภาพที่ 9 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของเห็ดยานางิ 24 ตัวอย่างพันธุ์ สามารถจัดจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) *A. cylindracea* และ 2) *A. chaxingu* ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา

Total Primer	26		Total base	
Primer Name *	Sequence (5' → 3') *	Mer	Scale *	Purification *
LD01 (F)	GCTCTGCTTTCCCTTCGTT	19	25nmole	HAP
LD01R	GTCCCAGTGACTGCTGTTGG	20	25nmole	HAP
LD05F	CCGCTCTTTGCTCGCTAT	18	25nmole	HAP
LD05R	TGGTCGTTCCCGTGAGTT	18	25nmole	HAP
LD09F	TGCTTCAACTCCTGTCCCA	19	25nmole	HAP
LD09R	GGCTTTGAAATCCCGAAC	18	25nmole	HAP
LD10F	TGCCGTATCGACAGACAAGA	20	25nmole	HAP
LD10R	CATCCGAGTCATCATCACCTC	21	25nmole	HAP
LD12F	CTCCGCTGTCCTCGTTGTA	19	25nmole	HAP
LD12R	TGAGCCCACCGTTTCCAT	18	25nmole	HAP
LD13F	GAACAATGCAGCAAGACGAC	20	25nmole	HAP
LD13R	TGAGCCCAGGGTTGGTAAT	19	25nmole	HAP
LD15F	CCCCTATACCATCGCATCC	19	25nmole	HAP
LD15R	GGTAACCGTACCCTGGCTGT	20	25nmole	HAP
LD16F	GGCTTCACAACCTCAAACCA	20	25nmole	HAP
LD16R	ACGAGACCGAGGGACTGAT	19	25nmole	HAP
LD17F	GTCCGAGCAGGAACGAGAA	19	25nmole	HAP
LD17R	GGCGTGGAAGGTCAAAAT	18	25nmole	HAP
LD18F	CGAACGAAACAGGTCCAGG	19	25nmole	HAP
LD18R	CGCGGTTGATTGAGGTTG	18	25nmole	HAP
LD21F	AGGCGAGCCATTGGAAGA	18	25nmole	HAP
LD21R	CAAAAGCAGCCCCGAAAC	18	25nmole	HAP
LME031F	AGCACCGCATCGGTATATCT	20	25nmole	HAP
LME031R	TTGAATGAGGCTGTGAGCAA	20	25nmole	HAP
LME033F	CCACACCCTCCCTTCTTCTC	20	25nmole	HAP
LME033R	AGCCCAAGACTTCAACCAAG	20	25nmole	HAP

ภาพที่ 10 ไพรเมอร์ชนิด SSR ของเห็ดยานางิ *A. cylindracea* จำนวน 13 คู่ไพรเมอร์ (Wang *et al*., 2012)

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การทดลองที่ 1 การเพิ่มศักยภาพการใช้เชื้อไรโซเบียมในการส่งเสริมความทนแล้งให้กับถั่วลิสงในพื้นที่แล้ง

ตารางที่ 27 แปลงปลูกถั่วลิสง และพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แล้งซ้ำซาก

จังหวัด	รหัส	พื้นที่	พิกัด	ความสูง (เมตร)
ชัยภูมิ	M01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'24.8"N101°54'11.8"E	243
	M02	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.รังงาม อ.เนินสง่า	15°29'5.9"N 101°55'1.2"E	248
	M03	แปลงถั่วลิสง ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'51.7"N 101°53'22.23"E	224
	M04	แปลงถั่วลิสง ต.นาเสียว อ.เมืองชัยภูมิ	15°53'43.0"N 102°3'10.1"E	198
	M05	แปลงถั่วลิสง ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ	16°15'4.1"N 102°19'21.3"E	230
	M06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น	16°16'11.8"N 102°23'43.0"E	242
ขอนแก่น	M07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'23.2"N 102°16'51.0"E	211
	M08	แปลงถั่วลิสง ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'48.5"N 102°17'14.5"E	209
	M09	แปลงถั่วลิสง ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'57.8"N 102°17'1.3"E	208
หนองบัวลำภู	M13	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°7'58.1"N 102°23'52.9"E	228
	M14	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°10'13.0"N 102°27'51.8"E	219
	M15	ป่าสาธารณประโยชน์วัดเทพสถิตย์ ต.หัวนา อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°3'45.2"N 102°22'22.7"E	230
	M16	แปลงถั่วลิสง ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'41.2"N 102°7'48.0"E	235
	M17	แปลงถั่วลิสง ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'43.0"N 102°9'58.3"E	220

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 28 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
M01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.24	8.88
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	7.20	7.99
M02	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.รังงาม อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.96	9.41
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.50	6.37
M03	แปลงถั่วลิสง ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.99	15.24
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	7.42	15.60
M04	แปลงถั่วลิสง ต.นาเสียว อ.เมืองชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.96	4.97
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.36	4.48
M05	แปลงถั่วลิสง ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.64	24.61
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	7.34	18.03
M06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	7.04	4.34
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.72	4.01
M07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	6.03	2.56
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	7.04	7.29
M08	แปลงถั่วลิสง ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	7.42	11.02
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.39	14.21
M09	แปลงถั่วลิสง ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	7.56	10.11
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.58	6.22
M13	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	6.17	1.69
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.27	3.24
M14	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	6.06	4.00
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.80	7.26
M15	ป่าสาธารณประโยชน์วัดเทพสถิตย์ ต.หัวนา อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	7.29	1.67
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.28	2.97
M16	แปลงถั่วลิสง ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.41	5.57
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.35	5.39
M17	แปลงถั่วลิสง ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	7.29	7.90
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.58	16.44

กรมวิชาการเกษตร

2. คัดแยกและคัดเลือกเชื้อไรโซเบียมจากตัวอย่างดินพื้นที่แล้งซ้ำซาก

ภาพที่ 11 การดักเชื้อไรโซเบียมในดินด้วยการใช้พืชกับดัก (trap plant) เป็นถั่วลิสง

ภาพที่ 12 ตัวอย่างไรโซเบียมที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหาร m9 minimal media ที่มี ACC เป็นแหล่งไนโตรเจน

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมในการส่งเสริมความทนแล้งให้กับข้าวโพดในพื้นที่แล้ง

ตารางที่ 29 แปลงปลูกข้าวโพดและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แห้งแล้ง

จังหวัด	รหัส	พื้นที่	พิกัด	ความสูง (เมตร)
ชัยภูมิ	P01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'24.8"N 101°54'11.8"E	243
	P02	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.รังงาม อ.เนินสง่า	15°29'5.9"N 101°55'1.2"E	248
	P03	แปลงปลูกข้าวโพด ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'38.0"N 101°53'21.2"E	244
	P04	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเสียว อ.เมืองชัยภูมิ	15°53'42.5"N 102°3'9.4"E	195
	P05	แปลงปลูกข้าวโพด ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ	16°15'12.7"N 102°18'14.3"E	234
	P06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น	16°16'11.8"N 102°23'43.0"E	242
ขอนแก่น	P07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'23.2"N 102°16'51.0"E	211
	P08	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'49.5"N 102°17'10.3"E	211
	P09	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'57.0"N 102°17'1.6"E	209
	P10	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนทัน อ.หนองเรือ	16°30'23.8"N 102°22'37.7"E	188
	P11	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโคกกลางหนองแปน ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ	16°28'21.6"N 102°19'0.1"E	201
	P12	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ	16°28'31.9"N 102°18'13.6"E	205
	P18	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านห้วยม่วง ต.โนนทัน อ.หนองเรือ	16°31'24.29"N 102°20'39.9"E	215
หนองบัวลำภู	P13	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°7'58.1"N 102°23'52.9"E	228
	P14	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°10'13.0"N 102°27'51.8"E	219
	P15	ป่าสาธารณประโยชน์วัดเทพสถิตย์ ต.หัวนา อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°3'45.2"N 102°22'22.7"E	230
	P16	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'40.5"N 102°7'47.2"E	236
	P17	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'30.1"N 102°10'35.7"E	217
มหาสารคาม	P19	แปลงข้าวโพด ต.บรบือ อ.บรบือ	16°4'44.0"N 103°6'39.6"E	192
	P20	วัดป่าโสกนกเต็น ต.บรบือ อ.บรบือ	16°8'7.0"N 103°6'19.8"E	191
	P21	ป่าชุมชน ต.หนองสิม อ.บรบือ	16°4'30.7"N 103°4'26.8"E	193

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	รหัส	พื้นที่	พิกัด	ความสูง (เมตร)
	P22	ป่าโครงการพัฒนาป่าไม้ สร้างงาน สร้างรายได้ ต.หนองคู อ.นาดูน	15°47'28.5"N 103°12'8.6"E	196
	P23	แปลงปลูกข้าวโพด ต.พระธาตุ อ.นาดูน	15°40'48.3"N 103°13'49.6"E	149
	P24	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.พระธาตุ อ.นาดูน	15°40'26.2"N 103°13'28.0"E	157
ร้อยเอ็ด	P25	แปลงปลูกข้าวโพด ต.ชุมพร อ.เมยวดี	16°21'54.3"N 104°6'7.9"E	161
	P26	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชุมพร อ.เมยวดี	16°21'36.3"N 104°6'25.9"E	157
	P27	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชมสะอาด อ.เมยวดี	16°22'12.5"N 104°6'50.1"E	166
	P28	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก	16°16'0.4"N 104°15'8.1"E	201
	P29	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก	16°15'36.9"N 104°15'26.0"E	202
	P30	วัดป่าหนองแคนน้ำ อรัญญสันติธรรม ต.หนองขุ่นใหญ่ อ.หนองพอก	16°13'13.1"N 104°10'45.6"E	194

ภาพที่ 13 สำรวจและเก็บตัวอย่างดินแปลงปลูกข้าวโพดและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แห้งแล้ง

ตารางที่ 30 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
P01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.29	8.61
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.42	7.60
P02	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.รังงาม อ.เนินสง่า จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.77	8.87
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.77	6.51
P03	แปลงปลูกข้าวโพด ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.76	25.12
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.92	21.45
P04	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเสียว อ.เมืองชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.90	5.06
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.38	4.15
P05	แปลงปลูกข้าวโพด ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.93	9.0
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.02	13.05
P06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.57	4.40
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.57	3.90
P07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.20	2.42
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.53	7.56
P08	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.15	10.58
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.57	13.97
P09	แปลงปลูกข้าวโพด ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.71	9.36
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.58	6.20
P10	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	4.89	19.56
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.95	17.53
P11	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโคกกลางหนองแปน ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.17	13.43
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.85	13.59
P12	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	6.09	16.29
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.47	12.07
P13	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	6.11	2.02
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.86	3.36
P14	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.40	3.92
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.52	6.85

กรมวิชาการเกษตร

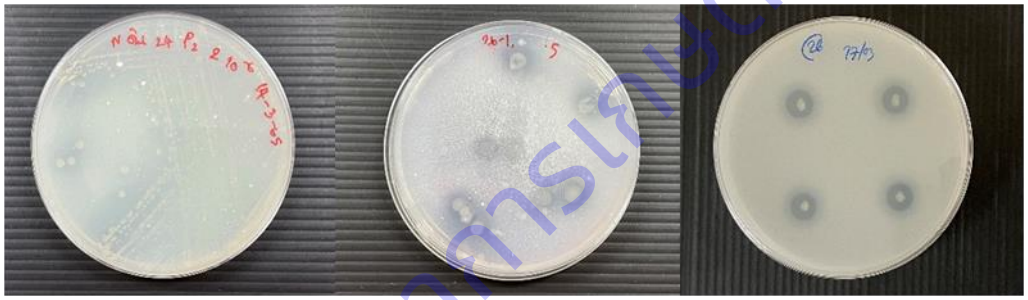
รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
P15	ป่าสาธารณประโยชน์วัดเทพสถิตย์ ต.หัวนา อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.38	1.67
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.84	2.72
P16	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.49	4.86
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.95	5.94
P17	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง (อิสราเอล) จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	6.14	-
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.14	-
P18	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านห้วยม่วง ต.โนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.92	2.69
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.12	2.23
P19	แปลงข้าวโพด ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	6.63	8.39
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.45	4.88
P20	วัดป่าโสกนกเต็น ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	5.87	7.93
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.20	0.78
P21	ป่าชุมชน ต.หนองสิม อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	6.99	8.20
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.88	10.79
P22	ป่าโครงการพัฒนาป่าไม้ สร้างงานสร้างรายได้ ต.หนองคู อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	4.93	8.61
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.00	5.14
P23	แปลงปลูกข้าวโพด ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	4.48	13.10
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.06	21.35
P24	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	5.29	9.53
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.37	8.39
P25	แปลงปลูกข้าวโพด ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	6.70	8.19
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.48	10.66
P26	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.49	1.56
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.72	0.88
P27	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชมสะอาด อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.94	0.58
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.15	0.76
P28	แปลงปลูกข้าวโพด ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.48	4.70
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.43	6.66
P29	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.27	2.27
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.16	4.42

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
P30	วัดป่าหนองแคนน้ำ อรัญญสันติธรรม ต.หนองขุ่นใหญ่ อ.หนองพอก จ. ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	3.84	1.73

2. การทดสอบคุณสมบัติการส่งเสริมการเจริญเติบโตและทนแล้งของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม

นำเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพละลายโพแทสเซียมจาก culture collection จำนวน 7 ไอโซเลท มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี cross streak เพื่อทำการทดสอบในขั้นตอนต่อไป และจากการคัดแยกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมจากแปลงปลูกข้าวโพดและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แล้งซ้ำซาก จำนวน 60 ตัวอย่าง (ดินชั้นบน 30 ตัวอย่าง และดินชั้นล่าง 30 ตัวอย่าง) สามารถคัดเลือกแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม ได้ทั้งหมด จำนวน 108 ไอโซเลท

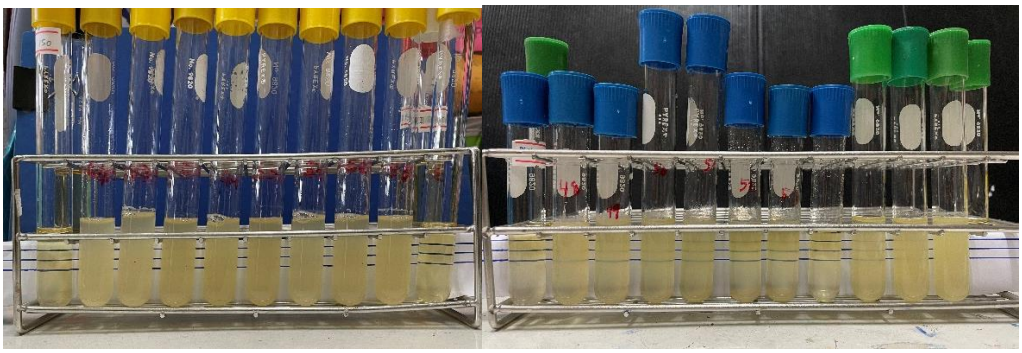


ภาพที่ 14 แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมบนอาหาร Aleksandrow broth

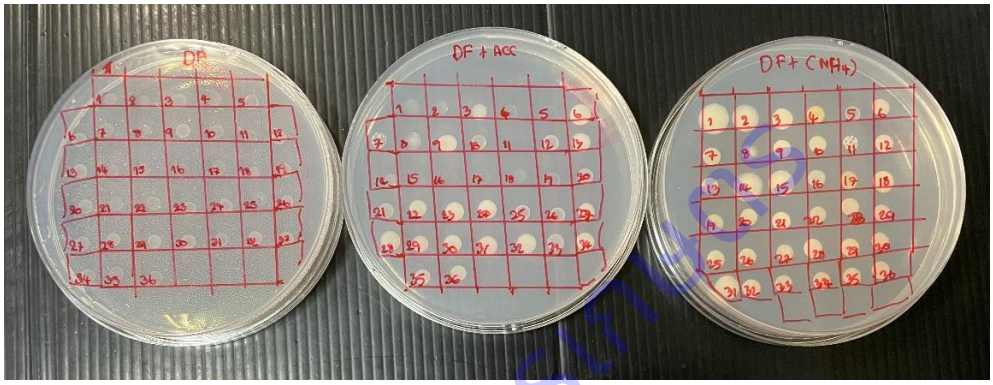
ตารางที่ 31 สายพันธุ์แบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการละลายโพแทสเซียมใน culture collection

ลำดับ	รหัส	พืชอาศัย	แหล่งที่เก็บตัวอย่าง
1	DASG 21001	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
2	DASG 21002	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
3	DASG 21003	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
4	DASG 21004	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
5	DASG 21005	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
6	DASG 21006	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
7	DASG 21007	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 15 การทดสอบความสามารถการเจริญเติบโตในสภาวะที่มีค่าศักย์ของน้ำต่ำในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) เติม polyethylene glycol-6000 ความเข้มข้น 150 (ภาพซ้าย) และ 250 (ภาพขวา) กรัมต่อลิตร



ภาพที่ 16 ตัวอย่างแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหาร DF salts minimal ที่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน (Negative control, ภาพซ้าย) อาหาร DF salts minimal ที่มี ACC เป็นแหล่งไนโตรเจน (Test, ภาพกลาง) และอาหาร DF salts minimal ที่มี $(NH_4)_2SO_4$ เป็นแหล่งไนโตรเจน (Positive control, ภาพขวา)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 32 แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหาร DF salts minimal ที่มี ACC เป็นแหล่งไนโตรเจน

การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย	จำนวนไอโซเลท	รหัสจุลินทรีย์
สามารถเจริญเติบโต	50	KSM22006, KSM22018, KSM22032, KSM22044, KSM22070, KSM22071, KSM22076, KSM22077, KSM22079, KSM22080, KSM22081, KSM22084,KSM22085, KSM22088, KSM22089, KSM22090, KSM22091, KSM22092, KSM22093, KSM22092, KSM22093, KSM22110, KSM22122, KSM22136, KSM22139, KSM22165, KSM22166, KSM22171, KSM22172, KSM22174, KSM22175, KSM22176, KSM22179, KSM22180, KSM22183, KSM22184, KSM22185, KSM22186, KSM22187, KSM22188, KSM22205, KSM22217, KSM22231, KSM22234, DASG21001, DASG21005, DASG21010, DASG21014, DASG21019, DASG21023

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 33 แสดงปริมาณโปรตีนทั้งหมด กิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACC deaminase ของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมแต่ละไอโซเลท

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม ไอโซเลท	**ปริมาณโปรตีน (µg/ml)**	**กิจกรรมเอนไซม์ ACCd (Unit/ml)**	**กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACCd (Unit/µg Protein)**
KSM22006	153.33	3.23×10^{-3}	2.10×10^{-5}
KSM22018	47.65	9.40×10^{-4}	1.97×10^{-5}
KSM22032	**63.53**	**5.60×10^{-3}**	**8.81×10^{-5}**
KSM22044	222.55	4.21×10^{-3}	1.89×10^{-5}
KSM22070	97.06	3.40×10^{-3}	3.50×10^{-5}
KSM22071	86.67	6.28×10^{-3}	7.25×10^{-5}
KSM22076	183.14	6.15×10^{-3}	3.36×10^{-5}
KSM22077	82.36	3.70×10^{-3}	4.50×10^{-5}
KSM22079	27.26	2.10×10^{-4}	7.85×10^{-6}
KSM22080	25.69	5.40×10^{-4}	2.12×10^{-5}
KSM22081	126.67	3.41×10^{-3}	2.69×10^{-5}
KSM22084	85.88	8.30×10^{-4}	9.68×10^{-6}
KSM22085	107.06	2.93×10^{-3}	2.74×10^{-5}
KSM22088	90.98	3.64×10^{-3}	4.0×10^{-5}
KSM22089	127.84	4.46×10^{-3}	3.49×10^{-5}
KSM22090	67.06	2.50×10^{-3}	3.73×10^{-5}
KSM22091	76.28	4.60×10^{-4}	6.04×10^{-6}
KSM22092	115.49	4.47×10^{-3}	3.87×10^{-5}
DASG21001	50.39	6.60×10^{-4}	1.31×10^{-5}
DASG21005	91.77	1.93×10^{-3}	2.10×10^{-5}

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียละลายฟอสเฟตในการส่งเสริมความทนแล้งให้กับอ้อยในพื้นที่แล้ง

ตารางที่ 34 แปลงปลูกอ้อยและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แล้งซ้ำซาก

จังหวัด	รหัส	พื้นที่	พิกัด	ความสูง (เมตร)
ชัยภูมิ	S01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'27.3"N 101°54'11.1"E	243
	S02	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส	15°29'38"N 101°53'20.5"E	227
	S03	แปลงปลูกอ้อย ศวพ. ชัยภูมิ ต.นาฝาย อ.เมืองชัยภูมิ	15°51'20.6"N 102°0'27.1"E	207
	S04	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ	16°15'5.7"N 102°19'17.6"E	231
	S05	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ	16°15'29.4"N 102°19'22.7"E	232
	S06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น	16°16'11.8"N 102°23'43.0"E	242
ขอนแก่น	S07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°28'23.2"N 102°16'51.0"E	211
	S08	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ	16°29'0.3"N 102°17'1.4"E	209
	S09	แปลงปลูกอ้อย บ้านนาเปลือย ต.โนนทัน อ.หนองเรือ	16°30'22.7"N 102°22'36.5"E	185
	S10	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโคกกลางหนองแปน ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ	16°28'21.6"N 102°19'0.1"E	201
	S11	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโนนฟันเรือ ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ	16°28'31.9"N 102°18'13.6"E	205
	S12	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านห้วยม่วง ต.โนนทัน อ.หนองเรือ	16°31'24.29"N 102°20'39.9"E	215
หนองบัวลำภู	S13	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°7'44.6"N 102°23'54.9"E	224
	S14	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°7'58.1"N 102°23'52.9"E	228
	S15	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู	17°10'13.0"N 102°27'51.8"E	219
	S16	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'40.5"N 102°7'47.2"E	236
	S17	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง	16°58'42.4"N 102°9'57.9"E	221
มหาสารคาม	S18	แปลงปลูกอ้อย ต.บรบือ อ.บรบือ	16°4'42.9"N 103°6'39.4"E	192
	S19	วัดป่าโสกนกเต็น ต.บรบือ อ.บรบือ	16°8'7.0"N 103°6'19.8"E	191
	S20	ป่าชุมชน ต.หนองสิม อ.บรบือ	16°4'28.2"N 103°4'23.7"E	192
	S21	ป่าโครงการพัฒนาป่าไม้ สร้างงาน สร้างรายได้	15°47'28.5"N 103°12'8.6"E	196

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	รหัส	พื้นที่	พิกัด	ความสูง (เมตร)
		บ้านโพนทอง ต.หนองคู อ.นาดูน		
	S22	แปลงปลูกอ้อย ต.พระธาตุ อ.นาดูน	15°40'26.6"N 103°13'31.8"E	156
	S23	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.พระธาตุ อ.นาดูน	15°40'26.2"N 103°13'28.0"E	157
ร้อยเอ็ด	S24	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี	16°20'8.0"N 104°2'53.6"E	139
	S25	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี	16°21'36.9"N 104°6'25.2"E	165
	S26	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชุมพร อ.เมยวดี	16°22'12.5"N 104°6'50.1"E	166
	S27	แปลงปลูกอ้อย ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก	16°14'25.5"N 104°15'19.3"E	208
	S28	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก	16°15'36.9"N 104°15'26.0"E	202
	S29	วัดป่าหนองแคนน้ำ อรัญญสันติธรรม ต.หนองขุ่นใหญ่ อ.หนองพอก	16°13'13.1"N 104°10'45.6"E	194

ภาพที่ 17 สำรวจและเก็บตัวอย่างดินแปลงปลูกอ้อยและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แล้งซ้ำซาก

ตารางที่ 35 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
S01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	4.98	8.61
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.81	7.60
S02	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	6.05	21.49
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.29	19.10
S03	แปลงปลูกอ้อย ศวพ. ชัยภูมิ ต.นาฝาย อ.เมืองชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.83	4.43
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.08	10.40
S04	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.86	5.11
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.03	10.69
S05	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.51	7.04
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.74	11.80
S06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.01	4.40
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.29	3.90
S07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.07	2.42
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.27	7.56
S08	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.32	9.36
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.07	6.20
S09	แปลงปลูกอ้อย บ้านนาเปลือย ต.โนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.26	2.89
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.35	2.34
S10	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโคกกลางหนองแปน ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.09	19.20
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.91	17.62
S11	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโนนฟันเรือ ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	5.89	12.63
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.67	13.82
S12	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านห้วยม่วง ต.โนนทัน อ.หนองเรือ	ดินบน (0–20 ซม.)	5.77	17.57
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.39	12.62
S13	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.04	2.96
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.23	3.19

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
S14	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.28	2.02
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.50	3.36
S15	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.39	3.92
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.21	6.85
S16	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	4.94	4.86
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	6.51	5.94
S17	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	5.51	7.73
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.73	17.27
S18	แปลงปลูกอ้อย ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	4.90	8.47
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.39	5.29
S19	วัดป่าโสกนกเต็น ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	5.17	8.09
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.29	0.77
S20	ป่าชุมชน ต.หนองสิม อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	5.14	8.46
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.38	10.87
S21	ป่าโครงการพัฒนาป่าไม้ สร้างงาน สร้างรายได้ บ้านโพนทอง ต.หนองคู อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	5.04	8.59
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.43	5.25
S22	แปลงปลูกอ้อย ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	4.73	6.08
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.69	3.23
S23	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	4.64	9.47
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.43	8.37
S24	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.65	3.51
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	4.98	7.60
S25	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	5.20	1.71
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.67	0.83
S26	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	5.11	0.59
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.30	0.75

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ความชื้นดิน (%)
S27	แปลงปลูกอ้อย ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.70	8.86
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.15	14.10
S28	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.44	2.09
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.20	4.38
S29	วัดป่าหนองแคนน้ำ อรัญญสันติธรรม ต.หนองขุ่นใหญ่ อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	4.70	1.70
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	5.20	2.26

ตารางที่ 36 แบคทีเรียละลายฟอสเฟตที่คัดแยกได้จากแปลงปลูกอ้อยและพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่แล้งซ้ำซาก

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท
S01	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านสระสี่เหลี่ยม ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S1-U1, S1-U2
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S1-L1, S1-L2, S1-L3, S1-L4
S02	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านกอก อ.จัตุรัส จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S2-U1, S2-U2, S2-U3, S2-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S2-L1, S2-L2, S2-L3, S2-L4
S03	แปลงปลูกอ้อย ศวพ. ชัยภูมิ ต.นาฝาย อ.เมืองชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S3-U1, S3-U2, S3-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S3-L1, S3-L2, S3-L3, S3-L4
S04	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S4-U1, S4-U2, S4-U3, S4-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S4-L1, S4-L2
S05	แปลงปลูกอ้อย ต.หนองสังข์ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S5-U1, S5-U2, S5-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S5-L1, S5-L2, S5-L3, S5-L4
S06	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.หนองคู อ.บ้านแท่น จ.ชัยภูมิ	ดินบน (0–20 ซม.)	S6-U1, S6-U2, S6-U3, S6-U4, S6-U5
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S6-L1, S6-L2, S6-L3, S6-L4
S07	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	S7-U1, S7-U2, S7-U3, S7-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S7-L1, S7-L2, S7-L3, S7-L4, S7-L5
S08	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	S8-U-1, S8-U-2, S8-U-3, S8-U-4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S8-L1, S8-L2, S8-L3, S8-L4
S09	แปลงปลูกอ้อย บ้านนาเปลือย ต.โนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	S9-U1, S9-U2, S9-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	-
S10	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโคกกลางหนองแปน ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ	ดินบน (0–20 ซม.)	S10-U1, S10-U2
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	-

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท
	จ.ขอนแก่น		
S11	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านโนนฟันเรือ ต.กุดกว้าง อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	S11-U1, S11-U2, S11-U3, S11-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S11-L1, S11-L2
S12	ป่าสาธารณประโยชน์ บ้านห้วยม่วงต.โนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น	ดินบน (0–20 ซม.)	S12-U1, S12-U2, S12-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S12-L1, S12-L2
S13	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จหนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	S13-U1, S13-U2, S13-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S13-L1, S13-L2
S14	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	S14-U1, S14-U2
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	-
S15	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	S15-U1, S15-U2, S15-U3, S15-U4, S15-U5, S15-U6
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	-
S16	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	S16-U1, S16-U2, S16-U3, S16-U4, S16-U5, S16-U6, S16-U7
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S16-L1, S16-L2, S16-L3, S16-L4
S17	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู	ดินบน (0–20 ซม.)	S17-U1, S17-U2, S17-U3, S17-U4, S17-U5, S17-U6, S17-U7
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S17-L1, S17-L2, S17-L3, S17-L4, S17-L5, S17-L6, S17-L7
S18	แปลงปลูกอ้อย ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S18-U1, S18-U2, S18-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S18-L1
S19	วัดป่าโสกนกเต็น ต.บรบือ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S19-U1
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S19-L1, S19-L2, S19-L3, S19-L4, S19-L5
S20	ป่าชุมชน ต.หนองสิม อ.บรบือ จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S20-U1, S20-U2
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S20-L1, S20-L2
S21	ป่าโครงการพัฒนาป่าไม้ สร้างงานสร้างรายได้ บ้านโพนทอง ต.หนองคู อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S21-U1, S21-U2, S26-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S21-L1, S21-L2
S22	แปลงปลูกอ้อย ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S22-U1, S22-U2, S22-U3, S22-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S22-L1, S22-L2
S23	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.พระธาตุ อ.นาดูน จ.มหาสารคาม	ดินบน (0–20 ซม.)	S23-U1, S23-U2, S23-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S23-L1, S23-L2

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	พื้นที่	ตัวอย่างดิน	แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท
S24	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S24-U1, S24-U2, S24-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S24-L1, S24-L2
S25	แปลงปลูกอ้อย ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S25-U1, S25-U2, S25-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	-
S26	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.ชุมพร อ.เมยวดี จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S26-U1, S26-U2, S26-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S26-L1, S26-L2, S26-L3
S27	แปลงปลูกอ้อย ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S27-U1, S27-U2, S27-U3
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S27-L1, S27-L2, S27-L3, S27-L4
S28	ป่าสาธารณประโยชน์ ต.โคกสว่าง อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S28-U1, S28-U2, S18-U3, S28-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S28-L1, S28-L2
S29	วัดป่าหนองแคนน้ำ อรัญญสันติธรรม ต.หนองขุ่นใหญ่ อ.หนองพอก จ.ร้อยเอ็ด	ดินบน (0–20 ซม.)	S29-U1, S29-U2, S29-U3, S29-U4
		ดินล่าง (20–50 ซม.)	S29-L1

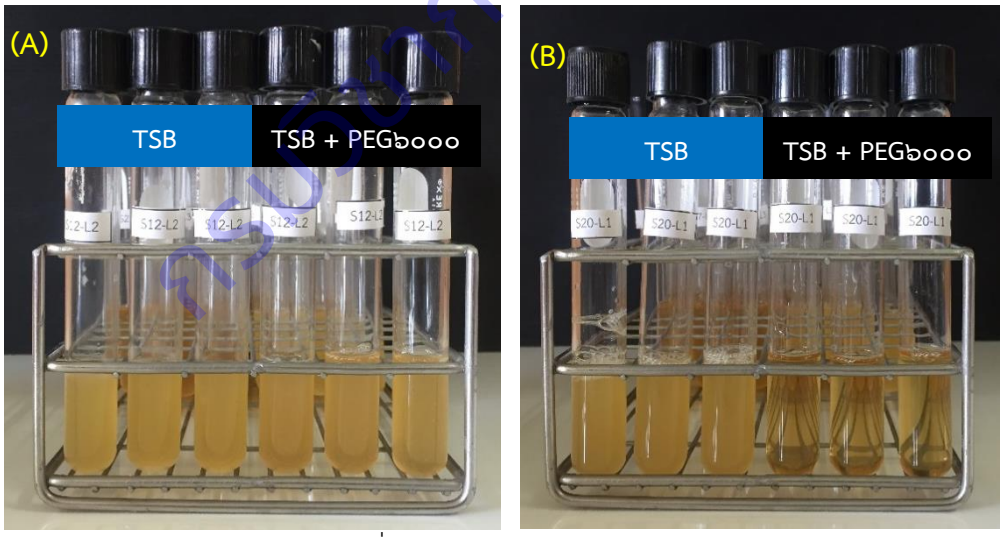
ภาพที่ 18 แบคทีเรียละลายฟอสเฟตบนอาหาร Pikovskaya agar

ตารางที่ 37 ความสามารถในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในอาหาร Tryptic soy broth ที่เติม polyethylene glycol-6000 ความเข้มข้น 260 กรัมต่อลิตร (อาหารมีค่าศักย์ของน้ำ เท่ากับ -0.73 MPa)

การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย	จำนวนไอโซเลท	รหัสแบคทีเรียละลายฟอสเฟต
สามารถเจริญเติบโต	86	S1-U2, S2-U2, S3-U3, S4-U3, S5-U2, S6-U1, S6-U3, S10-U2, S13-U3, S14-U1, S14-U2, S15-U1, S15-U2, S15-U3, S15-U4, S15-U5, S15-U6, S16-U1, S16-U2, S16-U3, S16-U5, S17-U1, S17-U2, S17-U3, S17-U4, S17-U6, S17-U7, S20-U1, S25-U1, S25-U2, S27-U1, S1-L1, S1-L2, S2-L1, S2-L2, S3-L4, S4-L1, S4-L2, S5-L1, S5-L2, S6-L1, S6-L2, S6-L3,

ศูนย์วิชาการเกษตร

การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย	จำนวนไอโซเลท	รหัสแบคทีเรียละลายฟอสเฟต
		S6-L4, S7-L3, S7-L4, S8-L1, S8-L2, S12-L1, S12-L2, S16-L1, S16-L2, S16-L3, S16-L4, S17-L1, S17-L2, S17-L3, S17-L4, S17-L5, S17-L6, S17-L7, S19-L1, S19-L2, S19-L4, S20-L1, S20-L2, S27-L1, S27-L2, S27-L3, S27-L4, DASI001, DASI003, DASI004, DASI016, DASI017, DASI019, DASI020, DASI021, DASI023, DASI024, DASI026, DASI028, DASI030, DASI031, DASI035, DASI037
ไม่สามารถเจริญเติบโต	53	S1-U1, S3-U2, S4-U2, S7-U1, S9-U1, S10-U1, S20-U2, S25-U3, S27-U2, S27-U3, S2-L3, S2-L4, S3-L1, S3-L2, S3-L3, S7-L1, S7-L2, S19-L3, S19-L5, DASI002, DASI005, DASI006, DASI007, DASI008, DASI009, DASI010, DASI011, DASI012, DASI013, DASI014, DASI015, DASI018, DASI022, DASI025, DASI027, DASI029, DASI032, DASI033, DASI034, DASI036, DASI038, DASI039, DASI040, DASI041, DASI042, DASI043, DASI044, DASI045, DASI046, DASI047, DASI048, DASI049, DASI050

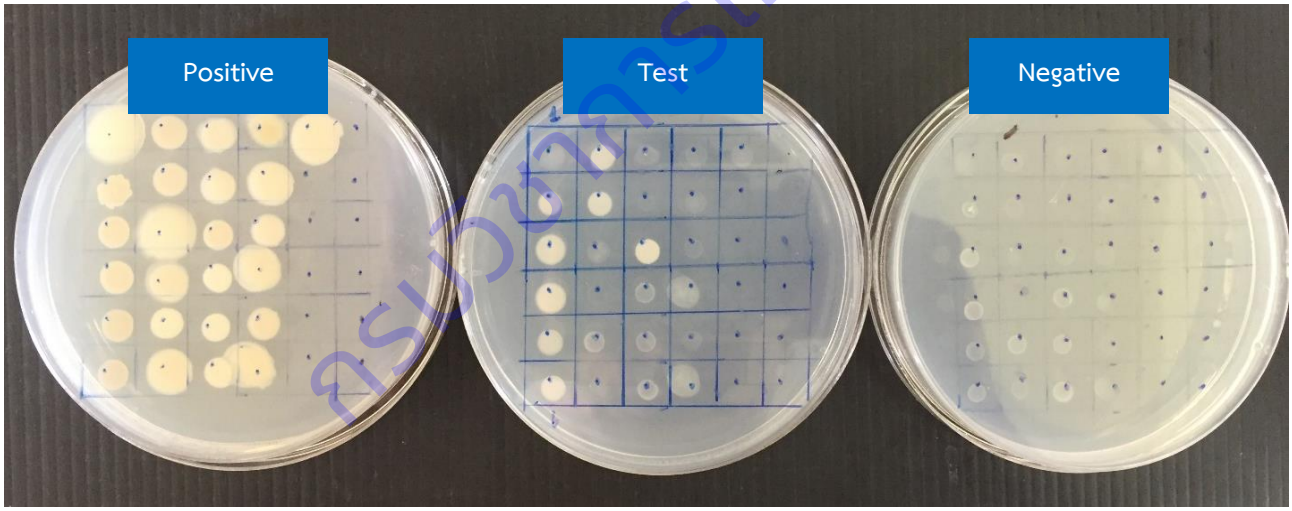


ภาพที่ 19 ตัวอย่างแบคทีเรียละลายฟอสเฟตที่สามารถเจริญเติบโต (A) และไม่สามารถเจริญเติบโต (B) ในอาหาร Tryptic soy broth ที่เติม polyethylene glycol-6000 ความเข้มข้น 260 กรัมต่อลิตร (อาหารมีค่าศักย์ของน้ำเท่ากับ -0.73 MPa)

กองบริการเกษตร

ตารางที่ 38 การเจริญเติบโตของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตบนอาหาร อาหาร DF salts minimal ที่มี ACC เป็นแหล่งไนโตรเจน

การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย	จำนวนไอโซเลท	รหัสแบคทีเรียละลายฟอสเฟต
สามารถเจริญเติบโต	50	S1-U2, S2-U2, S3-U3, S6-U3, S15-U3, S15-U4,S15-U5, S15-U6, S16-U1, S16-U2, S16-U5, S17-U2, S17-U3, S17-U4, S17-U6, S17-U7, S20-U1, S25-U1, S25-U2, S27-U1, S1-L1, S1-L2, S2-L2, S3-L4, S8-L1, S8-L2, S12-L2, S17-L3, S17-L4, S17-L5, S19-L1, S19-L4, S20-L1, S20-L2, DASI001, DASI003, DASI004, DASI016, DASI017, DASI019, DASI020, DASI021, DASI023, DASI024, DASI026, DASI028, DASI030, DASI031, DASI035, DASI037
ไม่สามารถเจริญเติบโต	36	S4-U3, S5-U2, S6-U1, S10-U2, S13-U3, S14-U1, S14-U2, S15-U1, S15-U2, S16-U3, S17-U1, S2-L1, S4-L1, S4-L2, S5-L1, S5-L2, S6-L1, S6-L2, S6-L3, S6-L4, S7-L3, S7-L4, S12-L1, S16-L1, S16-L2, S16-L3, S16-L4, S17-L1, S17-L2, S17-L6, S17-L7, S19-L2, S27-L1, S27-L2, S27-L3, S27-L4



ภาพที่ 20 ตัวอย่างแบคทีเรียละลายฟอสเฟตที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหาร DF salts minimal ที่มี $(NH_4)_2SO_4$ เป็นแหล่งไนโตรเจน (Positive control) อาหาร DF salts minimal ที่มี ACC เป็นแหล่งไนโตรเจน (Test) และอาหาร DF salts minimal ที่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน (Negative control)

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 39 แสดงปริมาณโปรตีนทั้งหมด กิจกรรมและกิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACC deaminase ของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตแต่ละไอโซเลท

แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท	ปริมาณโปรตีน (µg/ml)	กิจกรรมเอนไซม์ ACCd (Unit/ml)	กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACCd (Unit/µg Protein)
S1-U2	169.81	7.55×10^{-4}	4.45×10^{-6}
S2-U2	226.34	1.96×10^{-2}	8.68×10^{-5}
S3-U3	181.70	6.04×10^{-4}	3.33×10^{-6}
S6-U3	210.41	8.31×10^{-4}	3.95×10^{-6}
S15-U3	362.49	2.34×10^{-3}	6.46×10^{-6}
S15-U4	357.56	3.52×10^{-2}	9.84×10^{-5}
S15-U5	233.06	1.28×10^{-3}	5.51×10^{-6}
S15-U6	227.23	1.36×10^{-3}	5.98×10^{-6}
S16-U1	253.25	2.11×10^{-3}	8.35×10^{-6}
S16-U2	166.67	1.96×10^{-3}	1.18×10^{-5}
S16-U5	173.62	3.78×10^{-4}	2.18×10^{-6}
S17-U2	177.88	2.95×10^{-3}	1.66×10^{-5}
S17-U3	367.65	2.04×10^{-3}	5.55×10^{-6}
S17-U4	174.97	2.19×10^{-3}	1.25×10^{-5}
S17-U6	329.74	2.49×10^{-3}	7.56×10^{-6}
S17-U7	359.13	2.19×10^{-3}	6.10×10^{-6}
S20-U1	162.18	3.70×10^{-3}	2.28×10^{-5}
S25-U1	199.64	2.95×10^{-3}	1.48×10^{-5}
S25-U2	302.91	2.72×10^{-3}	8.98×10^{-6}
S27-U1	369.22	9.06×10^{-4}	2.45×10^{-6}
S1-L1	200.31	1.66×10^{-3}	8.30×10^{-6}
S1-L2	304.85	1.89×10^{-3}	6.19×10^{-6}
S2-L2	213.77	1.13×10^{-3}	5.30×10^{-6}
S3-L4	199.19	3.47×10^{-3}	1.74×10^{-5}
S8-L	290.71	7.55×10^{-4}	2.60×10^{-6}
S8-L2	314.49	2.34×10^{-3}	7.45×10^{-6}
S12-L2	247.20	4.31×10^{-3}	1.74×10^{-5}
S17-L3	219.38	3.17×10^{-3}	1.45×10^{-5}
S17-L4	334.70	9.06×10^{-4}	2.71×10^{-6}

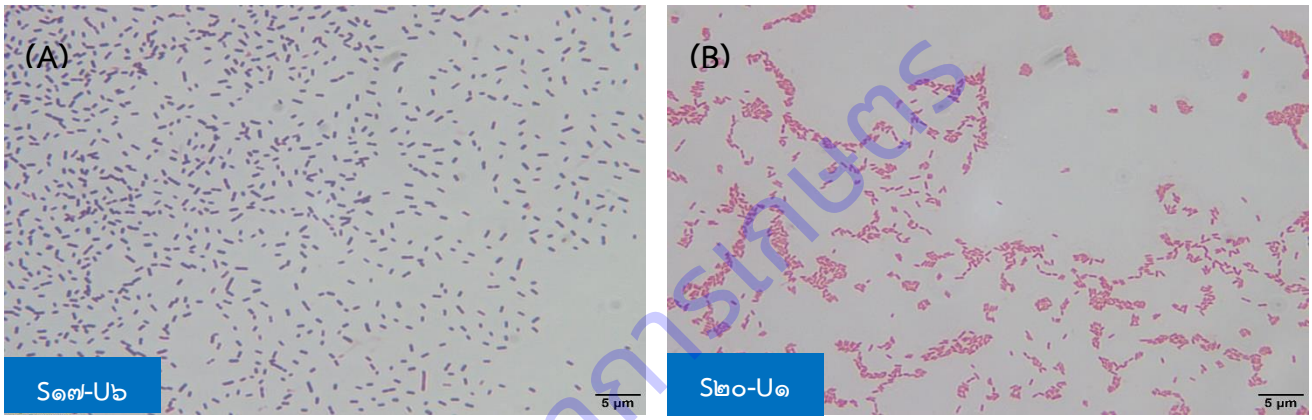
กรมวิชาการเกษตร

แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท	ปริมาณโปรตีน (µg/ml)	กิจกรรมเอนไซม์ ACCd (Unit/ml)	กิจกรรมจำเพาะของเอนไซม์ ACCd (Unit/µg Protein)
S17-L5	265.37	3.63×10^{-3}	1.37×10^{-5}
S19-L1	213.10	8.84×10^{-3}	4.15×10^{-5}
S19-L4	227.23	1.00×10^{-2}	4.42×10^{-5}
S20-L1	159.04	7.55×10^{-4}	4.75×10^{-6}
S20-L2	201.21	2.49×10^{-3}	1.24×10^{-5}
DASI001	391.69	6.80×10^{-4}	1.74×10^{-6}
DASI003	258.40	6.04×10^{-4}	2.34×10^{-6}
DASI004	282.47	6.04×10^{-4}	2.14×10^{-6}
DASI016	401.23	8.31×10^{-4}	2.07×10^{-6}
DASI017	268.62	5.29×10^{-4}	1.97×10^{-6}
DASI019	346.50	1.74×10^{-3}	5.01×10^{-6}
DASI020	361.04	1.51×10^{-3}	4.18×10^{-6}
DASI021	298.59	9.06×10^{-4}	3.04×10^{-6}
DASI023	310.63	8.31×10^{-4}	2.27×10^{-6}
DASI024	301.54	4.00×10^{-3}	1.33×10^{-5}
DASI026	319.26	8.31×10^{-4}	2.6×10^{-6}
DASI028	296.78	6.04×10^{-4}	2.04×10^{-6}
DASI030	325.39	5.29×10^{-4}	1.62×10^{-6}
DASI031	278.38	5.21×10^{-3}	1.87×10^{-5}
DASI035	266.12	1.51×10^{-3}	5.68×10^{-6}
DASI037	345.14	4.61×10^{-3}	1.33×10^{-5}

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 40 การติดสีแกรมของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตที่เจริญบนอาหาร NA ที่ถูกบ่ม 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การติดสีแกรม	จำนวนไอโซเลท	แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไอโซเลท
แกรมบวก	13	S16-U1, S17-U6, S17-U7, DASI003, DASI016, DASI021, DASI023, DASI024, DASI026, DASI028, DASI030, DASI031, DASI035
แกรมลบ	37	S1-U2, S2-U2, S3-U3, S6-U3, S15-U3, S15-U4, S15-U5, S15-U6, S16-U2, S16-U5, S17-U2, S17-U3, S17-U4, S20-U1, S25-U1, S25-U2, S27-U1, S1-L1, S1-L2, S2-L2, S3-L4, S8-L1, S8-L2, S12-L2, S17-L3, S17-L4, S17-L5, S19-L1, S19-L4, S20-L1, S20-L2, DASI001, DASI004, DASI017, DASI019, DASI020, DASI037



ภาพที่ 21 แสดงการติดสีแกรมบวกของแบคทีเรียละลายฟอสเฟต (A) และการติดสีแกรมลบของแบคทีเรียละลายฟอสเฟต (B)

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 41 การศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อและอุณหภูมิต่อการสร้าง In-house library ของแบคทีเรียทนแล้งด้วยเครื่องมัลดิทอฟ

ตารางที่ 1 สายพันธุ์ไรโซเบียม

ลำดับ	รหัส*	พืชอาศัย	แหล่งที่เก็บตัวอย่าง
1	DASA 03001	ถั่วลิสง	niftal USA
2	DASA 03013	ถั่วลิสง	niftal USA
3	DASA 03016	ถั่วลิสง	niftal USA
4	DASA 03085	ถั่วลิสง	อ. สันกำแพง จ. เชียงใหม่
5	DASA 03093	ถั่วลิสง	อ. พร้าว จ. เชียงใหม่
6	DASA 03126	ถั่วลิสง	อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี
7	DASA 03172	ถั่วลิสง	อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา
8	DASA 03178	ถั่วลิสง	อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา
9	DASA 03188	ถั่วลิสง	อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

***** DASA หมายถึง หมายถึงเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ต่าง ๆ จากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 42 สายพันธุ์แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม

ลำดับ	รหัส	พืชอาศัย	แหล่งที่เก็บตัวอย่าง
1	DASG 21001	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
2	DASG 21002	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
3	DASG 21003	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
4	DASG 21004	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
5	DASG 21005	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
6	DASG 21006	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม
7	DASG 21007	*Crinum* sp.	อ. นาทม จ. นครพนม

กรมวิชาการเกษตร

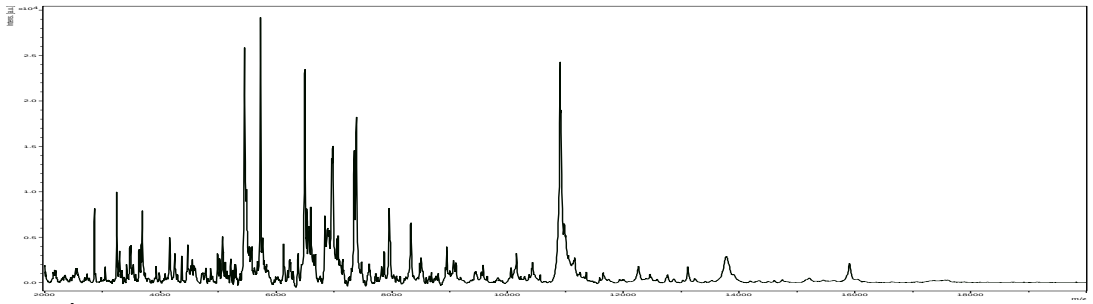
ตารางที่ 43 สายพันธุ์แบคทีเรียละลายฟอสเฟต

ลำดับ	รหัส	พื้นที่
1	S08-U-1	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
2	S08-U-2	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
3	S08-U-3	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
4	S08-U-4	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
5	S08-L-1	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
6	S08-L-2	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
7	S08-L-3	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
8	S08-L-4	แปลงปลูกอ้อย ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
9	S13-U-1	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
10	S13-U-2	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
11	S13-U-3	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
12	S13-L-1	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
13	S13-L-2	แปลงปลูกอ้อย ต.บ้านพร้าว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
14	S15-U-1	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
15	S15-U-2	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
16	S15-U-3	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
17	S15-U-4	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
18	S15-U-5	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
19	S15-U-6	วัดป่าธรรมยุต ต.หนองบัว อ.เมืองหนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู
20	S16-U-1	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
21	S16-U-2	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
22	S16-U-3	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
23	S16-U-4	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
24	S16-U-5	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
25	S16-U-6	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
26	S16-U-7	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
27	S16-L-1	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
28	S16-L-2	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
29	S16-L-3	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
30	S16-L-4	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
31	S17-U-1	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู

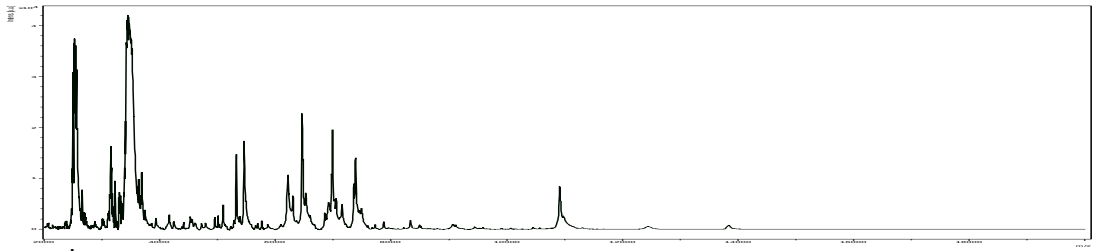
ศรีบุญเรือง

ลำดับ	รหัส	พื้นที่
32	S17-U-2	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
33	S17-U-3	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
34	S17-U-4	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
35	S17-U-5	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
36	S17-U-6	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
37	S17-U-7	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
38	S17-L-1	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
39	S17-L-2	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
40	S17-L-3	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
41	S17-L-4	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
42	S17-L-5	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
43	S17-L-6	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู
44	S17-L-7	แปลงปลูกอ้อย ต.โนนสะอาด อ.ศรีบุญเรือง จ.หนองบัวลำภู

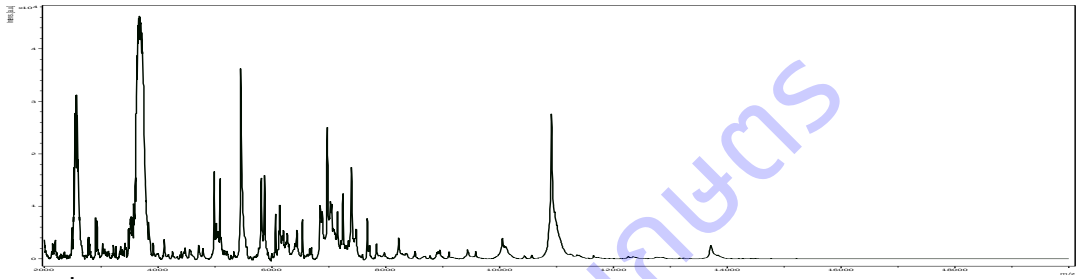
กรมวิชาการเกษตร



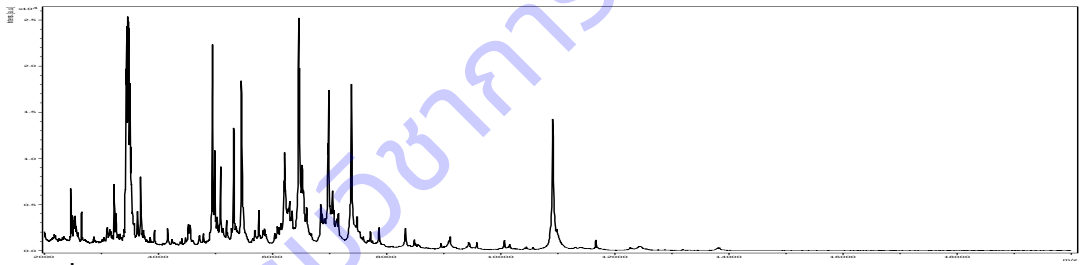
ภาพที่ 22 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03001



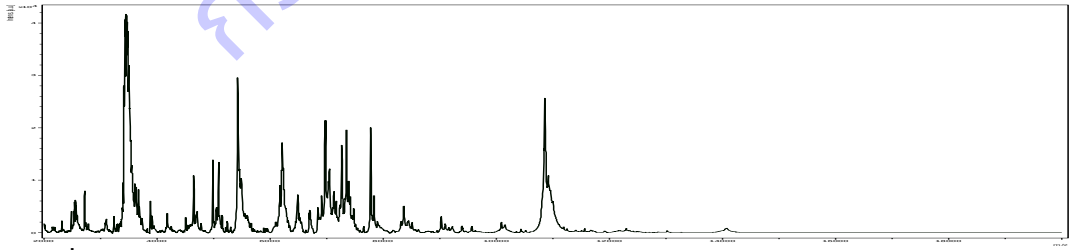
ภาพที่ 23 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03013



ภาพที่ 24 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03016

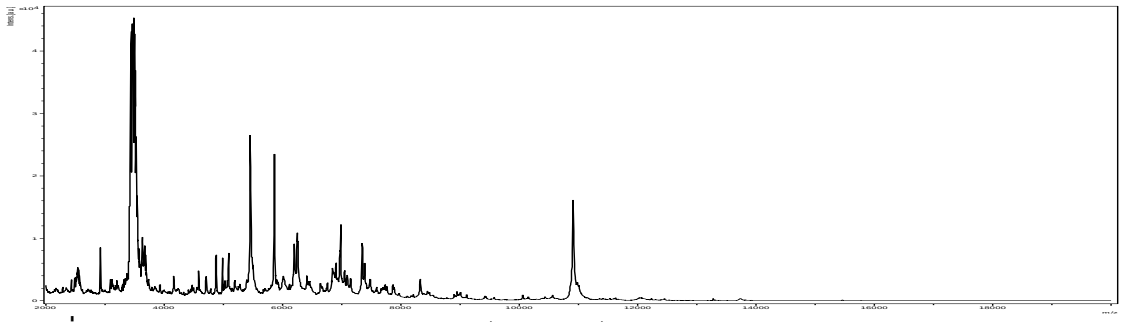


ภาพที่ 25 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03085

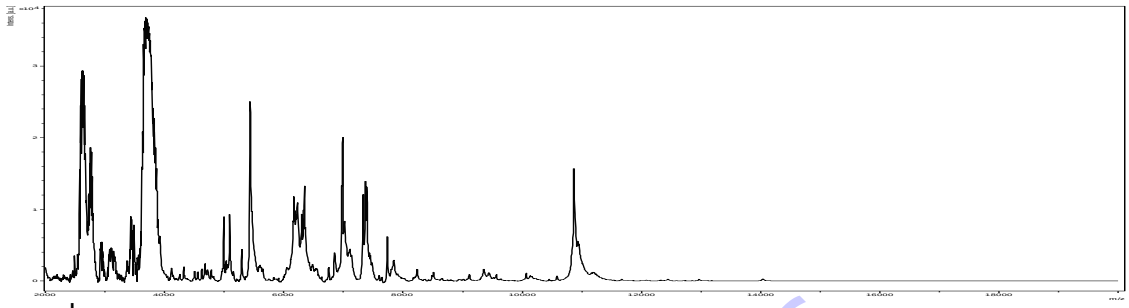


ภาพที่ 26 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03093

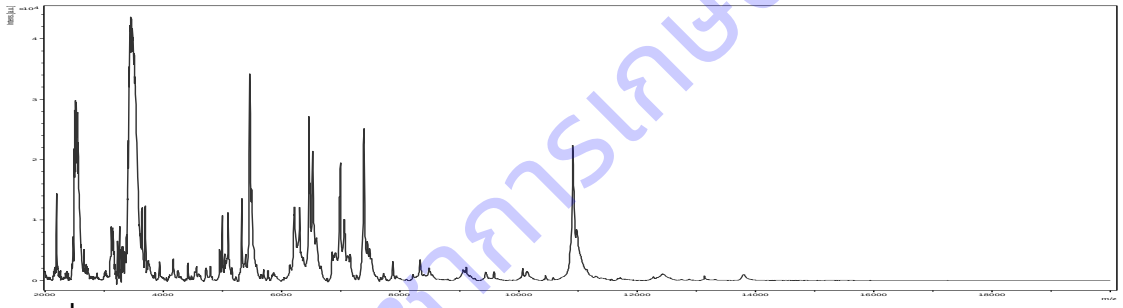
กรมวิชาการเกษตร



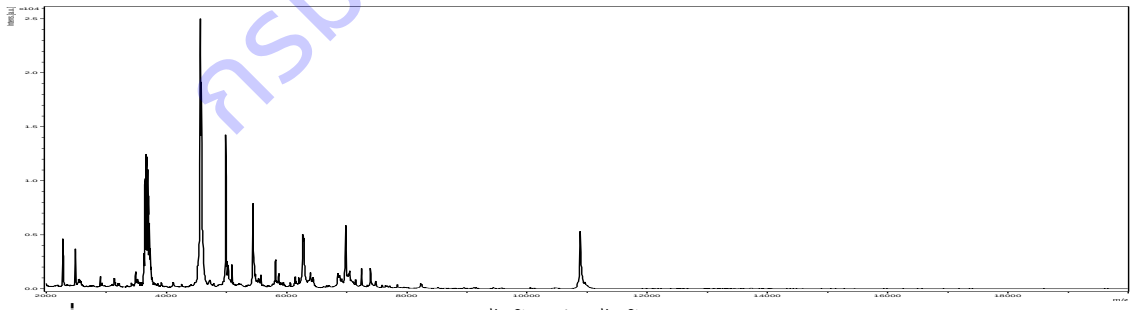
ภาพที่ 27 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03126



ภาพที่ 28 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03172



ภาพที่ 29 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03178



ภาพที่ 30 Peptide mass fingerprint ของไรโซเบียมไอโซเลท DASA 03188

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 44 สายพันธุ์ไรโซเบียม แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม และแบคทีเรียละลายฟอสเฟต

Group	Collection	Code
Rhizobium (50 isolates)	Culture collection (15 isolates)	DASA 03075, DASA 03087, DASA 03091, DASA 03093, DASA 03102, DASA 03112, DASA 03116, DASA 03119, DASA 03124, DASA 03128, DASA 03129, DASA 03131, DASA 03135, DASA 03144, DASA 03159
	Northeastern (35 isolates)	KK-3, KK-4, KK-5, KK-7, KK-8, KK-9, KK-11, CPM-2, CPM-3, CPM-5, CPM-6, CPM-8, CPM-10, NBP-1, NBP-3, NBP-4, NBP-7, NBP-9, NBP-11, NBP-12, RET-1, RET-3, RET-4, RET-7, RET-8, RET-9, RET-11, RET-12, MKM-2, MKM-5, MKM-7, MKM-8, MKM-9, MKM-10, MKM-11
KSM (50 isolates)	Culture collection (6 isolates)	DASG21001, DASG21005, DASG21010, DASG21014, DASG21019, DASG21023
	Northeastern (44 isolates)	KSM22006, KSM22018, KSM22032, KSM22044, KSM22070, KSM22071, KSM22076, KSM22077, KSM22079, KSM22080, KSM22081, KSM22084, KSM22085, KSM22088, KSM22089, KSM22090, KSM22091, KSM22092, KSM22093, KSM22092, KSM22093, KSM22110, KSM22122, KSM22136, KSM22139, KSM22165, KSM22166, KSM22171, KSM22172, KSM22174, KSM22175, KSM22176, KSM22179, KSM22180, KSM22183, KSM22184, KSM22185, KSM22186, KSM22187, KSM22188, KSM22205, KSM22217, KSM22231, KSM22234
PSM (50 isolates)	Culture collection (16 isolates)	DASI003, DASI016, DASI021, DASI023, DASI024, DASI026, DASI028, DASI030, DASI031, DASI035, DASI001, DASI004, DASI017, DASI019, DASI020, DASI037
	Northeastern (34 isolates)	S1-U2, S2-U2, S3-U3, S6-U3, S15-U3, S15-U4, S15-U5, S15-U6, S16-U1, S16-U2, S16-U5, S17-U2, S17-U3, S17-U4, S20-U1, S25-U1, S25-U2, S27-U1, S1-L1, S1-L2, S2-L2, S3-L4, S8-L1, S8-L2, S12-L2, S17-U6, S17-U7, S17-L3, S17-L4, S17-L5, S19-L1, S19-L4, S20-L1, S20-L2

***** DASA หมายถึง หมายถึงเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ต่าง ๆ จากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

KSM หมายถึง Potassium Solubilizing Microorganisms (จุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม)

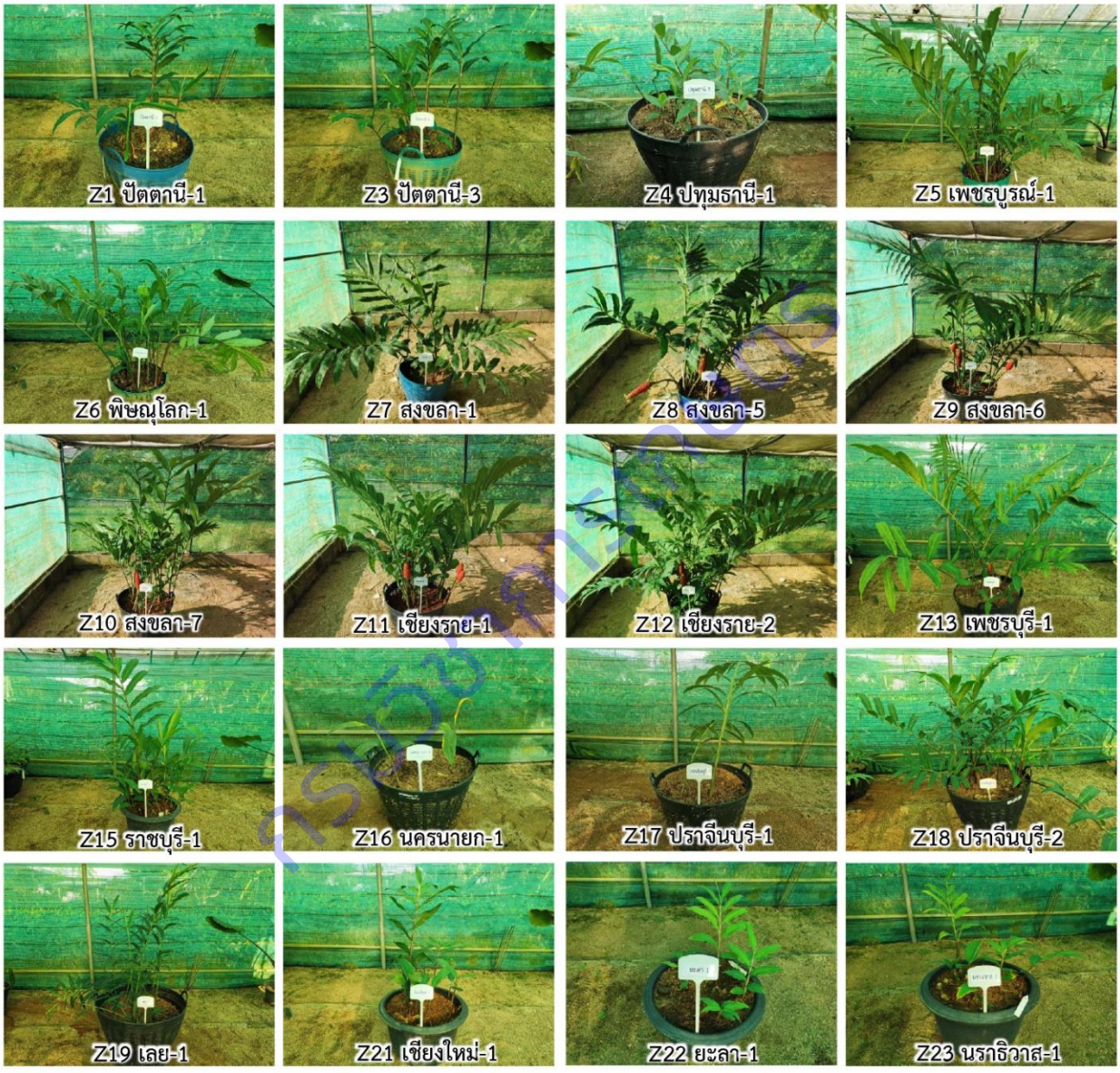
PSM หมายถึง Phosphate Solubilizing Microorganisms (จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต)

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก *2*

หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้ของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของไพลดำ (*Zingiber ottensii* Valeton) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์



ภาพที่ 1 เชื้อพันธุกรรมไพลดำที่เก็บอนุรักษ์ในกรมวิชาการเกษตรจำนวน 20 ตัวอย่างพันธุ์

ภาพที่ 2 พื้นที่อนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลา (ก) และสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (ข) กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 สภาพนิเวศวิทยา ลักษณะพฤกษศาสตร์ และผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินของไพลดำ 20 ตัวอย่างพันธุ์

รหัส	ตัวอย่างพันธุ์ (ชื่อท้องถิ่น)	สภาพนิเวศวิทยา	ลักษณะทางพฤกษศาตร์ และการเจริญเติบโต	ธาตุอาหารในดิน
Z1	ปัตตานี-1 (บอราฮีแต)	พื้นที่: ต.ละหาร อ.สายบุรี จ.ปัตตานี ความสูงจากน้ำทะเล: 15 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนสีดำ ความเข้มแสง: 40% ภายใต้ร่มเงา: ต้นมะรุม	ความสูงต้น: 1.40 ม. จำนวนใบย่อย: 17 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7x34 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: เหง้าขนาดใหญ่ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 1.4 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.11 อินทรียวัตถุ (%OM): 1.92 ไนโตรเจน (%N): 0.10 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 96.37 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 24.95
Z3	ปัตตานี-3 (บอราฮีแต)	พื้นที่: ต.ละหาร อ.สายบุรี จ.ปัตตานี ความสูงจากน้ำทะเล: 34 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนสีน้ำตาลปนทราย ความเข้มแสง: 60% ภายใต้ร่มเงา: ต้นมะนาว	ความสูงต้น: 1.75 ม. จำนวนใบย่อย: 26 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7.6x32.6 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอสม่ำเสมอ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 3.2 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 0.81 อินทรียวัตถุ (%OM): 1.40 ไนโตรเจน (%N): 0.07 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 8.48 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 13.71
Z4	ปทุมธานี-1	พื้นที่: ต.รังสิต อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี ความสูงจากน้ำทะเล: 4 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียว ความเข้มแสง: 30% ภายใต้ร่มเงา: อินทนิล	ความสูงต้น: 0.69 ม. จำนวนใบย่อย: 21 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 4.5x20.5 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอสมบูรณ์ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 1.3 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 3.23 อินทรียวัตถุ (%OM): 5.57 ไนโตรเจน (%N): 0.28 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 167.05 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 334.78
Z5	เพชรบูรณ์-1	พื้นที่: ต.เข็กน้อย อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ความสูงจากน้ำทะเล: 651 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียว ความเข้มแสง: 90% ภายใต้ร่มเงา: กล้วย (ต้นเล็ก)	ความสูงต้น: 1.28 ม. จำนวนใบย่อย: 17 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 6.6x26.3 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 9.0 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.05 อินทรียวัตถุ (%OM): 1.81 ไนโตรเจน (%N): 0.09 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 97.31 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 138.73
Z6	พิษณุโลก-1	พื้นที่: ต.น้ำกุ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก ความสูงจากน้ำทะเล: 209 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วน ความเข้มแสง: 100% ภายใต้ร่มเงา: กลางแจ้ง	ความสูงต้น: 1.00 ม. จำนวนใบย่อย: 17 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7.2x32.7 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 4.1 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.81 อินทรียวัตถุ (%OM): 3.12 ไนโตรเจน (%N): 0.16 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 125.31 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 1609.85
Z7	สงขลา-1 (กูงิฮีแต)	พื้นที่: ต.บ้านโหนด อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา ความสูงจากน้ำทะเล: 47 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนปนทราย ความเข้มแสง: 50% ภายใต้ร่มเงา: มะพร้าว สะเดา ลองกอง	ความสูงต้น: 1.4 ม. จำนวนใบย่อย: 28 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7.9x35.8 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอน้อย พักตัว น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 2.4 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.13 อินทรียวัตถุ (%OM): 1.95 ไนโตรเจน (%N): 0.10 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 13.61 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 242.02
Z8	สงขลา-5	พื้นที่: ต.สะบ้าย้อย อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา ความสูงจากน้ำทะเล: 28 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วน ความเข้มแสง: 70% ภายใต้ร่มเงา: มะม่วง ลำไย	ความสูงต้น: 1.05 ม. จำนวนใบย่อย: 25 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7.8x33.8 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอสมบูรณ์ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 5.6 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.27 อินทรียวัตถุ (%OM): 2.19 ไนโตรเจน (%N): 0.11 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 32.42 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 79.86
Z9	สงขลา-6	พื้นที่: ต.สะบ้าย้อย อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา ความสูงจากน้ำทะเล: 30 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนปนทราย ความเข้มแสง: 100% ภายใต้ร่มเงา: ขนุน มะม่วง (ต้นเล็ก)	ความสูงต้น: 0.93 ม. จำนวนใบย่อย: 23 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 7.5x36.1 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: เริ่มแตกกอ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 2.7 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.00 อินทรียวัตถุ (%OM): 1.72 ไนโตรเจน (%N): 0.09 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 79.34 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 198.93
Z10	สงขลา-7	พื้นที่: ต.สะบ้าย้อย อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา	ความสูงต้น: 1.82 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.74

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ตัวอย่างพันธุ์ (ชื่อท้องถิ่น)	สภาพนิเวศวิทยา	ลักษณะทางพฤกษศาตร์และการเจริญเติบโต	ธาตุอาหารในดิน
		ความสูงจากน้ำทะเล: 22 เมตร	จำนวนใบย่อย: 27 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 2.99
		ลักษณะดิน: ดินร่วน	ขนาดใบกว้างxยาว: 7.3x38.7 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.15
		ความเข้มแสง: 40%	ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอสมบูรณ์	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 14.23
		ภายใต้ร่มเงา: กล้วย มะนาว	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 4.2 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 61.89
Z11	เชียงราย-1 (ปูเลยดำ)	พื้นที่: ต.เวียง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย	ความสูงต้น: 1.22 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.02
		ความสูงจากน้ำทะเล: 562 เมตร	จำนวนใบย่อย: 10 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 1.76
		ลักษณะดิน: ดินร่วนปนทราย	ขนาดใบกว้างxยาว: 7.7x31.8 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.09
		ความเข้มแสง: 80-100%	ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอดี	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 8.09
		ภายใต้ร่มเงา: ต้นตีนนก	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 6.8 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 75.66
Z12	เชียงราย-2	พื้นที่: ต.รอบเวียง อ.เมือง จ.เชียงราย	ความสูงต้น: 1.62 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.62
		ความสูงจากน้ำทะเล: 411 เมตร	จำนวนใบย่อย: 30 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 2.79
		ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียว	ขนาดใบกว้างxยาว: 7.1x38.9 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.14
		ความเข้มแสง: 20%	ความสมบูรณ์ของกอ: ไม่ค่อยแตกกอ	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 13.75
		ภายใต้ร่มเงา: หมาก ระกำ	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 2.7 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 90.17
Z13	เพชรบุรี-1	พื้นที่: ต.ไร่ใหม่พัฒนา อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี	ความสูงต้น: 0.63 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 0.38
		ความสูงจากน้ำทะเล: 66 เมตร	จำนวนใบย่อย: 33 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 0.66
		ลักษณะดิน: ดินร่วน	ขนาดใบกว้างxยาว: 6.2x35.8 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.03
		ความเข้มแสง: 80-100%	ความสมบูรณ์ของกอ: กอสมบูรณ์	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 3.29
		ภายใต้ร่มเงา: มะพร้าว	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 8.5 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 71.64
Z15	ราชบุรี-1	พื้นที่: ต.ด่านทับตะโก จ.จอมบึง จ.ราชบุรี	ความสูงต้น: 1.15 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 0.96
		ความสูงจากน้ำทะเล: 92 เมตร	จำนวนใบย่อย: 25 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 1.66
		ลักษณะดิน: ดินร่วน	ขนาดใบกว้างxยาว: 7.4x32.1 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.08
		ความเข้มแสง: 80-100%	ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอดี	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 534.29
		ภายใต้ร่มเงา: ต้นตีนนก	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 11 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 251.45
Z16	นครนายก-1	พื้นที่: ต.เขาพระ อ.เมือง จ.นครนายก	ความสูงต้น: 0.86 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.13
		ความสูงจากน้ำทะเล: 60 เมตร	จำนวนใบย่อย: 15 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 1.95
		ลักษณะดิน: ดินร่วนปนเหนียว	ขนาดใบกว้างxยาว: 6.7x37.5 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.10
		ความเข้มแสง: 50%	ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 27.19
		ภายใต้ร่มเงา: ค้างผัก (ฟักทอง)	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 0.9 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 231.16
Z17	ปราจีนบุรี-1	พื้นที่: ต.โคกไม้ลาย อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี	ความสูงต้น: 0.95 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 5.36
		ความสูงจากน้ำทะเล: 17 เมตร	จำนวนใบย่อย: 18 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 9.24
		ลักษณะดิน: ดินร่วนปนทราย	ขนาดใบกว้างxยาว: 6.9x37.5 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.46
		ความเข้มแสง: 30-40%	ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 890.16
		ภายใต้ร่มเงา: ตะลิงปลิง	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 1.8 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 1109.74
Z18	ปราจีนบุรี-2	พื้นที่: ต.เนินหอม อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี	ความสูงต้น: 0.58 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 0.99
		ความสูงจากน้ำทะเล: 33 เมตร	จำนวนใบย่อย: 18 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 1.71
		ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียว	ขนาดใบกว้างxยาว: 6.9x34 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.09
		ความเข้มแสง: 60-70%	ความสมบูรณ์ของกอ: แตกกอสมบูรณ์	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 11.43
		ภายใต้ร่มเงา: ขนุน ทุเรียน ก้ามปู	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 4.0 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 79.23
Z19	เลย-1 (หน่ออิหอม)	พื้นที่: ต.ปลาป่า อ.ภูเรือ จ.เลย	ความสูงต้น: 0.85 ม.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 2.36
		ความสูงจากน้ำทะเล: 939 เมตร	จำนวนใบย่อย: 18 ใบ	อินทรียวัตถุ (%OM): 4.07
		ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียว	ขนาดใบกว้างxยาว: 3.3x17.9 ซม.	ไนโตรเจน (%N): 0.20
		ความเข้มแสง: 50%	ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว	ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 5.64

กรมวิชาการเกษตร

รหัส	ตัวอย่างพันธุ์ (ชื่อท้องถิ่น)	สภาพนิเวศวิทยา	ลักษณะทางพฤกษศาตร์และการเจริญเติบโต	ธาตุอาหารในดิน
		ภายใต้ร่มเงา: ตีนเป็ด สน	น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 0.6 กก.	โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 177.88
Z21	เชียงใหม่-1	พื้นที่: ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ความสูงจากน้ำทะเล: 507 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วนเหนียวปนทราย ความเข้มแสง: 100% ภายใต้ร่มเงา: กลางแจ้ง	ความสูงต้น: 0.99 ม. จำนวนใบย่อย: 20 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 5.6x30.5 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอฟุบตัว น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 5.0 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.65 อินทรียวัตถุ (%OM): 2.85 ไนโตรเจน (%N): 0.14 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 12.54 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 123.79
Z22	ยะลา-1 (บอราฮีแต)	พื้นที่: ต.ธารโต อ.ธารโต จ.ยะลา ความสูงจากน้ำทะเล: 148 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วน ความเข้มแสง: 30% ภายใต้ร่มเงา: ไม้ใหญ่	ความสูงต้น: 1.02 ม. จำนวนใบย่อย: 19 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 8.76x39.4 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอสมบูรณ์ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 1.2 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 3.33 อินทรียวัตถุ (%OM): 5.74 ไนโตรเจน (%N): 0.29 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 15.20 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 328.97
Z23	นราธิวาส-1	พื้นที่: ต.เฉลิม อ.ระแงะ จ.นราธิวาส ความสูงจากน้ำทะเล: 52 เมตร ลักษณะดิน: ดินร่วน ความเข้มแสง: 70% ภายใต้ร่มเงา: สะเดา มะละกอ ลองกอง	ความสูงต้น: 0.93 ม. จำนวนใบย่อย: 20 ใบ ขนาดใบกว้างxยาว: 8.83x37.8 ซม. ความสมบูรณ์ของกอ: กอสมบูรณ์ น้ำหนักเหง้าที่เก็บ: 3.2 กก.	อินทรีย์คาร์บอน (%OC): 1.19 อินทรียวัตถุ (%OM): 2.06 ไนโตรเจน (%N): 0.10 ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.): 123.68 โพแทสเซียม (K, มก./กก.): 56.48

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสกุลปุด (*Etlingera* spp.) ในประเทศไทยเพื่อสร้างมูลค่าเชิงโภชนเภสัชและเวชสำอาง

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างชนิดพันธุ์พืชสกุลปุดจำนวน 10 อย่างพันธุ์ (5 ชนิด) ที่ปลูกอนุรักษ์ในสภาพแปลงของธนาคารเชื้อพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร A) ปุดดอย (*E. araneosa*) ETL32 จากภาคเหนือตอนล่าง จ.เพชรบูรณ์ B) ปุดดอย (*E. araneosa*) ETL37 จากภาคเหนือตอนบน จ.เชียงใหม่ C) ปุดดอย (*E. araneosa*) ETL38 จากภาคเหนือตอนบน จ.เชียงใหม่ D) ปุดช้าง (*E. littoralis*) ETL19 จากภาคตะวันออก จ.จันทบุรี E) ปุดช้าง (*E. littoralis*) ETL21 จากภาคตะวันออก จ.จันทบุรี F) ปุดช้าง (*E. littoralis*) ETL42 จากภาคใต้ตอนล่าง จ.สงขลา G) ปุดช้าง (*E. littoralis*) ETL48 จากภาคใต้ตอนล่าง จ.ตรัง H) ดาหลาตายน (*E. maingayi*) ETL4 จากภาคใต้ตอนล่าง จ.พัทลุง I) ปุดช้อนทอง (*E. pauciflora*) ETL45 จากภาคใต้ตอนล่าง จ.สตูล J) ปุดยูนาน (*E. yunnanensis*) ETL30 จากภาคเหนือตอนล่าง จ.เพชรบูรณ์ และ K) การอนุรักษ์พืชสกุลปุดในสภาพแปลง

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ โทร ๐๒ ๗๐๔ ๖๗๘๕

ที่ กษ ๐๙๐๔/๒ /๓๘๓ **วันที่** กันยายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอส่งเมล็ดพันธุ์มะเขือพวงจากงานวิจัยเพื่อเก็บรักษาในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช

เรียน ผอ.กรช.

เนื่องด้วยงานวิจัยโครงการวิจัย การใช้ประโยชน์จากมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) ที่มีฤทธิ์เสริมภูมิต้านทานโรค และการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ ภายใต้แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มจากความหลากหลายทางชีวภาพ ของพืช เห็ด จุลินทรีย์ และศัตรูธรรมชาติ เพื่อการอนุรักษ์ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน การทดลองที่ ๓ การประเมินสารสำคัญและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวง (*Solanum torvum* Swartz) มี นางกัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์ เป็นหัวหน้าการทดลอง โดยได้ดำเนินการปลูกประเมินลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อพันธุกรรมมะเขือพวง และมีการขยายเมล็ดพันธุ์มะเขือพวง จำนวน ๑๐ ตัวอย่าง นั้น

ในการนี้ จึงขอนำส่งเมล็ดพันธุ์มะเขือพวง จำนวน ๑๐ ตัวอย่าง เพื่อเข้าเก็บรักษาในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช รายละเอียดตามเอกสารแนบ

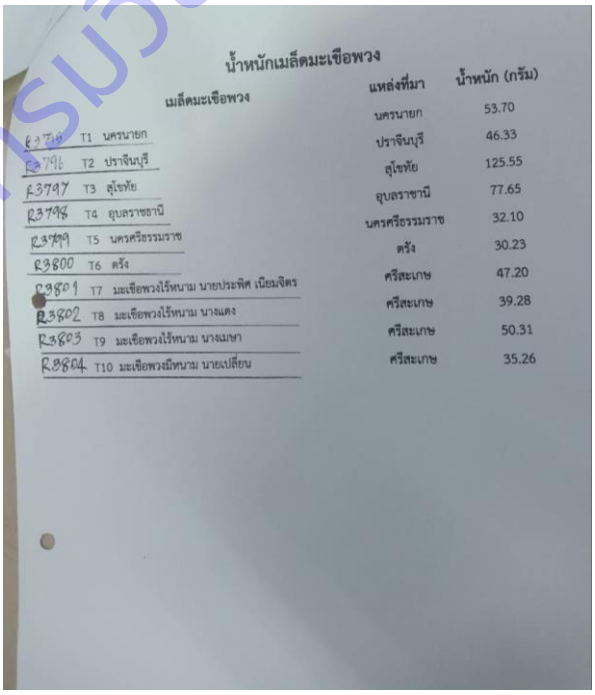
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นางสาวนิภาพร ขัวสิ่น)
นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ

(นางกัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์)
ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 4 หนังสือนำส่งเชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์



น้ำหนักเมล็ดมะเขือพวง

เมล็ดมะเขือพวง	แหล่งที่มา	น้ำหนัก (กรัม)
T1 นครนายก	นครนายก	53.70
T2 ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี	46.33
T3 สุโขทัย	สุโขทัย	125.55
T4 อุบลราชธานี	อุบลราชธานี	77.65
T5 นครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	32.10
T6 ตรัง	ตรัง	30.23
T7 มะเขือพวงไร้หนาม นายประพิศ เนียมจิตร	ศรีสะเกษ	47.20
T8 มะเขือพวงไร้หนาม นางแดง	ศรีสะเกษ	39.28
T9 มะเขือพวงไร้หนาม นางเมษา	ศรีสะเกษ	50.31
T10 มะเขือพวงมีหนาม นายเปลี่ยน	ศรีสะเกษ	35.26

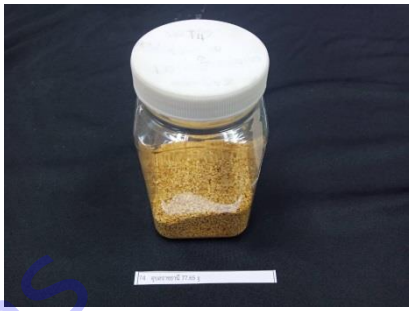
ภาพที่ 5 รายชื่อเชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์

เชื้อพันธุ์มะเขือพวงที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์

T 1 นครนายก

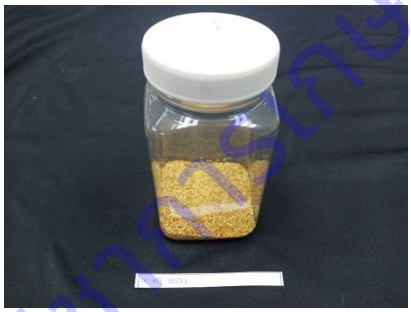
T 2 ปราจีนบุรี

T 3 สุโขทัย



T 4 อุบลราชธานี

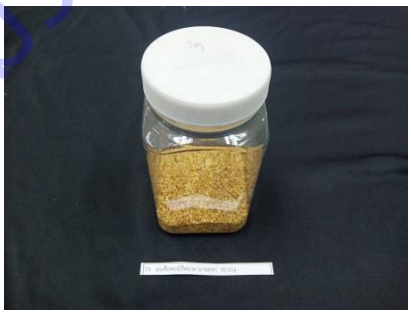
T 5 นครศรีธรรมราช



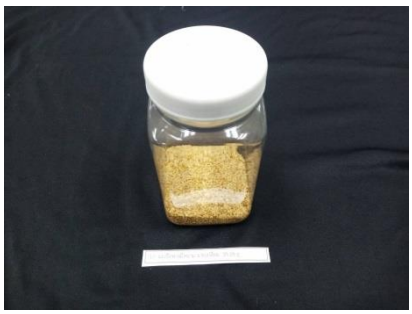
T 6 ตรัง

T 7 มะเขือพวงไร้หนาม ศรีสะเกษ

T 8 มะเขือพวงไร้หนาม ศรีสะเกษ



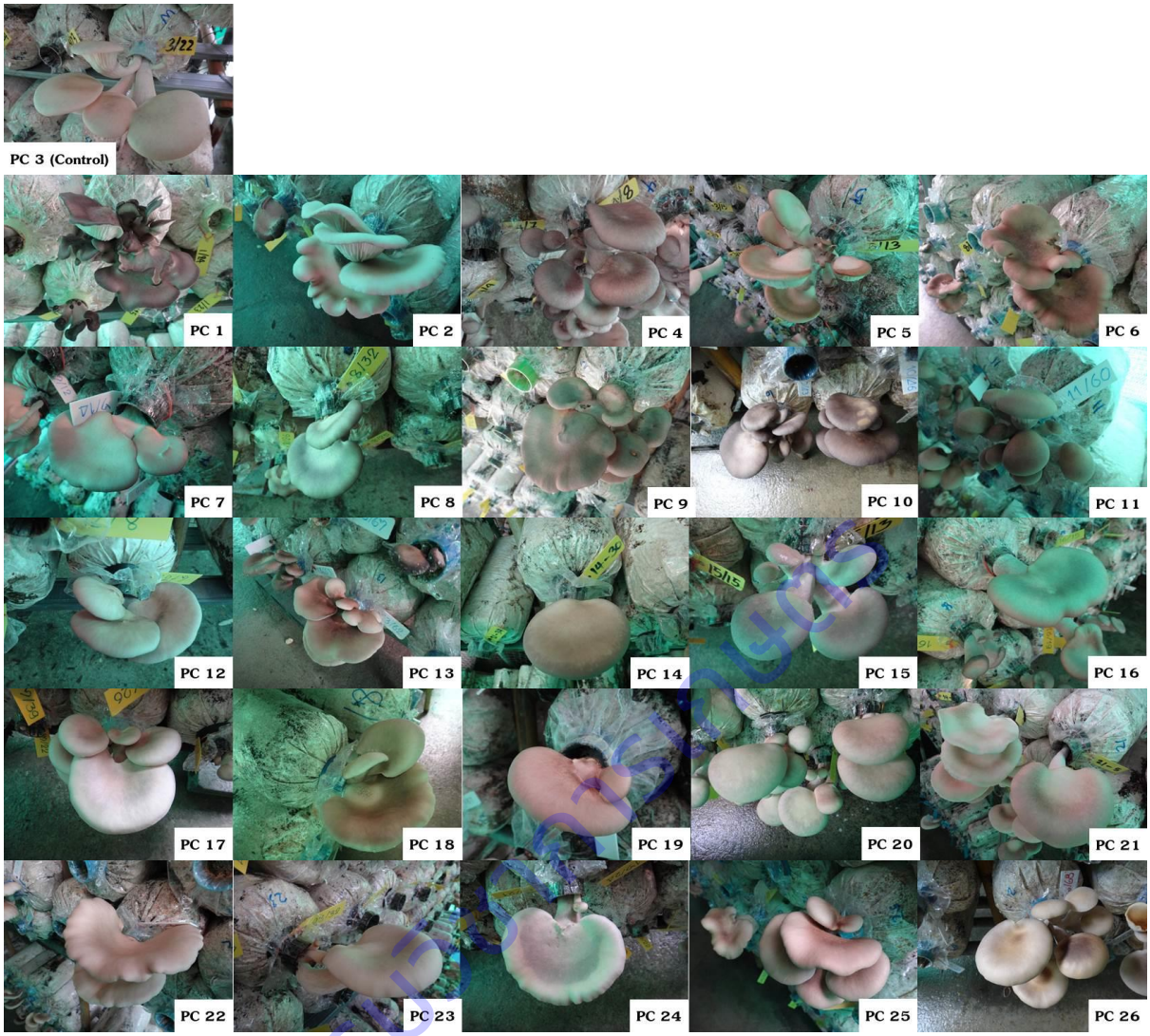
T 9 มะเขือพวงไร้หนาม ศรีสะเกษ



T 10 มะเขือพวงมีหนาม ศรีสะเกษ

ภาพที่ 6 เชื้อพันธุ์มะเขือพวงบรรจุในขวด PET ที่เก็บรักษาไว้ในธนาคารเชื้อพันธุ์พืช 10 ตัวอย่างพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

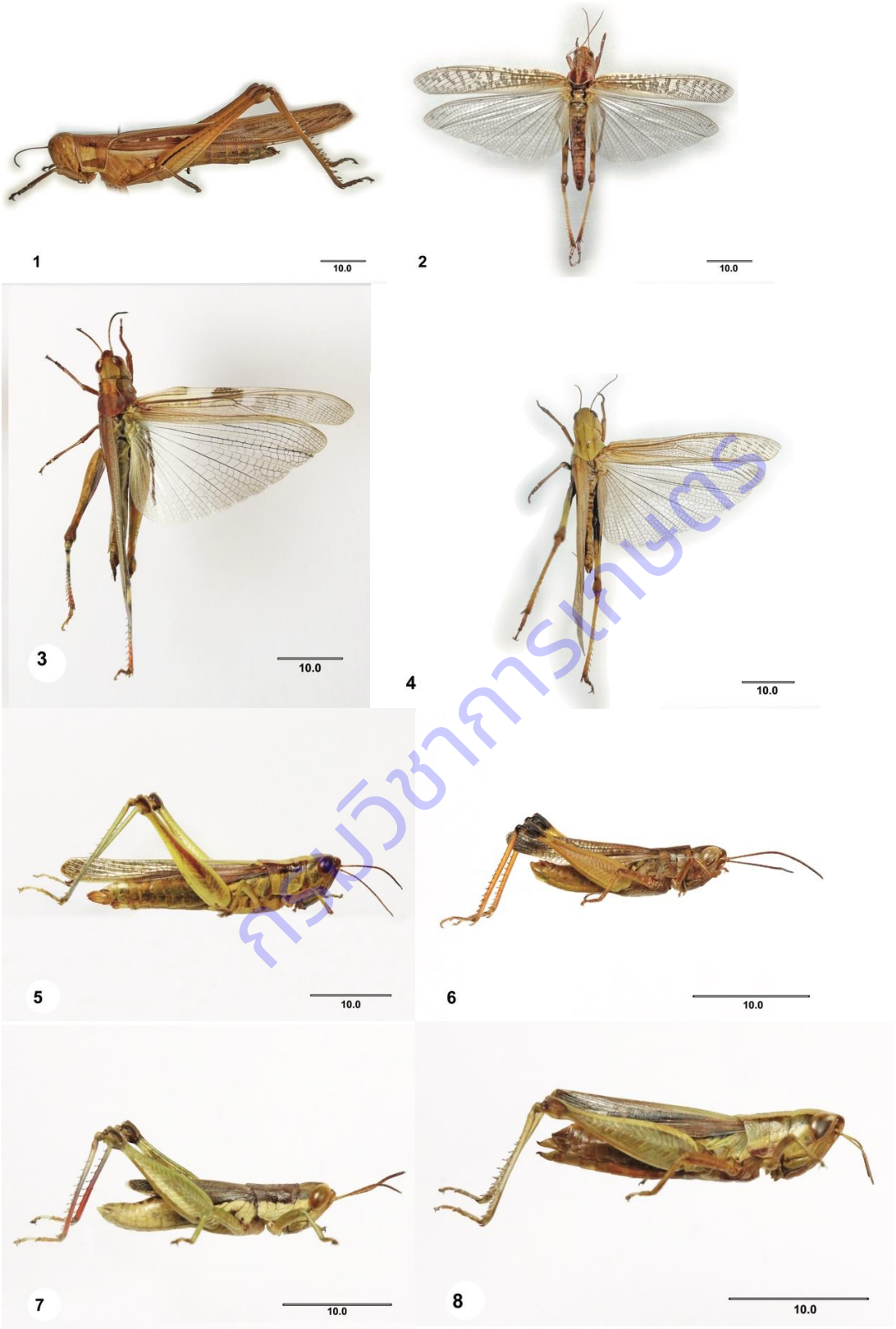


ภาพที่ 7 ลักษณะของดอกเห็ดเป๋าฮื้อ ทั้ง 26 ตัวอย่างพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตระยะเปิดดอกตั้งแต่เดือนมีนาคม – สิงหาคม 2565

ภาพที่ 8 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิ 24 สายพันธุ์ ที่เพาะทดสอบในโรงเรือนของกรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 นวัตกรรมแหล่งโปรตีนใหม่จากความหลากหลายทางชีวภาพของตั๊กแตน (Orthoptera) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ขับเคลื่อนธุรกิจชีวภาพ

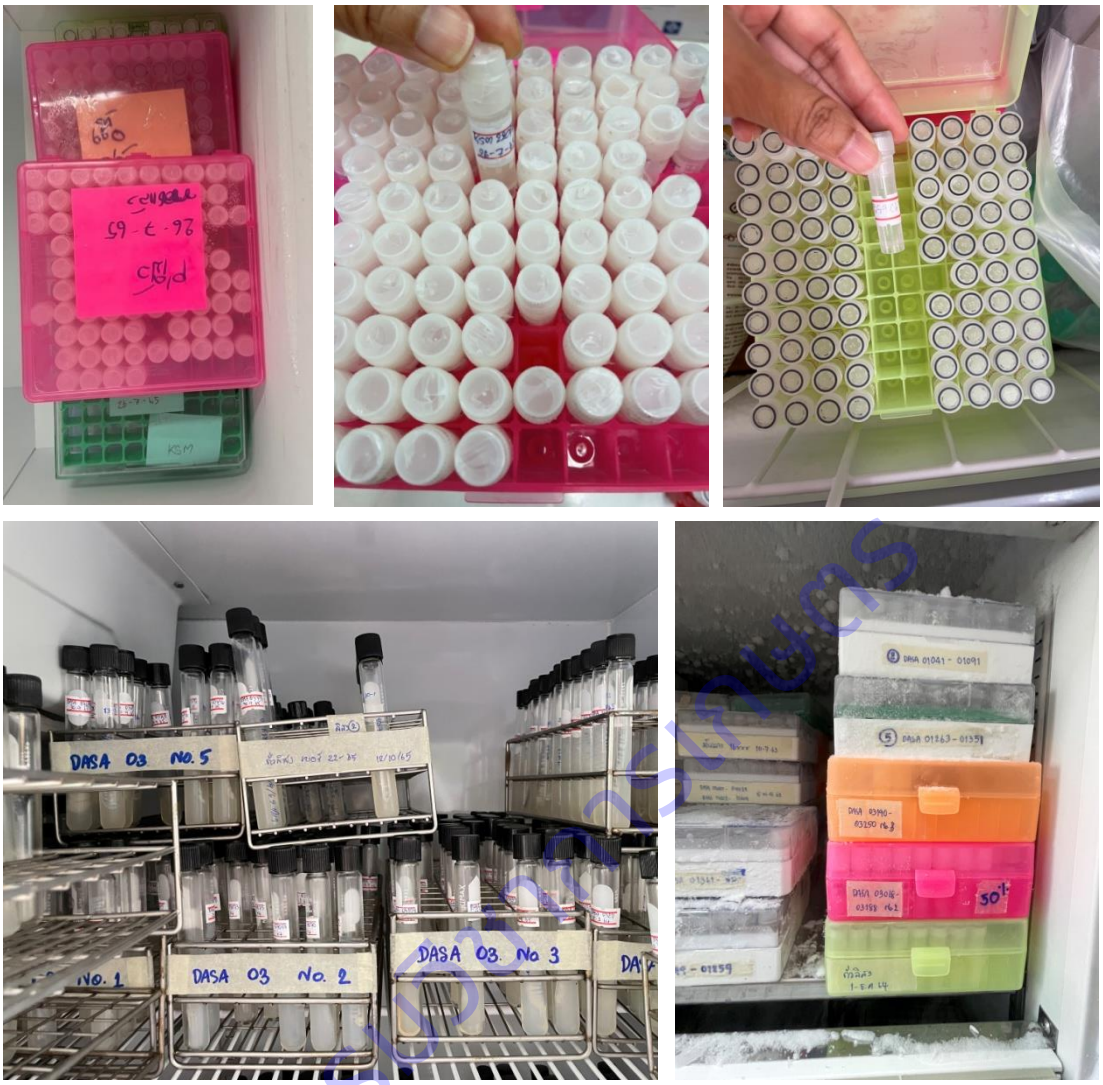


กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 9 ตัวอย่างตั๊กแตนจำนวน 13 ตัวอย่างพันธุ์ เก็บรักษาเป็นตัวอย่างอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์แมลงได้แก่ 1) *Patanga succincta* 2) *Locusta migratoria* 3) *Aiolopus thalassinus* 4) *Gastrimargus marmoratus* 5) *Oxya* sp. 6) *Ceracris fascita* 7) *Pseudoxy diminuta* 8) *Spathosternum prasiniferum* 9) *Epistaurus aberrans* 10) *Atractomorpha* sp.11) *Apalacris varicornis* 12) *Acrida* sp. 13) *Phlaeoba* sp. (Scale bar in millimeters)

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การเพิ่มศักยภาพการใช้แบคทีเรียเพื่อส่งเสริมความทนแล้งให้กับพืชไร่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 10 ผลผลิตของเชื้อพันธุ์แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติทนแล้งที่เก็บรักษาไว้ใน biobank ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 150 ไอโซเลท

*** การส่งรายงานให้แนบไฟล์หลักฐาน โดยตั้งชื่อเรียงลำดับมาให้ตรงกันกับรายละเอียดในภาคผนวก เพื่อสะดวกในการนำข้อมูลลงในระบบ NRIIS***