รายงานแผนงานวิจัยย่อย

ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย

Study on Climate Change Adaptation and Mitigation to Crop Production Systems in Thailand

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย

นายสมชาย บุญประดับ

Somchai Boonpradub

2564

กรมวิชาการเกษตร

รายงานแผนงานวิจัยย่อย

ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย

Study on Climate Change Adaptation and Mitigation to Crop Production Systems in Thailand

หัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย

นายสมชาย บุญประดับ

Somchai Boonpradub

2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ (Foreword)

แผนงานวิจัยย่อยการศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ มีเป้าประสงค์ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 20 – 25 ใน ปี พ.ศ. 2573 เทียบกับกรณีปกติ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ โดยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย 1) โครงการวิจัยด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่การพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อย เพื่อใช้เป็นระบบเตือนภัยในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ศึกษาผลกระทบจากภาวะอากาศแปรปรวนในอดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันต่อระบบการผลิตปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกที่สำคัญ ศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบการผลิตทุเรียน ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว รวมทั้งได้มีการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง อ้อย กาแฟ และข้าวโพด

คณะผู้วิจัย

2564

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
คำปรารภ	1
กิตติกรรมประกาศ	3
ผู้วิจัย	4
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	5
บทนำ	7
บทคัดย่อ	10
1. โครงการวิจัยที่ 1 ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย	13
2. โครงการวิจัยที่ 2 การพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในแหล่งปลูกที่สำคัญเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	57
3. โครงการวิจัยที่ 3 ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน	70
4. โครงการวิจัยที่ 4 วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ	83
5. โครงการวิจัยที่ 5 ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย	128
6. โครงการวิจัยที่ 6 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย	149
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	176
บรรณานุกรม	186

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยย่อยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือของหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ร่วมวิจัย เจ้าหน้าที่และทีมงานวิจัยทุกท่านจากหน่วยงานต่างๆของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างดียิ่ง และที่มาของข้อมูลทั้งปวงจากเกษตรกร เกษตรกรรุ่นใหม่ กลุ่มเกษตรกร สหกรณ์การเกษตร ผู้ประกอบการ ได้แก่ โรงงานปาล์มน้ำมัน โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมัน โรงงานอาหารกระป๋อง ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อววน.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการของแผนงานวิจัยย่อยนี้จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

นายสมชาย บุญประดับ	สำนักผู้เชี่ยวชาญ
นางสาววลัยพร ศะศิประภา	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
นายชยันต์ ภักดีไทย	ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น
นายอิสระ พุทธสิมมา	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์
นายสุรกิตติ ศรีกุล	สำนักผู้เชี่ยวชาญ
นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7
นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน	ศูนย์วิจัยปาล์มสุราษฎร์ธานี
นายธีรวุฒิ ชุตินันทกุล	สถาบันวิจัยพืชสวน
นายมนต์ชัย มนัสสิลา	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

นิยามศัพท์

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) การเปลี่ยนแปลงสภาพ๓มิอากาศอันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากกิจกรรมมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป (อบก, 2558)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) การที่อุณหภูมิพื้นผิวโลกค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเชื่อว่ามีสาเหตุจากปรากฏการณ์เรือนกระจก และเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในบรรยากาศโลก (อบก, 2558)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) การดักจับและการก่อตัวของความร้อนในชั้นบรรยากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลก ซึ่งความร้อนบางส่วนที่สะท้อนกลับจากพื้นโลกสู่บรรยากาศจะถูกดูดซับโดยไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน และก๊าซอื่นๆ ในชั้นบรรยากาศ จากนั้นจึงแผ่รังสีความร้อนกลับสู่พื้นโลก หากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่อยู่ต่ำกว่าค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (อบก, 2558)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ก๊าซที่อยู่ในชั้นบรรยากาศที่เป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่มีศักยภาพที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูง ได้แก่ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (อบก, 2558)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Adaptation) การปรับเปลี่ยนในระบบธรรมชาติหรือระบบของมนุษย์เพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าทางภูมิอากาศที่เกิดขึ้นแล้วหรือที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตรวมถึงผลกระทบจากสิ่งเร้านั้น (สผ, 2563)

ความเปราะบาง (Vulnerability) สภาวะที่มีแนวโน้มจะได้รับผลกระทบเชิงลบความเปราะบางครอบคลุมแนวคิดและองค์ประกอบที่หลากหลาย รวมถึงความอ่อนไหว หรือแนวโน้มที่จะได้รับอันตราย และการขาดศักยภาพในการรับมือและปรับตัว (สผ, 2563)

การมีภูมิคุ้มกัน (Resilience) ศักยภาพของระบบทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมในการรับมือกับเหตุการณ์แนวโน้ม หรือการรบกวนที่เป็นอันตราย โดยที่ระบบสามารถตอบสนองหรือจัดระเบียบใหม่ และยังคงสามารถรักษาโครงสร้าง ความเป็นเอกลักษณ์ การดำรงหน้าที่ที่จำเป็น และวนขณะเดียวกันก็ยังคงศักยภาพในการปรับตัว การเรียนรู้ และการเปลี่ยนแปลงได้ (สผ, 2563)

ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) เป็นปรากฏการณ์ที่ส่งผลให้มหาสมุทรแปซิฟิกอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าปกติในตอนกลางวันสูงขึ้น 2-5 องศาเซลเซียส (>28 องศาเซลเซียส) ส่งผลกระทบให้ปริมาณน้ำฝนในช่วงเมษายนถึงตุลาคมของตอนเหนือและตะวันออกของออสเตรเลีย ตอนใต้ของแอฟริกาตะวันตก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อเมริกากลางและใต้ ต่ำกว่าปกติเกิดความแห้งแล้ง และเกิดไฟป่าในหลายพื้นที่นานหลายสัปดาห์ และช่วงตุลาคม

กรมวิชาการเกษตร

ถึงธันวาคมในคาบสมุทรอินเดีย แอฟริกาตะวันออก อเมริกาเหนือและใต้ เกิดฝนตกชุกเกิดน้ำท่วมหนัก (สผ, 2563)

ปรากฏการณ์ลานินญา (La Nina) เป็นปรากฏการณ์ที่ส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรมีค่าต่ำกว่าปกติประมาณ 4 องศาเซลเซียส เกิดฝนหนัก น้ำท่วมในแอฟริกาใต้ ขณะที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เกิดฝนตกน้อยและแห้งแล้งในประเทศทางตะวันออกของแอฟริกาและอเมริการใต้ (สผ, 2563)

คำย่อ

CO_2 : Carbon dioxide	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
mg/kg	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
N : Nitrogen	ไนโตรเจน
P_2O_5 : Phosphorus pentoxide	ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์
ppm : Part per million	หนึ่งส่วนในล้านส่วน
R^2 : R-Square	ค่าทางสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับผลการทดลอง
กก. C/ไร่	กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่
ตัน C/ไร่	ตันคาร์บอนต่อไร่
มก./ดม.^{2}	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัย

ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย โดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บ่งชี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปจะสูงขึ้นเล็กน้อยทั้งกลางวันและกลางคืน วันที่ร้อนที่สุดในรอบปีจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก มีช่วงเวลาอากาศร้อนที่ยาวนานขึ้น และฤดูหนาวที่สั้นลง มีพื้นที่ที่มีอากาศร้อนจัดมากขึ้น แม้ว่าอุณหภูมิทั่วไปจะสูงขึ้น สอดคล้องกับอำนาจ (2557) รายงานว่า ในรอบ 55 ปีที่ผ่านมา (2498-2552) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีทั้งประเทศของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.96 องศาเซลเซียส แต่ปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ฤดูฝนจะยังคงมีระยะเวลาเท่าเดิม แต่อาจมีการขยับเลื่อนของฤดูกาลลักษณะนี้ อาจทำให้ฤดูน้ำหลากมีน้ำมากหรือน้ำท่วม ฤดูแล้งอาจจะแล้งจัด เนื่องจากฤดูร้อนที่ร้อนมากขึ้นและนานขึ้น นอกจากนั้นความแปรปรวนระหว่างฤดู และระหว่างปีจะเพิ่มสูงขึ้น (ศุภกร, 2557)

สภาพภูมิอากาศดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อการเกษตร พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลต่อการเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ คุณภาพของผลผลิต การบำรุงรักษาพืช การป้องกันศัตรูพืช การปรับปรุงคุณภาพของดินที่ใช้เพาะปลูก ยอมส่งผลต่อราคาของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นไปตามกลไกทางเศรษฐกิจ หรืออุปสงค์อุปทานในหลักการตลาด และไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในภาคพืชเกษตรเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงไปถึงภาคปศุสัตว์ และการประมง กล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ผลักดันราคาอาหารมนุษย์ให้สูงขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยติดอันดับกลุ่มประเทศที่มีความเปราะบางสูงสุดต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (climate change) ในอีก 30 ปีข้างหน้า โดยมีความเสี่ยงสูงเป็นอันดับที่ 14 จาก 170 ประเทศทั่วโลก จากการจัดอันดับ “ดัชนีความเปราะบางจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง” หรือ Climate Change Vulnerability Index (CCVI) ในปี 2010 โดยบริษัท Maplecroft ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านความเสี่ยงชื่อดังของอังกฤษ พบว่า ไทยติด 1 ในทั้งหมด 16 ประเทศ ที่มีความเสี่ยงสูงสุด (extreme risk) จากผลกระทบของ climate change ในช่วงอีก 30 ปีข้างหน้า สอดคล้องกับจิรสรณ์ และคณะ (2559) ได้จำลองสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง 3 แบบจำลองและแต่ละแบบจำลองประกอบด้วยภาพฉายอนาคต 3 รูปแบบ ในช่วงปี 2549-2643 พบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยทั่วประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทุกแบบจำลองและภาพฉายอนาคต ส่งผลให้ในปี 2561 ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับ 9 ของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในโลกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว ทั้งจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลากและน้อยลงในฤดูแล้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และเศรษฐกิจของประเทศขึ้นอยู่กับผลผลิตพืช สภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจึงมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสภาพความเป็นอยู่ของประชากรของประเทศ ดังนั้น จึง

กรมวิชาการเกษตร

จำเป็นที่จะต้องเตรียมการในการรับมือ และสร้างทางเลือกของระบบการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture) เพื่อรองรับผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต

วัตถุประสงค์ของแผนย่อย

1) เพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยการระบาดของศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อยโรงงาน

2) เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน

3) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟ และข้าวโพด

4) เพื่อศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตและคุณภาพของทุเรียน และพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการทุเรียนคุณภาพ และลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

5) เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว

วิธีการวิจัยของแผนงานย่อย

จากภาวะความแปรปรวนอากาศในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ทำให้ผลผลิตพืชลดลงและได้รับความเสียหาย รายได้ลดลง ขาดความมั่นคงยั่งยืนของระบบเกษตร และชุมชนขาดความเข้มแข็ง แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีแผนงานวิจัยพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วยแผนงานวิจัยย่อยด้านการปรับตัว ตั้งแต่การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว ศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะทุเรียน และมีการพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อย เพื่อใช้เป็นระบบเตือนภัยในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีการศึกษาผลกระทบจากภาวะอากาศแปรปรวนในอดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันต่อระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ล่วงหน้าระบบการผลิตพืชทดแทนพลังงาน โดยเฉพาะปาล์มน้ำมัน ศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะทุเรียน ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว เพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์ดินที่มีศักยภาพในการผลิตเอ็นไซม์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรและจุลินทรีย์ดินที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในการเพิ่มผลผลิตพืชอย่างยั่งยืน รวมทั้งได้มีการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และกาแฟ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและมาตรการณ์การกีดกันทางการค้าในอนาคต นอกจากนี้มีแผนงานวิจัยย่อยด้านการลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ การศึกษาผลของการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพในระบบการผลิตข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว และศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

ศักยภาพการดูดซับคาร์บอนในระบบการผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการดูดซับคาร์บอนระบบการผลิตพืช สุดท้ายของแผนงานวิจัย จะตอบโจทย์ 2 ด้าน คือ ด้านการปรับตัว (Adaptation) โดยจะได้ระบบการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture) ทำให้เกษตรกรมีความมั่นคงทางอาหารและอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ชุมชนมีภูมิคุ้มกัน (resilience) และทนทานและยั่งยืน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ดังแสดงในแผนภูมิข้างล่าง

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยย่อยศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยการระบาดของศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อยโรงงาน ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน เรียน และผลกระทบต่อจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว รวมทั้งการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟ และข้าวโพด ดำเนินการในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ระยะเวลา 6 ปี (ปี 2559-2564) ผลการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ พบว่า ปัจจัยสภาพภูมิอากาศมีผลต่อการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวและหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่วิกฤติ โดยการเข้าทำลายและประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวมีความแปรผันตามฤดูกาล (seasonal) และสัมพันธ์กับการตกของฝน และจำนวนหนอนหัวดำมะพร้าวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนทางใบที่ถูกทำลายและสภาพอากาศร้อนและแล้ง ทำให้มีการทำลายเพิ่มขึ้น ส่วนการระบาดของหนอนหน้าแมวในพื้นที่เฝ้าระวังแสดงความสัมพันธ์กับฤดูกาล ส่วนใหญ่พบมากในช่วงปลายฝนต้นหนาวและสภาพอากาศแห้งแล้งฝนน้อย ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมกับการระบาดของทั้ง 3 แมลงศัตรูพืชนี้ มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการทำนายการระบาดล่วงหน้าได้ จากข้อมูลตามความต้องการของแต่ละโมเดลที่พัฒนาขึ้น ในแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวมีความแม่นยำสูง ขณะที่หนอนหน้าแมวที่ข้อมูลเหตุการณ์การระบาดมีน้อยมากการทำนายมีความแม่นยำต่ำสุด เลือกโมเดลที่มีค่าความจำเพาะในการทำนายการระบาดที่สูงของแมลงดำหนามมะพร้าว ซึ่งต้องการข้อมูลหลักจากสภาพอากาศรายวันและการประเมินทางใบแรกมาพัฒนาต้นแบบให้บริการข้อมูลทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวผ่านอินเตอร์เน็ต เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจเตือนการระบาดและการป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการระบาดของโรคใบขาว หนอนกอลายจุดเล็ก และแมลงนูนหลวงในอ้อยแสดงความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม จึงได้นำผลที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาวในพื้นที่ ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สภาพภูมิอากาศแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน โดยปริมาณน้ำฝนต่อปีของปีก่อนให้ผลผลิต 2 ปี มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำมันต่อทะลายในทางลบและมีความสัมพันธ์กับผลผลิตทะลายสดในทางบวก ทำให้สามารถพัฒนาสมการคาดคะเนผลผลิตปาล์มน้ำมันล่วงหน้า การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการทุเรียนคุณภาพรวมถึงลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พบว่า สภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตทุเรียน ทำให้มีพัฒนาการต่างกัน ส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบสภาวะขาดน้ำ โดยการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ เมื่อทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบาน ทำให้ส่งผลต่อการติดผล โดยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความ

กรมวิชาการเกษตร

ชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ นอกจากนี้ การควบคุมการแตกใบอ่อนกรณีมีฝนตกช่วงพัฒนาการของผลด้วยชะลอการแตกใบอ่อนหรือหากมีใบอ่อนแล้วก็เพิ่มอาหารสะสมโดยการพ่นอาหารเสริมหรือปุ๋ยเกร็ดร่วมกับธาตุอาหารรองสามารถลดเปอร์เซ็นต์ผลด้อยคุณภาพได้ นอกจากนี้ยังได้จุลินทรีย์จากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch 2.4 ซึ่งสามารถผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสได้ดี สามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และได้จุลินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายที่สามารถพัฒนาต่อยอดเป็นปุ๋ยชีวภาพ และได้จุลินทรีย์ดินที่สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนส นอกจากนี้ยังได้ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (water footprint) ของพืชเศรษฐกิจ ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่แตกต่างกัน ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง อ้อย กาแฟ และข้าวโพด จากผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องสามารถนำแนวทางการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาสู่เทคโนโลยีการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (CSA) สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (ปี 2563-2580) และเพื่อใช้เป็นข้อมูลเตรียมความพร้อมในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรและป่าไม้ ตามข้อเสนอเจตจำนงค์การมีส่วนร่วมของประเทศ (NDC) ต่อไป

Abstract

Study on Climate Change Adaptation and Mitigation to Crop Production Systems in Thailand sub-program was continually conducted for development on early warning of pests particularly oil palm, coconut and sugarcane, and study on climate change impact for economic crops especially oil palm and durian including evaluation on water footprint of oil palm, cassava, sugarcane, coffee, and corn during 2016 – 2021 at economic crop production sites throughout the country. The results showed that climate factors had significantly affected to outbreak of coconut hispine beetle and coconut black-headed caterpillar including oil palm dama furva wileman at the given plantation. The relation of environment and outbreak of 3 pests involved many factors, that machine learning could predicted outbreak. Developed models required a set of data. The *B. longissima* and *O. arenosella* models had high accuracy while *D. furva* models had lowest. The specificity should be considered, so *B. longissima* model that required historical daily weather data and evaluate and visual first leave destructive assessment had choose to develop the information service system. To predict outbreak of *B. longissima* via internet, that give information for pest early warning decision and effective control. Relationship between

กรมวิชาการเกษตร

environmental factors and outbreak of sugarcane white leaf disease, early shoot borer and sugarcane white grub were significantly determined at sugarcane plantation throughout the country. From the results data, the on-the-job training could be continually transferred to sugarcane grower including cane mill staff approximately 880 participants around the sugarcane mill throughout the country for controlling of outbreak of sugarcane white leaf disease. The climate variability between year was significantly affected to yield of oil palm plantation in the upper southern part of Thailand. The trend model has also effective for forecast fresh fruit bunch of oil palm. Moreover, climate factors effected to phenological trait of durian at the given production area. It was found that different environment from different planting area not only affected to the different timing on the development and fruiting but also altered critical problem facing. The result also showed that the application of coating particle and brassinosteroid spraying could reduce the damage from water deficit. In case of unsuitable temperature during flowering, active pollens of some varieties were suggested to increase fruit setting in Monthong. Moreover, low quality of fruit from leaf flushing after raining during fruit development stage could solve with micronutrient and supplementary solvent foliar or new leaf breaking with mepiquat chloride. They also evaluated water footprint of oil palm, cassava, sugarcane, coffee, and corn under various crop management which used as a tool to measure crop water used. The results also found that the plant growth-promoting bacterias namely *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp. from the Pai River basin could be continually developed to bio-fertilizer products. The soil microorganisms namely *Bacillus velezensis* isolate 2CMC-1.1 and *Paenibacillus xylanilyticus* isolate 1Ch 2.4 could be effectively produced as useful agricultural enzymes i.e. cellulase and chitines and its continually developed to biodegradation and pesticide industry. Moreover, climate factors effected to phenological trait of durian at the given production area. They also evaluated water footprint of oil palm, cassava, sugarcane, coffee, and corn under various crop management which used as a tool to measure crop water used. It is concluded that this research results can be used to CSA technology for National Climate Adaptation Plan (2020-2037) to prepare information for greenhouse gases mitigation on agricultural and forestry sectors for Nationally Determined Contribution in 2030.

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 1

ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย

Coconut and Oil Palm Pest Outbreak Change under Climate Variability and Early Warning System Development

วลัยพร ศะศิประภา ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ นรีรัตน์ ชูช่วย พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์
อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ สมมาต แสงประดับ ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ์ มนตรี ปานตู

คำสำคัญ (Key words) แมลงศัตรู มะพร้าว ปาล์มน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระบบเตือนภัย
Insect pests, coconut, oil palm, climate change, early warning

บทคัดย่อ

การติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย ดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมต่อเนื่องในระยะยาว จากแปลงหลัก และแปลงติดตาม ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของการติดตามต่างกัน สะสมข้อมูลทั้งในช่วงเวลาที่มีการระบาดและไม่ระบาด รวมทั้งประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ นำไปพัฒนาระบบเตือนล่วงหน้า ระหว่าง ตุลาคม 2558 - ธันวาคม 2564 การสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า การเข้าทำลายและประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวมีความแปรผันตามฤดูกาล หรือ seasonal และสัมพันธ์กับการตกของฝน เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลาย อุณหภูมิและความชื้น ส่วนหนอนหัวดำมะพร้าว พบว่า จำนวนหนอนรวมมีความสัมพันธ์กับจำนวนทางใบที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลาย ปริมาณฝนรวม จำนวนวันฝนตกก่อนหน้า จำนวนหนอนรวมของเดือนก่อน ในท้องที่ที่ฝนน้อยและสภาพอากาศร้อนทำให้การทำลายเพิ่มขึ้น พื้นที่เปิดโล่งถูกทำลายก่อนและมีทิศทางไปทางตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน การเข้าทำลายรวดเร็วมาก ฤดูกาลการระบาด ส่วนใหญ่พบช่วงปลายฝนต้นหนาว ฝนตกสามารถหยุดการระบาดได้ สภาพอากาศแห้งแล้ง ฝนน้อยกว่าค่าปกติ พบการทำลายสูงขึ้น พื้นที่ที่มีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวนทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป พบการระบาดในช่วงแล้งถึงต้นฝนได้อีก โดยเป็นแปลงที่มีประวัติพบมาก่อน ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมกับการระบาดของทั้ง 3 แมลงศัตรูพืชนี้ มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการทำนายการระบาดล่วงหน้าได้

กรมวิชาการเกษตร

จากข้อมูลตามความต้องการของแต่ละโมเดลที่พัฒนาขึ้น ในแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวมีความแม่นยำสูง ขณะที่หนอนหน้าแมวที่ข้อมูลเหตุการณ์การระบาดมีน้อยมากการทำนายมีความแม่นยำต่ำสุด เลือกโมเดลที่มีค่าความจำเพาะในการทำนายการระบาดที่สูงของแมลงดำหนามมะพร้าว ซึ่งต้องการข้อมูลหลักจากสภาพอากาศรายวันและการประเมินทางใบแรก มาพัฒนาต้นแบบให้บริการข้อมูลทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวผ่านอินเตอร์เน็ต เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจเตือนการระบาดและการป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

Coconut and oil palm pest outbreak change under climate variability and early warning system development, conducted on survey and collect long-term environmental data from 2 key fields, that difference intensively follow. Between October 2015 and December 2021, collect data covered both outbreak and non-outbreak periods including experiences and specialization, in order to construct an early warning system. The population change of *Brontispa longissima* (Gestro) study in Suratthani province's Samui island and *Opisina arenosella* Walker in Prachuapkhirikhan province's Amphoe Kuiburi. The result shown that, *B. longissima* population and infestation are seasonal and destroying percentage of first leaf related with rainfall, temperature and air humidity. While amount of *O. arenosella* related with number of leaves destroyed, rainfall, rainy-day, amount of worn in previous month. In low rainfall and hot weather area destroyed increased. Open area was the first attractive area and direction to south-west. For *Dama furva* Wileman, is rapidly destructive, mostly found in late rainy season to early winter, rain stop the outbreak. Drought and lower normal rainfall made more attractive. Irrigation area and ridge plantation found during the drought to the beginning of the rain again, usually historical found. The relation of environment and outbreak of 3 pests involved many factors, that machine learning could predicted outbreak. Developed models required a set of data. The *B. longissima* and *O. arenosella* models had high accuracy while *D. furva* models had lowest. The specificity should be considered, so *B. longissima* model that required historical daily weather data and evaluate and visual first leave destructive assessment had choose to develop the information service system. To predict outbreak of *B. longissima* via internet, that give information for pest early warning decision and effective control.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

แหล่งปลูกมะพร้าวที่สำคัญประสบปัญหาการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่เกิดอย่างต่อเนื่อง โดยมีแมลงศัตรูที่สำคัญคือ แมลงดำหนามมะพร้าว (*Brontispa longissima* (Gestro)) และ (*Plesispa reicheri* Chapuis) หนอนหัวดำมะพร้าว (*Opisina arenosella* Walker) ด้วงแรด (*Oryctes rhinoceross* Linn.) และด้วงงวง (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) ซึ่ง 2 ชนิดแรกเป็นแมลงต่างถิ่น (อัมพรและคณะ, 2556) เข้ามาทำลายความเสียหายอย่างมาก การควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าวสามารถควบคุมได้ด้วยการปล่อยแตนเบียนหนอนแมลงดำหนาม *Asecodes hispinarum* Bouček ซึ่งประสบผลสำเร็จในการควบคุมที่เวียดนาม (เฉลิมและคณะ, 2551; อัมพร และคณะ, 2551) และกรมวิชาการเกษตรนำเข้ามาใช้ซึ่งเคยได้ผลในการควบคุม (เฉลิมและคณะ, 2549) กลับมาระบาดอีกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 และยังคงปรากฏอยู่ในหลายพื้นที่ (อัมพรและคณะ, 2557) การปล่อยแตนเบียนในบางพื้นที่ยังมีข้อจำกัดโดยเฉพาะสภาพพื้นที่ให้ผลการควบคุมแตกต่างกัน (เฉลิมและคณะ 2547; จรัสศรี, 2550; ประภัสสรและคณะ, 2553 รจนาและคณะ, 2553ก) การควบคุมที่ได้ผลดีและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม คือ การปล่อยแตนเบียนหนอนแมลงดำหนาม *(A. hispinarum)* และแตนเบียนดักแด้แมลงดำหนาม (*Tetrastichus brontispae* Ferrière) ในพื้นที่ที่พบการระบาด (อัมพรและคณะ, 2556) อัมพรและคณะ (2557) รายงานการระบาดของแมลงดำหนามในพื้นที่เกาะสมุยสำรวจปี พ.ศ. 2555 พบกระจายทั่วไปทั้งเกาะส่วนใหญ่พบการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวในระดับน้อย แต่ที่รุนแรงส่วนใหญ่พบทางด้านตะวันออก และด้านใต้ของเกาะแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศมีผลต่อการระบาด แต่สถานีตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาที่จะมาช่วยอธิบายมีจำกัด

หนอนหัวดำมะพร้าวเข้ามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ระบาดครั้งแรกที่ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พื้นที่ 15 ไร่ (อัมพรและคณะ, 2556) ผีเสื้อหนอนหัวดำมะพร้าวเพศเมียสามารถวางไข่ตั้งแต่ 157-490 ฟอง (อัมพร, 2551) และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นใน พ.ศ. 2555 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555) การควบคุมทำได้โดยตัดใบที่มีหนอนลงทำลาย นำไปเผาทิ้ง (อัมพร, 2551) การพ่นด้วยชีวภัณฑ์บีที แต่มีข้อจำกัดที่ความสูงของต้นมะพร้าว ทำให้การพ่นบีทีเพื่อควบคุมหนอนหัวดำไม่ได้ผลเท่าที่ควร (อัมพรและคณะ, 2556) กรมวิชาการเกษตรได้นำเข้าแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าว *(Goniozus nephantidis* Muesebeck) จากสาธารณรัฐสังคมนิยมประชาธิปไตยศรีลังกา ขยายและปล่อยแต่ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากมีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงอาศัยค่อนข้างสูง การเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ทำได้โดยการเลี้ยงขยายปริมาณโดยใช้หนอนหัวดำและหนอนผีเสื้อข้าวสารเป็นแมลงอาศัย และสามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้มาก 8–10 เท่าในแต่ละชั่วชีวิต (อัมพร, 2555) ซึ่งได้นำแตนเบียนนี้ไปทดสอบในสภาพแปลงใหญ่ที่เกาะสมุยด้วย (อัมพรและคณะ, 2557) การระบาดยังรุนแรงและขยายวงกว้าง รัฐจึงมีมาตรการเข้าไปควบคุมโดยการฉีดอัดสารเคมีเข้าลำต้นในปี พ.ศ. 2557 และยังคงการปล่อยแตนเบียนควบคู่ไปด้วย วลัยพรและคณะ (2557) รายงานว่า อำเภอกุยบุรี มีการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวรุนแรงที่สุด พื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

นี้มีปริมาณฝน และจำนวนวันฝนตกต่ำกว่าพื้นที่ข้างเคียง 4 ปีติดต่อกันและช่วงแล้งที่ยาวนานตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม เอื้ออำนวยให้การระบาดของหนอนหัวดำรุนแรงขึ้นและขยายพื้นที่ออกไป

ส่วนปาล์มน้ำมันมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง มีพื้นที่ปลูกประมาณ 4.5 ล้านไร่ ผลผลิตผลปาล์มสด 11.33 ล้านตัน ผลิตเป็นน้ำมันปาล์มดิบได้ 1.93 ล้านตัน มีมูลค่าทางเศรษฐกิจของปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มไม่ต่ำกว่า 64,000 ล้านบาท ภาคใต้เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ (สำนักงานเศรฐกิจการเกษตร, 2557) และขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็นเป็น 6.1 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2562 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) มีแมลงศัตรูที่สำคัญหลายชนิด เช่น หนอนหน้าแมว (*Darna furva* Wileman) ด้วงกุหลาบ *(Adoretus compressus* Weber) หนอนปลอก ด้วงแรด เป็นต้น แต่หนอนหน้าแมวสามารถทำลายรุนแรง และกว่าต้นจะฟื้นคืนใช้เวลานาน (ทรงวุฒิและคณะ, 2529) พบครั้งแรกที่สุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2524 ในปี พ.ศ. 2526-29 พบระบาดในชุมพร สุราษฎร์ธานี กระบี่ มากกว่า 10,000 ไร่ ปี พ.ศ. 2541-2 พื้นที่การระบาดที่สุราษฎร์ธานี กระบี่ รวมกันมากกว่า 40,000 ไร่ (ทวีศักดิ์, 2544) ใช้สารเคมีมากที่สุด (ทวีศักดิ์และจิราภรณ์, 2539) แตนเบียนเป็นปัจจัยที่สำคัญ (key factor) โดยธรรมชาติสามารถควบคุมได้ถึงร้อยละ 68 (อำมร และทวีศักดิ์, 2547) อย่างไรก็ตาม แมลงศัตรูพืชของมะพร้าวและปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่เป็นชนิดเดียวกัน จะแตกต่างกันที่ความสำคัญและความเสียหายรุนแรงที่เกิดขึ้นไม่เหมือนกัน (ทวีศักดิ์, 2544)

ปจจัยที่ทำใหเกิดการระบาดแพรไปในบริเวณกวางสันนิษฐานวามาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำใหเอื้อต่อการเคลื่อนยายและการเพิ่มปริมาณประชากรอยางรวดเร็วในแหลงที่มีอาหารบริบูรณและปราศจากศัตรูธรรมชาติคอยควบคุม (จรัสศรี, 2550) อัมพรและคณะ (2557) รายงานการระบาดของแมลงดำหนามในพื้นที่เกาะสมุยปี พ.ศ. 2555 ในระดับน้อย แต่ที่รุนแรงทางด้านตะวันออก และด้านใต้ของเกาะ Perera et al. (1989) กล่าวถึงหนอนหัวดำมะพร้าวที่ศรีลังกาว่า 1 รอบของการเปลี่ยนแปลงประชากรอยู่ราว 6 เดือน จากการศึกษายาวนาน 20 ปี ในกรณีที่แตนเบียนควบคุมให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเหลืออยู่น้อย แล้วกลับมาระบาดเสียหายได้ อาจเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ช่วงระยะเวลาของแมลงที่อาศัยสั้นกว่าช่วงเวลาการพัฒนาของแตนเบียน และแมลงที่มีจำนวนน้อยหรืออยู่ในวัยที่ไม่เหมาะสม มีหลายโมเดลที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงนี้ (Godfray and Hassell, 1987) สำหรับบ้านเรามีงานวิจัยที่กล่าวถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมว่ามีผลต่อระดับความเสียหาย เช่น ปริมาณมัมมี่ในแต่ละช่วงฤดูกาล (เฉลิมและจรัสศรี, 2550) ช่วงอายุ การผสมเลือดชิดที่มีผลต่ออัตราการเบียนที่ลดลงด้วย (จรัสศรี, 2550) รวมทั้งการใช้สารเคมีในแปลง (รจนาและคณะ, 2553ข) สภาพภูมิอากาศมีส่วนเอื้ออำนวยให้การระบาดรุนแรงและขยายพื้นที่ออกไป การดูแลบำรุงรักษาสวนช่วยให้การฟื้นตัวเร็วขึ้น การควบคุมและป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชให้ได้ผลอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องทราบช่วงเวลาการระบาดในรอบปี โอกาสที่จะเกิดการระบาดขึ้นใหม่ การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เช่น จำนวนแมลงศัตรูธรรมชาติ สภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และความสามารถในการอยู่รอดในสวนมะพร้าวของแมลงศัตรูธรรมชาติ เพื่อเฝ้าระวังและเตือนการระบาด และเตรียมการป้องกันกำจัดได้ทันเวลา อันจะลดความเสียหายของผลผลิตได้อย่างยั่งยืน ดังนั้น การติดตามและเฝ้าระวังการระบาดของแมลงเหล่านี้ จะเป็นฐานข้อมูลสำหรับการเตือนการระบาดและ

กรมวิชาการเกษตร

ป้องกันกำจัดได้ทันเหตุการณ์ รวมทั้งได้ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของศัตรูพืช และ/หรือเปอร์เซ็นต์การทำลาย กับสภาพภูมิอากาศ ของแมลงศัตรูมะพร้าวที่สำคัญทั้งสองชนิด ได้แก่ หนอนหัวดำมะพร้าว แมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาสัญญาณเตือน หรือเงื่อนไขนำไปสู่การพัฒนาระบบข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดและการป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวที่สำคัญในพื้นที่วิกฤติ
2. เพื่อติดตามการปรากฏอยู่ของแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงดำหนามมะพร้าว ในแหล่งปลูกที่สำคัญ
3. เพื่อติดตามการเข้าทำลายของหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน
4. เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่มีกระทบต่อการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันที่สำคัญ
5. เพื่อพัฒนาสัญญาณเตือนในระบบเตือนการระบาดของศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันที่สำคัญ

ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนาระบบการเตือนระบาดของศัตรูพืช อาศัยข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการเข้าทำลายอย่างต่อเนื่องและสภาพแวดล้อมในอดีต รวมทั้งประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบาดของศัตรูพืชนั้น ๆ จากแปลง 2 ส่วน คือ แปลงหลัก และแปลงติดตาม ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของการติดตามต่างกัน ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกไว้ในแปลง ควบคู่กับการสำรวจแมลง ข้อมูลที่ได้จะมีคุณภาพสามารถจำแนกเหตุการณ์การระบาดได้ ปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป นำไปพัฒนาเพื่อจำลองการพยากรณ์ รวมทั้งนำไปวิเคราะห์หาสัญญาณเตือน หรือเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพยากรณ์การระบาดทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ ก่อนที่จะมีการระบาดในพื้นที่ การระบาดของศัตรูพืชมีสาเหตุหลักมาจาก 3 ปัจจัย

1. ศัตรูพืชเคลื่อนย้ายจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ที่มีความเหมาะสมมากกว่า ทำให้มีการขยายพันธุ์และระบาดทำความเสียหายเพิ่มขึ้น

2 สภาพแวดล้อมและสภาพทางนิเวศเกษตรเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ศัตรูพืชมีการขยายพันธุ์ได้ดีขึ้นเพิ่มจำนวนมากขึ้น หรือมีผลต่อการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความต้านทาน และมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายมากขึ้น

3 สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในพื้นที่ปลูกมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในแหล่งปลูกมะพร้าวภาคใต้และการควบคุมอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ

1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว และแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว

ดำเนินการที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง ธันวาคม 2564 ดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าว บันทึกช่วงอายุขัยของแมลงดำหนามมะพร้าว และพัฒนาการของแตนเบียนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าวในสภาพการเพาะเลี้ยงแต่ละรุ่น จำนวนแตนเบียนที่ผลิตได้ จำนวนที่นำออกปล่อย อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

2. คัดเลือกแปลง ปล่อยแตนเบียนหนอนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าว กำหนดให้ปล่อยแตนเบียน ตามวิธีการของ อัมพรและคณะ (2557) ตามระดับการระบาด

3. การสำรวจประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวโดยรวม และตรวจนับประชากรแมลงศัตรูพืช โดยคัดเลือกแปลงมะพร้าวของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 10 แปลงๆ ละ 1 ต้น ทุกเดือน (สุ่มเก็บใบกลม) สุ่มตรวจนับแมลงดำหนามมะพร้าวในแต่ละวัย (หนอนขนาดเล็ก หนอนขนาดกลาง หนอนขนาดใหญ่และดักแด้) และอัตราการเบียนในแต่ละแปลง นำมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ

4. ประเมินประสิทธิภาพในการควบคุม ตามวิธีการของ อัมพรและคณะ (2557) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายกับสภาพภูมิอากาศและวิธีการควบคุมที่นำไปใช้ในพื้นที่

5. ประเมินผลของช่วงอายุแมลงดำหนามกับพัฒนาการของแตนเบียนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าว

การบันทึกข้อมูล จำนวนแตนเบียนที่ผลิตได้ จำนวนที่นำออกปล่อย ข้อมูลสภาพแวดล้อมเช่น ฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงที่ศึกษา จำนวนแมลง หนอนแต่ละวัย อัตราการเบียนและการอยู่รอดในธรรมชาติ การเข้าทำลายในแปลงและพืชอาศัย

2. การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนหัวดำมะพร้าวและแตนเบียนหนอนหัวดำในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ดำเนินการในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างตุลาคม 2558 ถึงธันวาคม 2564 ดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* เพาะเลี้ยงหนอนหัวดำมะพร้าวและหนอนผีเสื้อข้าวสารเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis*

2. คัดเลือกพื้นที่ สำหรับเป็นแปลงติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรและกำหนดวิธีการควบคุม จำนวน 5 แปลง

3. ปล่อยแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าว กำหนดให้ปล่อยแตนเบียนเพศเมียที่อายุอย่างน้อย 4 วัน โดยบรรจุตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* เพศเมีย จำนวน 10 ตัว ในหลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2

กรมวิชาการเกษตร

ซม. สูง 5 ซม. มีฝาปิดสนิทภายในมีสำลีชุบน้ำผึ้งเข้มข้น 20% เพื่อเป็นอาหารของแตนเบียน นำไปปล่อยในแปลงมะพร้าว โดยเปิดฝาหลอดให้แตนเบียนบินออกจากอุปกรณ์ ในอัตราและจำนวนตามคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

4. การสำรวจประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวโดยรวม และตรวจนับประชากรแมลงศัตรูพืช แปลงละ 10 ต้น (สุ่มเก็บใบ จำนวน 5 ใบย่อยต่อ 1 ต้น) ทุกเดือน สุ่มตรวจนับหนอนหัวดำมะพร้าวในแต่ละวัย (หนอนขนาดเล็ก หนอนขนาดกลาง หนอนขนาดใหญ่และดักแด้) และอัตราการเบียนในแต่ละแปลง นำมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบมะพร้าว

5. ประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมทุกเดือนตามวิธีการของ อัมพรและคณะ (2557) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายกับสภาพภูมิอากาศและวิธีการควบคุมที่นำไปใช้ในพื้นที่

การบันทึกข้อมูล จำนวนแตนเบียนที่ผลิตได้ และจำนวนที่นำออกปล่อย ข้อมูลสภาพแวดล้อม เช่น ฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของแปลงที่ศึกษา จำนวนแมลง หนอนแต่ละวัย อัตราการเบียนและการอยู่รอดในธรรมชาติ การเข้าทำลายในแปลงและพืชอาศัย

3. การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่วิกฤติภาคใต้

1. สำรวจความเสียหายจากการระบาดของหนอนหัวดำ และแมลงดำหนามในพื้นที่ปลูกมะพร้าว อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทั้ง 2 พื้นที่ โดยสุ่มเลือกแปลงมะพร้าวเพื่อเป็นตัวแทนตามสัดส่วนพื้นที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ จำนวน 40 แปลง ทุก 4 เดือน โดยในช่วงที่มีความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายรุนแรงสำรวจทุก 1 เดือน ประเมินความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าวโดยสุ่มแปลงละ 10 ต้น ตามวิธีการของ อัมพรและคณะ (2557) พร้อมทั้งสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติดูแลควบคุมแมลงศัตรูมะพร้าว แล้วจำแนกระดับการทำลายตามชนิด

2. ประเมินระดับการทำลายรายแปลง วิเคราะห์การกระจายตัวบนพื้นที่ จากข้อมูลตำแหน่งแปลงที่สำรวจระดับการระบาด และพื้นที่ปลูกมะพร้าว

3. ติดตามการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ศึกษาจากการสำรวจเช่นเดียวกับข้อ 2 พร้อมทั้งประเมินเปอร์เซ็นต์การทำลายของแมลงดำหนามจากทางใบแรกที่คลี่แล้วโดยให้พื้นที่ทางใบทั้งหมดเป็น 100 และจำนวนทางใบที่ถูกทำลายด้วยหนอนหัวดำมะพร้าวเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง

4. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการระบาดกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศและการปฏิบัติของเกษตรกร เพื่อกำหนดปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล่อแหลมของการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวพื้นที่

การบันทึกข้อมูล ทางใบที่ถูกทำลาย ทางใบเขียว ระดับการเข้าทำลายและเปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายในมะพร้าวและพืชอาศัย การจัดการแปลงในแต่ละระยะ ดำเนินการที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง ธันวาคม 2564

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิการระบาดของหนอนหน้าแมวจากเอกสาร รายงานที่เกี่ยวข้อง นำมาจัดจำแนกพื้นที่ ระดับความเสียหายและช่วงเวลาการระบาด นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลา และสถานที่ร่วมกับข้อมูลสภาพแวดล้อม

2. สำรวจความเสียหายจากการทำลายของหนอนหน้าแมว แมลงศัตรูธรรมชาติ พร้อมทั้งสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการปฏิบัติดูแล และวิธีการควบคุม ประเมินระดับการทำลายรายแปลงในปี พ.ศ. 2559 วิเคราะห์การกระจายตัวบนพื้นที่ จากข้อมูลตำแหน่งแปลงที่สำรวจระดับการระบาด และพื้นที่ปลูกมะพร้าว

3. วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของหนอนหน้าแมว เพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีความล่อแหลมต่อการระบาดของหนอนหน้าแมว พร้อมทั้งคัดเลือกแปลงสำหรับการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรในพื้นที่

4. ติดตั้งอุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิและความชื้นในแปลงที่ศึกษาบางแปลงตามจำนวนเครื่องมือที่มีบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม เช่น ฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของแปลง

5. การสำรวจ ตรวจนับประชากร และประเมินการเข้าทำลายในแปลงที่เลือกไว้ สุ่มตรวจทุกเดือนในช่วงที่คาดว่าจะมีการระบาดของหนอนหน้าแมว โดยเลือกต้นปาล์มน้ำมันอย่างน้อย 10% ของจำนวนต้นทั้งหมด สุ่มเป็นเส้นทแยงมุมตัดกัน หรือ 1 แถว เว้น 2 แถว หรือ 1 ต้น เว้น 3 ต้น เพื่อให้การกระจายตัวครอบคลุมเป็นตัวแทนได้ดีที่สุด แต่ละต้นให้เลือกทางใบที่ความสูงที่ช่วงกลางทรงพุ่ม 4 ทางใบ 4 ทิศ ตรวจนับหนอนหน้าแมวแต่ละวัย ดักแด้ และไข่ รวมทั้งศัตรูธรรมชาติ ประเมินรอยทำลายโดยคิดสัดส่วนพื้นที่ใบที่ถูกทำลายกับพื้นที่ใบทั้งหมดและเก็บตัวอย่างมาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564

6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายกับสภาพภูมิอากาศ

กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน จากเอกสาร รายงานที่เกี่ยวข้อง ผลงานวิจัยในโครงการและข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต นำมาจัดชั้นคุณภาพของข้อมูลจำแนกศัตรู พืช พื้นที่ ระดับความเสียหายและช่วงเวลาการระบาด วิเคราะห์เนื้อหาและความสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะข้อมูลภูมิอากาศ ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

2. รวบรวมข้อมูลจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการทดลองข้างต้น นำมาจัดชั้นคุณภาพของข้อมูลจำแนกศัตรูพืช พื้นที่ ระดับความเสียหายและช่วงเวลาการระบาด และวิเคราะห์หาสัญญาณการเตือน แบบจำลองในการคาดการณ์เบื้องต้น พัฒนาเป็นฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับสนับสนุนการวิเคราะห์หาสัญญาณเตือนการระบาดของแมลง

กรมวิชาการเกษตร

3. ค้นหาผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านการแพร่ระบาดของแมลง หรือที่เกี่ยวข้องกับแมลงศัตรูนั้นๆ ติดต่อประสานงานเพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ จัดประชุมระดมความคิดเห็นร่วมกัน เกี่ยวกับการหาสัญญาณการเตือน และระดับการเตือน พร้อมทั้งตรวจสอบความใช้งาน

4. ออกแบบและพัฒนาโมเดลในการทำนาย ออกแบบข้อมูลนำเข้า กระบวนการคิด และข้อมูลผลลัพธ์ กรณีที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมออกแบบ input layer, hidden layer และ output layer ทั้งจำนวน Node และจำนวนชั้นของ hidden layer ส่วน K-NN หาขนาดของ K ที่เหมาะสม รวมทั้งแนวทางที่ใช้ rule base ถ้าเป็นไปได้ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล จากความถูกต้องของการทำนายจาก ค่าความถูกต้อง (accuracy) ค่าความแม่นยำ (precision) ความไว (sensitivity/recall) ความจำเพาะ (specificity) จากสูตร

Accuracy = (TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)

Precision = TP/(TP+FP)

Sensitivity/Recall = TP/(TP+FN)

Specificity = TN/(TN+FP)

โดยที่ TN = ผลลบจริง TP = ผลบวกจริง FN = ผลลบปลอม FP = ผลบวกปลอม

5. พัฒนาระบบให้บริการข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เลือกโมเดลที่เหมาะสมที่มีสัดส่วนของการทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง ได้ถูกต้อง นำมาพัฒนาระบบงานทำนายการรบาดของศัตรูพืช เพื่อการเตือนล่วงหน้า พัฒนาข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอนและกระบวนการที่ได้ออกแบบระบบไว้ ซึ่งประกอบด้วย เลือกใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การจัดหาโปรแกรม การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การทดสอบ และการปรับปรุงโปรแกรมเพื่อให้พร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน จัดการเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการเว็บ และเชื่อมโยงกับเครือข่ายกรมวิชาการเกษตร ดำเนินการที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร ระหว่างตุลาคม 2561-ธันวาคม 2564

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว และแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว

การสำรวจและคัดเลือกแปลงมะพร้าวหลักสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าวจำนวน 10 แปลง กระจายทั่วพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

การเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอน และดักแด้ แมลงดำหนามมะพร้าว ที่ห้องปฏิบัติการเลี้ยงแมลง ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และนำไปปล่อยในแปลงที่เลือกไว้ พบว่า แตนเบียน *A. hispinarum* มีอัตราการเบียนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวเป็นมัมมี่ในช่วงเดือนเมษายน 2559 ต่ำที่สุด เนื่องจากสภาพอากาศแห้งและร้อน และแตนเบียนออกเป็นตัวเต็มวัยได้น้อย ส่วนแตนเบียน *T. brontispae* มีอัตราการเบียนต่ำที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม มัมมี่ดักแด้ที่ได้เพียง 20.8% อัตราการเบียนสูงขึ้น แต่ขึ้นๆลงๆ ช่วงเดือนมกราคม 2560 ลดลงอีกครั้ง อัตราการเบียนสูงมากในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเมษายน 2560 และนำไปปล่อยในพื้นที่เกาะสมุย ปี พ.ศ. 2563 ขาดงบประมาณในการเลี้ยงแตนเบียน ส่งผลต่อการนำไปปล่อย

จากการสำรวจประเมินประชากรและการเข้าทำลาย และการปล่อยแตนเบียนของแมลงดำหนามมะพร้าวและศัตรูธรรมชาติทุกเดือน ได้ปล่อย *A. hispinarum* ในปี พ.ศ. 2559 2560 2561 2562 2563 และ 2564 จำนวน 4,217 22,220 17,564 7,664 1,117 และ 6,537 มัมมี่ ตามลำดับ และปล่อย *T. brontispae* 2,034 10,747 12,616 5,532 4,441 และ 881 มัมมี่ ตามลำดับ พบว่า ทางใบแรกที่คลี่หมด มีร่องรอยความเสียหายจากการเข้าทำลายลดลงทุกเดือนหลังจากปล่อยแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดในแปลงทดลองทั้ง 10 แปลง เดือนธันวาคม 2560 พบแตนเบียนหนอนและแตนเบียนดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าวสูงสุดคือ เฉลี่ย 1.4 มัมมี่ และ 0.7 มัมมี่/ยอดกลม และพบปริมาณแมลงดำหนามมะพร้าวน้อยที่สุดคือ 13 ตัว/ยอดกลม เดือนมกราคมปริมาณหนอนเริ่มมีมากขึ้นขณะที่มัมมี่แตนเบียนทั้ง 2 ชนิดเริ่มมีปริมาณลดลง เมื่อปริมาณแมลงดำหนามมะพร้าวมากขึ้นอีกในเดือนกุมภาพันธ์ 46 ตัว/ยอดกลม ขณะที่ความเสียหายจากทางใบที่ 1 ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเนื่องจากยังมีแตนเบียนควบคุมหนอน เมื่อย่างเข้าฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเมษายน อากาศร้อน ความชื้นในบรรยากาศต่ำมีผลทำให้แมลงทั้งแมลงดำหนามมะพร้าวและแตนเบียนพบในปริมาณที่ลดลง พบแมลงดำหนามมะพร้าวเฉลี่ย 16.5 ตัว/ยอดกลม และไม่พบมัมมี่หนอน ส่วนมัมมี่ดักแด้พบ 0.1 ตัว/ยอดกลม เป็นผลให้ในเดือนพฤษภาคมมีปริมาณหนอนเพิ่มมากขึ้นและทางใบแรกมีเปอร์เซ็นต์การทำลายเพิ่มขึ้นจนเดือนสิงหาคม

ปี พ.ศ. 2563 แตนเบียนออกเป็นตัวเต็มวัยน้อยมากทำให้เกิดขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งเดิมเคยแก้ไขได้ด้วยการให้ความชื้นในช่วงของการรอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย ไม่สามารถช่วยให้การออกเป็นตัวเต็มวัยของแตนเบียนประสบความสำเร็จ จำเป็นต้องไปเก็บจากธรรมชาติเข้ามาเลี้ยงเพิ่มเติม และประสบปัญหาเรื่องห้องควบคุมอุณหภูมิในการเลี้ยงแมลง เนื่องจากมาตรการประหยัดไฟจากการถูดตัดลดงบประมาณ จึงสามารถเพาะเลี้ยงแตนเบียนได้เพื่อการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์เท่านั้น

ผลการประเมินความเสียหายของทรงพุ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงกันยายน 2559 พบว่า ความรุนแรงลดลงจากทางใบที่ 1-5 เสียหายมากกว่า 50% (ระดับ C) 4.5% และทางใบที่ 6 - 10 เสียหายมากกว่า 50% (ระดับ B) 0.5% ในเดือนพฤศจิกายน 2558 เป็นทางใบที่ 1 - 10 เสียหายน้อยกว่า 50% (ระดับ A) 100% และตั้งแต่เดือนสิงหาคม- กันยายน 2559 ไม่พบแตนเบียนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว สอดคล้องกับการเข้าทำลายที่

กรมวิชาการเกษตร

สูงขึ้นและจำนวนหนอนที่เพิ่มมากขึ้นด้วย แต่ยังคงพบแตนเบียนดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าวในบริเวณด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะ ซึ่งสภาพอากาศช่วงนี้เป็นช่วงฤดูฝนแต่ปีนี้สภาพอากาศเปลี่ยน ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่เกาะสมุยจนถึงเดือนตุลาคม ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุยมีเพียง 799 มม. เท่านั้น ส่วนด้านตะวันตกทางตอนเหนือของเกาะวัดได้ 1,148 มม. ซึ่งสูงกว่าเล็กน้อย ความแตกต่างของฝนในแต่ละส่วนของเกาะได้รับการยืนยันจากเครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ จึงทำให้พบแมลงดำหนามมะพร้าวในยอดกลมสูงมากในเดือนพฤศจิกายน 2559 แต่ในช่วงหลังตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม ฝนตกหนักรวม 2 เดือน 1,056.8 มม.จำนวนวันฝนตก 41 วัน ทำให้ปริมาณแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงในเดือนธันวาคม และการทำลายทางใบแรกลดลงอย่างชัดเจนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2560 ปริมาณหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม 2561 เป็นช่วงที่พบแตนเบียนทั้ง 2 ชนิดน้อยมากจนถึงไม่พบเลยติดต่อกันหลายเดือน ซึ่งการเข้าทำลายสูงขึ้นและเห็นทางใบที่ถูกทำลายชัดเจนในเดือนถัดๆ ไป

ปริมาณฝนในเดือนมกราคม ถึงมิถุนายน 2560 รวม 900 มม. ฝนตกไม่น้อยกว่า 40 วัน ทำให้ปีนี้ปริมาณฝนช่วงต้นปีสูงกว่าปีก่อนๆ จึงทำให้ผลการตรวจนับประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวในทุกระยะมีแนวโน้มลดลง แต่ในเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน 2560 พบหนอนของแมลงดำหนามมะพร้าวเพิ่มขึ้นขณะที่แตนเบียนทั้งหนอนและดักแด้ลดลงจนไม่พบ ซึ่งคาดว่าการทำลายใบแรกจะสูงขึ้นใน 2 เดือนถัดไป แต่จำนวนแตนเบียนหนอนกลับมาเพิ่มสูงขึ้นอีกในเดือนพฤศจิกายน 2560 หลังจากที่พบหนอนปริมาณมากในเดือนกันยายนหรือ 2 เดือนถัดไป แต่ยังมีการทำลายใบแรกสูงอยู่ จำนวนตัวเต็มวัยยังสูงอยู่เช่นกันอาจเนื่องจากปริมาณฝนในช่วงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2560 ที่ต่ำกว่าปีที่ผ่านมาคือ ฝนตกเพียง 38 มม. แต่เดือนพฤศจิกายน 2560 ถึงมกราคม 2561 ปริมาณฝนมากกว่าปกติ ปริมาณฝนมากถึง 724 มม. ในเดือนพฤศจิกายน แต่รวมทั้งปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณฝน 2,888 มม. ซึ่งสูงมากกว่าค่าปกติ ทำให้การทำลายใบแรกลดลงเรื่อยๆ จนถึงต้นปี พ.ศ.2561

ปี พ.ศ.2561 ปริมาณฝนทั้งปีรวม 2,359 มม. ฝนจากช่วงปลายปี พ.ศ.2561 ทำให้แมลงดำหนามมะพร้าวลดลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม แต่กลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน 2561 โดยเฉพาะวัยหนอน อย่างไรก็ตาม เดือนตุลาคม ถึงธันวาคม ฝนตกต่อเนื่องทำให้ประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงอย่างมาก แต่ยังพบการทำลายใบแรกอยู่จนถึงเดือนพฤษภาคม 2562 ทั้งนี้ปริมาณฝนตกตั้งแต่ต้นปีจนถึงพฤศจิกายน 2562 รวม 1,089 มม. ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าค่าปกติติดต่อกันหลายเดือนตั้งแต่ต้นปี ทำให้แมลงดำหนามมะพร้าวเพิ่มสูงขึ้นทั้งหนอนและตัวเต็มวัย และไม่พบแตนเบียนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าวติดต่อกันถึง 8 เดือน ตั้งแต่มีนาคม จนถึงเดือนพฤศจิกายน 2562 อย่างไรก็ตาม สภาพแห้งแล้งยาวนานเมื่อฝนตกมากขึ้นในเดือนตุลาคม 2562 ทำให้จำนวนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวที่พบในยอดกลมลดลงอย่างมาก แต่การทำลายทางใบยังปรากฏให้เห็นรุนแรง เนื่องจากเวลาเพียง 2 เดือน ใบที่คลี่ใหม่เพียง 2 ใบยังไม่ทำให้เกิดความเขียวที่แตกต่างจากปีก่อนเมื่อเทียบกัน สำหรับปี พ.ศ.2562 ปริมาณฝน 1,255 มม. ต่ำกว่าค่าปกติมาก

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ.2563 เกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 รัฐจึงกำหนดมาตรการในการควบคุมและงดการเดินทางข้ามพื้นที่จังหวัด และปิดโรงแรม ในช่วงของการประกาศ พรบ.ฉุกเฉิน เพื่อลดการแพร่ระบาดจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวได้ เมื่อมีการผ่อนคลายมาตรการในเดือนมิถุนายนจึงเริ่มการสำรวจในพื้นที่อีกครั้ง ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าวจึงขาดตั้งแต่ช่วงเดือนมีนาคม 2563 ถึงพฤษภาคม 2563 โดยในเดือนมิถุนายนสำรวจพบหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มจำนวนนี้เร็วกว่าช่วงเดียวกันในปีก่อนๆ เป็นปีที่ฝนตกน้อยมากปีหนึ่ง ปริมาณฝนรวมในปี พ.ศ. 2563 และ 2562 รวม 1,809 และ 1,395 มม. จำนวนวันฝนตก 175 และ 145 วัน ตามลำดับ น้อยกว่า ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งมีปริมาณฝนรวม 2,430 มม. จำนวนวันฝนตก 175 วัน และยังเป็นปีที่ผลิตแตนเบียนได้น้อยเนื่องจากการปรับแผนงานลงตามงบประมาณที่ได้รับจัดสรร

ปี พ.ศ. 2564 เกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อีกระลอกจำเป็นต้องงดการเดินทางจากพื้นที่เสี่ยงเข้าในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี แต่ฝนที่ตกช่วงปลายปี พ.ศ. 2563 ช่วยลดปริมาณประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวได้ แต่ต้นปีปริมาณฝนที่ตกลดลงทำให้พบการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน

จากการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแปลงที่ระดับยอดมะพร้าว พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดไม่แตกต่างกันทั้ง 2 สภาพแวดล้อม คือที่ระดับเรือนยอดมะพร้าว และระดับพื้นผิว แต่อุณหภูมิสูงสุดแตกต่างกันมาก ที่ระดับเรือนยอดมะพร้าวมีอุณหภูมิสูงสุดสูงกว่าทุกช่วง และความแตกต่างจะมีมากในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมในช่วงที่ผ่านมา ส่วนความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับเรือนยอดมะพร้าวสูงกว่าที่ระดับพื้นผิว แต่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนต่ำกว่าที่ระดับพื้นผิวในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงตุลาคม สอดคล้องกับอุณหภูมิที่สูงมาตลอดในช่วงเดียวกันนั้น

ส่วนสภาพอากาศรายแปลงเมื่อนำมาทำกราฟร่วมกับประชากรแมลงดำหนามมะพร้าว พบว่า ช่วงที่มีความชื้นสูงประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงโดยเฉพาะความชื้นต่ำสุดที่สูงต่อเนื่อง ในแปลงที่มีประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวมาก การทำลายยังคงอยู่และมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง สภาพอากาศในแต่ละแปลงแตกต่างกัน ทำให้แปลงทั้งหมดที่เลือกว่ามีแมลงดำหนามมะพร้าวทำลายมากใกล้เคียงกันในช่วงแรกเริ่มเก็บข้อมูลมีความแตกต่างของประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวเมื่อเวลาเปลี่ยนไป เช่น ในแปลงที่จำนวนแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงเหลือน้อยมาก การทำลายทางใบแรกลดลง แต่ต้องสังเกตในแปลงอื่นๆ ด้วยซึ่งยังมีความแตกต่างในรายละเอียดและยังต้องการข้อมูลปริมาณที่มากขึ้น

จากข้อมูลข้างต้น ที่ได้จะเห็นได้ว่า ประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว จำนวนแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว มีความสัมพันธ์กัน และมีผลถึงการเข้าทำลายทางใบแรกของมะพร้าว และยังพบทางใบที่ 1 -10 เสียหาย

กรมวิชาการเกษตร

< 50% ทุกครั้งที่สำรวจ ทั้งนี้ น่าจะเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะการตกของฝน รวมทั้งการมีอยู่ของแตนเบียนด้วย

2. การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนหัวดำมะพร้าวและแตนเบียนหนอนหัวดำในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis*

การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ต้องเพาะเลี้ยงหนอนหัวดำมะพร้าวและหนอนผีเสื้อข้าวสารเพื่อใช้เป็นแมลงอาศัยในการเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการเลี้ยงแมลง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี พบว่า การผลิตเริ่มลดลงตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2559 เนื่องจากแตนเบียนเริ่มอ่อนแอและไม่วางไข่ สภาพอากาศ อุณหภูมิในห้องเพาะเลี้ยงไม่คงที่ บางตัวออกเป็นตัวเต็มวัยแล้วตาย ส่งผลให้ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน 2559 มีแตนเบียนไม่เพียงพอสำหรับนำไปปล่อยในแปลงทดสอบ จึงได้แก้ไขโดยการขอพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งอื่นมาทำการเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณ ส่วนในเดือนตุลาคม 2559 ยังผลิตแตนเบียนได้น้อย โดยการเบียนหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 882 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน จำนวน 764 ดักแด้ แต่ในเดือนพฤศจิกายนเบียนหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 2,732 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน จำนวน 1,937 ดักแด้ เพิ่มขึ้นจากเดือนตุลาคม 1,173 ดักแด้ และในเดือนธันวาคม เบียนหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 3,491 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 5,183 ดักแด้ เพิ่มขึ้นจากเดือนพฤศจิกายน 3,246 ดักแด้ ดังนั้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2559 ถึงกันยายน 2560 การผลิตแตนเบียน *G. nephantidis* โดยใช้หนอนผีเสื้อข้าวสารจำนวน 86,601 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 141,140 ดักแด้

ในเดือนตุลาคม 2560 ถึงกันยายน 2561 เลี้ยงขยายปริมาณแตนเบียน *G. nephantidis* เบียนหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 94,343 ตัว สามารถเก็บหนอนที่ถูกเบียนได้จำนวน 51,784 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 145,659 ดักแด้ มีอัตราการเบียนเฉลี่ย 53.38 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 2.87 ตัว ประสิทธิภาพแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้ โดยการสุ่มเก็บข้อมูล พบว่า เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 58.1 เปอร์เซ็นต์ มีเพศผู้เฉลี่ย 174.8 ตัว เพศเมียเฉลี่ย 770.4 ตัว และสัดส่วน เพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1 : 4.41 แตนเบียนที่ผลิตได้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2561 สามารถเลี้ยงได้จำนวนมากขึ้น และมีสัดส่วนการออกเป็นตัวเต็มวัยเป็นเพศเมียสูงขึ้น

ในเดือนตุลาคม 2561 ถึงกันยายน 2562 การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ด้วยหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 82,585 ตัว สามารถเก็บหนอนที่ถูกเบียนได้จำนวน 43,258 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 149,498 ดักแด้ มีอัตราการเบียนเฉลี่ย 50.91 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 3.38 ตัว ประสิทธิภาพของแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัย 71.5 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นเพศผู้เฉลี่ย 893 ตัว เพศเมียเฉลี่ย 1,772 ตัว และสัดส่วน เพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1 : 2.1

กรมวิชาการเกษตร

ในเดือนตุลาคม 2562 ถึงกันยายน 2563 การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ด้วยหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 68,351 ตัว สามารถเก็บหนอนที่ถูกเบียนได้จำนวน 38,082 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 160,327 ดักแด้ มีอัตราการเบียนเฉลี่ย 53.8 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 5.01 ตัว ประสิทธิภาพแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้ โดยการสุ่มเก็บข้อมูล พบว่า เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 66.4 เปอร์เซ็นต์ มีเพศผู้เฉลี่ย 926 ตัว เพศเมียเฉลี่ย 2,032 ตัว และสัดส่วน เพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1 : 2.31 ปี 2563 ประสิทธิภาพแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้ เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 66.4 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนเพศผู้:เพศเมีย เฉลี่ย 1 : 2.2

ในเดือนตุลาคม 2563 ถึงกันยายน 2564 การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ด้วยหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 707,715 ตัว สามารถเก็บหนอนที่ถูกเบียนได้จำนวน 39,407 ตัว ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 125,879 ดักแด้ พบว่า มีอัตราการเบียนเฉลี่ย 54.0 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 3.0 ตัว ปี 2564 ประสิทธิภาพแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้ เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 66.9 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนเพศผู้ : เพศเมีย เฉลี่ย 1 : 1.9

การเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2564 (6 ปี) ใช้แตน *G. nephantidis* เบียนหนอนผีเสื้อข้าวสาร จำนวน 444,274 ตัว สามารถเก็บหนอนที่โดยเบียนได้จำนวน 247,671 ตัว ได้ดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 777,243 ดักแด้ พบว่ามีอัตราการเบียนเฉลี่ย 52.5 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 3.1 ตัว ประสิทธิภาพแตนเบียน *G. nephantidis* ที่ผลิตได้โดยศึกษาเปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยและสัดส่วนเพศผู้เพศเมีย พบว่า เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 66.4 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนเพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1 : 2.9

การติดตามการระบาดในแปลงหลัก

คัดเลือกพื้นที่ สำหรับเป็นแปลงหลักในการติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรและกำหนดวิธีการควบคุม จำนวน 5 แปลง ในพื้นที่ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยกำหนดวิธีการควบคุมตามสภาพแปลง ทำการปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้ง ดำเนินการร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแปลงที่คัดเลือกมีผลการวิเคราะห์ดิน และปริมาณธาตุอาหารในใบค่อนข้างต่ำ

สำรวจติดตามประชากรแมลง และการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลง ประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวโดยรวม และตรวจนับประชากรแมลงศัตรูพืชทุกเดือน เก็บข้อมูลการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 พบว่า จำนวนหนอนวัยต่างๆ ระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึงกันยายน 2559 มีจำนวนหนอนวัยต่างๆ ลดลง ส่วนการเบียนในสภาพแปลงทั้ง 5 แปลงมีการเบียนคงที่ ยกเว้นแปลงคุณทองเพียรที่มีจำนวนการเบียนเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บหนอนที่โดนเบียนมาเลี้ยง พบว่า มีการเบียนของแตนเบียนบราคอน และแตนเบียนอีกชนิดหนึ่งซึ่งยังไม่ทราบชนิด มีลักษณะคล้ายแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าว แต่ขนาดเล็กกว่า ซึ่งพบการ

กรมวิชาการเกษตร

เบียนถี่ขึ้นในธรรมชาติจึงส่งกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เพื่อจำแนกชนิด ซึ่งทราบผลว่าอยู่ในวงศ์ใหญ่ superfamily Chalcidoidea และวงศ์ Torymidae

ปีที่ 2 เริ่มพบดักแด้ที่เก็บจากแปลงณสำรอง โดยออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2560 เป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* เกาะหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในใบมะพร้าว จึงเก็บหนอนหัวดำมะพร้าวตัวนั้นมาเลี้ยงต่อในห้องเลี้ยงแมลง พบว่า มีการวางไข่ของแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 1 ฟอง และออกเป็นเป็นแตนเบียน *G. nephantidis* (กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงตรวจสอบและยืนยันแล้ว) ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2560 เป็นดักแด้ของแตนเบียน *G. nephantidis* มีตัวเต็มวัยเฝ้าอยู่ในใบมะพร้าว จึงเก็บมาเลี้ยงและออกเป็นตัวเต็มวัย 16 ตัว และได้นำแตนเบียนนั้นผสมและเบียนหนอนต่อไป ครั้งที่ 3 เจอเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2560 เจอไข่แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 5 ฟอง ฟักออกมาทั้ง 5 ฟอง ครั้งที่ 4 เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2560 เจอ 4 ดักแด้ ออกเป็นตัวเต็มวัยแตน *G. nephantidis* 2 ตัว ครั้งที่ 5 เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2560 เจอ 4 ดักแด้ ออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* 4 ตัว สำหรับแปลงอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ แปลงพเยาว์ เจอดักแด้ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว 8 ครั้ง และเจอดักแด้ที่ถูกเบียนและเก็บดักแด้รอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย 6 ครั้ง และออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 2 ครั้ง ส่วนที่เหลือออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียนบราคอน แปลงคุณทองเพียร เจอดักแด้ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว 2 ครั้ง และเจอดักแด้ที่ถูกเบียนและเก็บดักแด้รอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย 7 ครั้ง ออกเป็นแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 1 ครั้ง และออกเป็นตัวเต็มวัยคล้ายแตนเบียน *G. nephantidis* แต่ตัวเล็กกว่า 3 ครั้ง ส่วนที่เหลือออกเป็นแตนเบียนบราคอน ส่วนแปลงชลอ เจอดักแด้ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว 8 ครั้ง และเจอดักแด้ที่ถูกเบียนและเก็บดักแด้รอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย 5 ครั้ง ออกเป็นแตนเบียนบราคอนทั้งหมด

ปีที่ 3 การติดตามประชากรของแตนเบียนในแต่ละแปลงตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงธันวาคม 2560 พบว่า แปลงสำรอง เก็บดักแด้ที่ถูกเบียนและรอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2560 จำนวน 1 ครั้ง ออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียนบราคอน จากผลการส่งตัวอย่างแตนเบียนขนาดเล็กที่พบในแปลงให้กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงตรวจสอบ พบว่า เป็น Hymenoptera : Chalcidoidea : Eucharitidae แปลงคุณพเยาว์ มีการพ่นยากำจัดวัชพืชเมื่อเดือนตุลาคม 2560 พบซากหนอนแห้งตาย และซากดักแด้เก่า มีการเข้ามาดำเนินการฉีดสารเคมีเข้าลำต้น จำนวน 50 ต้น เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2560 แต่ไม่เจาะต้นที่ทำการทดลอง แปลงทองเพียร เจอดักแด้ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว เมื่อเดือนธันวาคม 2560 จำนวน 1 ครั้ง จากผลการส่งตัวอย่างแตนเบียนขนาดเล็กที่พบในแปลงให้เจ้าหน้าที่กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงตรวจสอบ พบว่า Hymenoptera : Chalcidoidea : Eucharitidae แปลงคุณชลอ มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช เมื่อเดือนตุลาคม 2560 เจอดักแด้ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้วเป็นดักแด้ของแตนเบียนบราคอน และเจอดักแด้ที่ถูกเบียนและเก็บดักแด้รอให้ออกเป็นตัวเต็มวัย พบว่าเป็นแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 1 ครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

ปีที่ 4 การติดตามประชากรของแตนเบียนในแต่ละแปลงตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงธันวาคม 2561 พบว่าจำนวนทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายเพิ่มขึ้น และปีนี้เนื่องจากปริมาณฝนที่มากทำให้มีปัญหาน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานในหลายแปลง ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว ส่วนแตนเบียนที่พบในเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 1 ครั้ง 1 แปลง คือ แปลงคุณชลอ ซึ่งเก็บดักแด้ที่ถูกเบียนแล้วพบว่าออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียนชนิดอื่น

ปีที่ 5 ติดตามการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว 4 แปลง พบว่า อัตราการทำลายลดลงทุกแปลง 25 - 99 เปอร์เซ็นต์

แปลงพเยาว์ พบจำนวนหนอนหัวดำมะพร้าว/10 ใบย่อย/ต้น ในเดือนธันวาคม 2558 พบเฉลี่ย 0.4 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น เดือนสิงหาคม 2563 พบเฉลี่ย 0.2 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น อัตราการทำลายลดลง 50.0 เปอร์เซ็นต์

แปลงทองเพียร จำนวนหนอนหัวดำมะพร้าว/10 ใบย่อย/ต้น ในเดือนธันวาคม 2558 พบเฉลี่ย 22.1 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น เดือนสิงหาคม 2563 พบเฉลี่ย 0.3 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น อัตราการทำลายลดลง 98.5 เปอร์เซ็นต์

แปลงสำรอง จำนวนหนอนหัวดำมะพร้าว/10 ใบย่อย/ต้น ในเดือนธันวาคม 2558 พบเฉลี่ย 20.7 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น เดือนสิงหาคม 2563 พบเฉลี่ย 0.2 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น อัตราการทำลายลดลง 99.0 เปอร์เซ็นต์

แปลงชลอ จำนวนหนอนหัวดำมะพร้าว/10 ใบย่อย/ต้น ในเดือนตุลาคม 2559 พบเฉลี่ย 0.4 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น เดือนสิงหาคม 2563 พบเฉลี่ย 0.3 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น อัตราการทำลายลดลง 25 เปอร์เซ็นต์

จากติดตามการอยู่รอดของแตนเบียนจนกันยายน 2564 พบแตนเบียนแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลงหลายครั้ง และยังพบแตนเบียนชนิดอื่นๆ อีก แต่พบน้อยมากใน ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 พบการเบียนของแตนเบียนบราคอนและแตนเบียนชนิดอื่นๆ เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเบียนของแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าวโกนีโอซัส ต้นปี พ.ศ. 2563 พบการเบียนของแตนเบียนชนิดอื่นๆ เพิ่มขึ้น แต่ระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม 2563 เกิดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้มีการชะลอการเดินทางเข้าพื้นที่ศึกษาทำให้ข้อมูลขาดหายไปในช่วงดังกล่าว

ภาพรวมการติดตามรายแปลง

ปีที่ 1 - 6 ติดตามการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว 4 แปลง พบว่า

แปลงพเยาว์ ก่อนการทดลอง มีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับระบาดปานกลาง เมื่อจัดการแปลงโดยปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้ง ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการผลิตมะพร้าว ก่อนดำเนินการทดลองเดือนธันวาคม 2558 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 0.4 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น และเดือนมกราคม 2560 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ยสูงสุด 11.5 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น หลังจากดำเนินการทดลองประเมินประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเดือนตุลาคม 2564 มีหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 0.0 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อเนื่องกัน 4

กรมวิชาการเกษตร

เดือน อัตราการฟื้นตัวที่สามารถเพิ่มจำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลายได้ถึง 13 ทางใบอย่างต่อเนื่อง ใช้เวลาประมาณ 30 เดือน (2.5 ปี) โดยทางใบที่ไม่ถูกทำลายเริ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้นและทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายมีจำนวนลดลงอย่างยั่งยืน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2561

แปลงทองเพียร ก่อนการทดลองมีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับระบาดรุนแรง เมื่อจัดการแปลงโดยปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้งทุกเดือน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและธาตุซิลิกอน 4 กิโลกรัม/ต้น/ปี ก่อนดำเนินการทดลองเดือนธันวาคม 2558 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 22.1 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น และเดือนมกราคม 2559 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ยสูงสุด 25.9 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น หลังจากดำเนินการทดลองประเมินประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเดือนตุลาคม 2564 มีหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 0.0 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อเนื่องกัน 4 เดือน อัตราการฟื้นตัวมีการระบาดอยู่ในระดับน้อย ใช้เวลาประมาณ 30 เดือน (2.5 ปี) คือ มีจำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลายมากกว่า 13 ทางใบอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 14 เดือน หลังจากนั้นจำนวนทางใบมะพร้าวที่ไม่ถูกทำลายเริ่มลดลงต่ำกว่า 13 ทางใบ ในเดือนพฤศจิกายน 2562 และใช้เวลาในการฟื้นตัวต่ออีก 12 เดือน การระบาดจึงอยู่ในระดับน้อยอีกครั้ง โดยทางใบที่ไม่ถูกทำลายเริ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้นและทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายมีจำนวนลดลง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2563 เนื่องจากแปลงนางทองเพียรมีการปลูกปาล์มน้ำมันและกล้วยหักมุกแซมในแปลงมะพร้าว ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชตระกูลเดียวกันกับมะพร้าวและเป็นพืชอาศัยของหนอนหัวดำมะพร้าวจึงเป็นผลทำให้การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวกลับมาระบาดได้อีกครั้ง

แปลงสำรอง ก่อนการทดลองมีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับระบาดปานกลาง เมื่อปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้งทุกเดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตัน/ไร่ ก่อนดำเนินการทดลองเดือนธันวาคม 2558 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 20.7 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น และเดือนกุมภาพันธ์ 2559 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ยสูงสุด 21.4 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น หลังจากดำเนินการทดลองประเมินประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเดือนตุลาคม 2564 มีหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 3.4 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง 84.1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการฟื้นตัวมีการระบาดอยู่ในระดับน้อย ใช้เวลาประมาณ 7 เดือน คือมีจำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลายมากกว่า 13 ทางใบอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 55 เดือน หลังจากนั้นจำนวนทางใบมะพร้าวที่ไม่ถูกทำลายเริ่มลดลงต่ำกว่า 13 ทางใบ และในเดือนตุลาคม 2564 จำนวนทางใบมะพร้าวที่ไม่ถูกทำลายเฉลี่ยเหลือเพียง 7.8 ทางใบ เนื่องจากแปลงสำรองมีแปลงมะพร้าวบริเวณใกล้เคียงรอบแปลง ที่ขาดการป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว และมีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในระดับรุนแรง อีกทั้งในช่วงปี พ.ศ. 2564 ปริมาณน้ำฝนในแปลงน้อย และความชื้นในดินของแปลงสำรองน้อยกว่าทุกแปลงที่เข้าร่วมโครงการ นอกจากนี้แปลงคุณสำรองมีใส่ปุ๋ยเฉพาะปุ๋ยคอกเพียงชนิดเดียวปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมหลังการทดลองต่ำกว่าก่อนการทดลอง และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอื่นที่เข้าร่วมโครงการ ส่งผลให้การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวเพิ่มมากขึ้นในปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

แปลงชลอ ก่อนการทดลองที่มีการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในระดับระบาดปานกลาง เมื่อปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้งทุกเดือน ร่วมกับการปลูกพืชผสมหลายชนิดในพื้นที่ เช่น กล้วย พริก ฟัก มะเขือพวง มะเขือเปราะ เป็นต้น ก่อนดำเนินการทดลองเดือนตุลาคม 2559 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 0.4 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น และเดือนเมษายน 2560 มีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ยสูงสุด 10.4 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น หลังจากดำเนินการทดลองประเมินประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเดือนตุลาคม 2564 มีหนอนหัวดำมะพร้าวเฉลี่ย 0.1 ตัว/10 ใบย่อย/ ต้น ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง 99.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราการฟื้นตัวที่สามารถเพิ่มจำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลายได้ถึง 13 ทางใบอย่างต่อเนื่องใช้เวลาประมาณ 20 เดือน (1.7 ปี) โดยทางใบที่ไม่ถูกทำลายเริ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้นและทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายมีจำนวนลดลงอย่างยั่งยืน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2561

เมื่อพิจารณาสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวพบว่าหากฝนแล้งทิ้งช่วงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวและทางใบที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้น และหากช่วงฝนตกชุกประชากรหนอนหัวดำและทางใบที่ถูกทำลายจะค่อยๆ ลดปริมาณลง ซึ่งการดูแลบำรุงรักษาสวนช่วยให้มะพร้าวฟื้นตัวเร็วขึ้น ฝนที่ตกมากขึ้นโดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝนทำให้ระดับการเข้าทำลายลดลงอย่างชัดเจน (วลัยพร และคณะ, 2559)

การติดตามประชากรของแตนเบียน *G. nephantidis* ในสภาพแปลงเกษตรกร ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนตุลาคม 2564 พบว่า แตนเบียน *G. nephantidis* สามารถอยู่รอดในสภาพแปลงเกษตรกรได้ ดังนี้

แปลงพเยาว์ พบดักแด้แตนเบียนที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จำนวน 8 ครั้ง และเก็บดักแด้แตนเบียนที่เจอในสภาพแปลงมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จำนวน 7 ครั้ง พบว่าออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 2 ครั้ง

แปลงทองเพียร พบดักแด้แตนเบียนที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จำนวน 5 ครั้ง และเก็บดักแด้แตนเบียนที่เจอในสภาพแปลงมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จำนวน 16 ครั้ง พบว่าออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 2 ครั้ง

แปลงสำรอง พบดักแด้แตนเบียนที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จำนวน 61 ครั้ง และเก็บดักแด้แตนเบียนที่เจอในสภาพแปลงมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จำนวน 35 ครั้ง พบว่าออกเป็นตัวเต็มวัยแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 10 ครั้ง

แปลงชลอ พบดักแด้แตนเบียนที่ออกเป็นตัวเต็มวัยแล้ว จำนวน 21 ครั้ง และเก็บดักแด้แตนเบียนที่เจอในสภาพแปลงมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการ จำนวน 14 ครั้ง พบว่าเป็นแตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 2 ครั้ง

กรมวิชาการเกษตร

และจากการเก็บดักแด้แตนเบียนจากแปลงเกษตรกรพบแตนเบียนอีกชนิดหนึ่งที่เบียนหนอนหัวดำมะพร้าวในระยะดักแด้ ซึ่งจากผลการส่งตัวอย่างแตนเบียนชนิดดังกล่าวที่เจอในแปลงเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการให้เจ้าหน้าที่กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชตรวจสอบ พบว่าแมลงดังกล่าวจำแนกได้ดังนี้ Hymenoptera : Chalcidoidea : Eucharitidae

ปริมาณธาตุอาหารในใบมะพร้าวทางใบที่ 14 พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบมีค่าสูงสุด รองลงมาจะเป็นโพแทสเซียม และฟอสฟอรัสในใบจะต่ำที่สุด มีข้อสังเกตว่าเมื่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณหนอนหัวดำเฉลี่ยแต่ละวัยลดปริมาณลง อาจเนื่องจากโพแทสเซียมในพืชมีอันตรกิริยากับฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องในการป้องกันตัวเองต่อการกัดกินของแมลง (ยงยุทธ, 2552) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของธาตุอาหารที่ช่วยในการลดการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช และเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ปริมาณหนอนหัวดำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนปริมาณสูงเกินจะทำให้พืชอวบน้ำและอ่อนแอต่อโรคและแมลง

การนับทางใบ

ผลการนับทางใบ ในปีที่ 1 - 2 ระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึงกันยายน 2560 พบว่า แปลงเกษตรกรทั้ง 5 แปลง มีจำนวนใบที่ไม่โดนทำลายเพิ่มขึ้น (ใบเขียว) และทางใบล่างที่โดนหนอนหัวดำมะพร้าวเข้าทำลายลดลง ซึ่งแปลงคุณสำรองมีการเข้าทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวและด้วงเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเมษายน 2559 ส่วนแปลงอื่นอยู่ในระดับคงที่ ทางใบที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้นตั้งแต่หลังเดือนตุลาคม 2559 ยกเว้นแปลงจำรัสที่ทางใบที่ถูกทำลายเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2559 ประกอบกับช่วงนั้นเลี้ยงแตนเบียนได้น้อยและไม่ได้ปล่อยแตนเบียนซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรตัดสินใจใช้สารเคมีฉีดเข้าลำต้น

ในปีที่ 3 การนับทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวเข้าทำลายเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 และค่อยๆลดลงในช่วงต้นฝน ปี 2561 แปลงทองเพียร มีปัญหาน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากมีฝนตกหนัก และน้ำคลองไหลบ่า ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว และหลังจากการพ่นสารฟลูเบนไดอะไมด์เพื่อกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าว มีผลต่อการเบียนของแตนเบียน *G. nephantidis* และแตนเบียนชนิดอื่น เนื่องจากสุ่มไม่เจอการเบียนในสภาพธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ในเดือนธันวาคม 2561 เริ่มพบการเบียนในธรรมชาติมากขึ้น

การจัดการแปลงตามที่กำหนด ซึ่งทุกแปลงปล่อยแตนเบียน *G. nephantidis* อัตรา 10 ตัว/ต้น เดือนละ 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแปลงมะพร้าว เนื่องจากมีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นในแปลงที่ติดตาม ซึ่งทำให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวตายทั้งหมด จึงเลือกแปลงใหม่ทดแทน (แปลงชลอ) เพื่อการติดตามประชากรต่อไป ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแปลงมะพร้าว เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2560 และครั้งต่อๆ ไปตามคำแนะนำ ปลายปี พ.ศ. 2561 ปริมาณน้ำฝนมากทำให้น้ำท่วมขังในแปลงสำรอง และทองเพียรอยู่ช่วงหนึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

3. การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่วิกฤติภาคใต้

1. สำรวจความเสียหายจากการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าว ในพื้นที่ปลูกมะพร้าว อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 40 แปลง และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 40 แปลง ซึ่งใช้เป็นตัวแทนตามสัดส่วนพื้นที่ปลูก ผลการสำรวจช่วงเดือนกันยายน ถึงตุลาคม 2558 แยกตามพื้นที่ดังนี้

1.1 พื้นที่เกาะสมุย การปลูกมะพร้าวในพื้นที่เกาะสมุยมีลักษณะกระจายตัวรอบเกาะ รายรอบชุมชน เป็นพื้นราบและบางส่วนบนภูเขา ส่วนใหญ่ปลูกแบบพืชเดียว การปลูกมะพร้าวในเกาะสมุยนี้เป็นแปลงขนาดเล็กประมาณ 2 ไร่ ถึงใหญ่มากกว่า 50 ไร่ แต่สวนมะพร้าวอยู่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ในหลายบริเวณ สภาพพื้นที่ปลูกมะพร้าวมีตั้งแต่ที่ราบติดทะเลจนถึงบริเวณที่เป็นภูเขาสูง เนื่องจากมีพื้นที่ราบจำกัด พื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่พบอยู่ในพื้นที่ ตำบลตลิ่งงาม มะเร็ต และแม่น้ำ ส่วนใหญ่ปลูกมะพร้าวพันธุ์พื้นเมือง มีอายุมาก บางสวนมากกว่า 80 ปี ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์สวนมะพร้าวไปเป็นอย่างอื่น เช่น อาคารที่พักอาศัย ชุมชนและศูนย์การค้า ทำให้ไม่ได้รับการดูแลหรือโค่นทิ้งไป ช่วงของการสำรวจพบว่า ต้นมะพร้าวถูกโค่นไปทำให้บางแปลงมีจำนวนต้นต่อไร่ลดลง ส่วนใหญ่ปลูกมะพร้าวเป็นพืชเดียวอาศัยน้ำฝน ที่ปลูกร่วมกับพืชอื่น เช่น ทุเรียน มังคุด กล้วย สับปะรด ผัก หลายพื้นที่ผู้เป็นเจ้าของแปลงที่ดินซึ่งปลูกมะพร้าวที่เป็นคนต่างถิ่น หรือซื้อที่ดินไว้เพื่อกิจการอื่น มักไม่ให้การดูแลเอาใจใส่สวน อาจทำให้เป็นแหล่งที่อาศัยแพร่ขยายพันธุ์ของแมลงศัตรูมะพร้าวหลายชนิดได้

1.2 พื้นที่กุยบุรี มีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าวหลายชนิด โดยมีหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดในระดับรุนแรงที่สุด การปลูกมะพร้าวเป็นผืนใหญ่อยู่บริเวณใกล้ชายทะเลในพื้นที่ ตำบลกุยเหนือ แต่พื้นที่ที่มีการปลูกมะพร้าวมากที่สุดอยู่ในเขต ตำบลกุยบุรี ซึ่งการปลูกมะพร้าวในตำบลนี้มีลักษณะเป็นแปลงขนาดเล็ก ไม่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ ยกเว้นบริเวณริมแม่น้ำกุยบุรีที่มีลักษณะติดต่อกันเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ และเป็นมะพร้าวที่มีอายุมาก 30-60 ปี การปลูกมะพร้าวในอำเภอนี้ 57% ปลูกแบบพืชเดี่ยว ส่วนที่ผสมผสานมีทั้งพืชและสัตว์ พืชที่ปลูกร่วม เช่น สับปะรด ว่านหางจระเข้ ไม้ผล หรือกล้วย การเลี้ยงสัตว์ เช่น วัวนม วัวเนื้อ แพะ ส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน มีเพียง 8% ที่สามารถให้น้ำหรือรับน้ำจากคลองส่งน้ำได้ ภาครัฐเข้ามาช่วยเหลือในการแก้ปัญหาเป็นระยะ เช่น การปล่อยแตนเบียนหลายชนิดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 การตัดทางใบส่วนที่ถูกหนอนทำลายลงมาเผาทำลาย การฉีดพ่นบีทีในปี พ.ศ. 2556 และในช่วงปลายมีนาคม 2557 ฉีดสารเข้าต้นมะพร้าวที่สูงกว่า 12 เมตร ในสวนที่เกษตรกรสมัครใจ

2 ประเมินระดับการทำลายรายแปลง วิเคราะห์การกระจายตัวบนพื้นที่ จากข้อมูลตำแหน่งแปลงที่สำรวจระดับการระบาด และพื้นที่ปลูกมะพร้าว ที่กุยบุรี พบว่า การตกของฝนในช่วงที่ผ่านมาก่อนเข้าช่วงแล้งปีที่ผ่านมา การปลูกพืชระหว่างแถวมะพร้าว การรักษาความชื้นในแปลง น้ำและการบำรุงรักษาที่ดีสามารถรักษาสวนไม่ให้ถูกทำลายอย่างรุนแรงได้ สภาพอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งทำให้การเข้าทำลายรุนแรงขึ้นและการฟื้นฟูสวนมะพร้าวช้าลง อย่างไรก็ตาม การเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่กุยบุรียังคงมีอยู่ แม้จะมีมาตรการหลายอย่างทั้งที่

สำนักวิจัยการเกษตร

ดำเนินการโดยภาครัฐ และเกษตรกรดำเนินการเองที่ช่วยลดประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวแล้วก็ตาม ส่วนที่เกาะสมุยการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวเฉลี่ย 4 ทางใบ มีทำลายสูงมากเป็นบางบริเวณโดยเฉพาะทางตอนบนและด้านตะวันออกของเกาะในช่วงเดือนตุลาคม 2558

3. ติดตามการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ศึกษาจากการสำรวจเช่นเดียวกับข้อ 2 พร้อมทั้งประเมินเปอร์เซ็นต์การทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวจากทางใบแรกที่คลี่แล้วโดยให้พื้นที่ทางใบทั้งหมดเป็น 100 และจำนวนทางใบที่ถูกทำลายด้วยหนอนหัวดำมะพร้าวเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทุก 2 เดือน ตามพื้นที่และชนิดของแมลงศัตรูมะพร้าวหลักดังนี้

3.1 พื้นที่เกาะสมุย จากการตรวจนับทางใบ พบว่า จำนวนทางใบที่แมลงดำหนามมะพร้าวทำลายเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนเมษายน 2559 จนถึงกุมภาพันธ์ 2560 ซึ่งเป็นช่วง 2 เดือนหลังจากพบหนอนในใบกลมจำนวนมาก (กุมภาพันธ์ 2559) และไม่พบแตนเบียนหนอนในธรรมชาติ แต่แปลงติดตามไม่มีการปล่อยแตนเบียนจึงพบร่องรอยการทำลายสูงขึ้นในช่วงที่ใบกลมนั้นเริ่มคลี่หมด ปี พ.ศ. 2559 เกาะสมุยประสบกับสภาพแห้งแล้งฝนไม่ตกติดต่อกันเป็นเวลานานจนถึงตุลาคม แต่ช่วงธันวาคม 2559 ฝนตกมากน้ำบ่าและน้ำท่วมขังในหลายพื้นที่ อย่างไรก็ตามในช่วง พฤศจิกายน 2559 เริ่มมีฝนแต่เป็นฝนตกหนักในช่วงเวลาสั้นๆ ไม่ตกต่อเนื่องกัน ทางใบที่ถูกทำลายและเปอร์เซ็นต์การทำลายทางใบแรกจึงยังสูงอยู่ จนเข้าปี พ.ศ. 2560 ปริมาณและวันฝนตกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงมิถุนายน 2560 ทำให้ทางใบแรกที่ถูกทำลายด้วยแมลงดำหนามมะพร้าวมีเปอร์เซ็นต์ลดลง ส่วนหนอนหัวดำมะพร้าวพบการเข้าทำลายสูงขึ้นในเดือน กุมภาพันธ์ 2560 โดยเฉพาะในพื้นที่ตอนบนของเกาะในเขต ตำบลบ่อผุดและคงการทำลายทางตอนใต้ของเกาะในเขตตำบลหน้าเมืองและมะเร็ต ซึ่งมีการเข้าทำลายสูงขึ้นตั้งแต่สิงหาคม 2559 และขยายเพิ่มความรุนแรงขึ้น อย่างไรก็ตาม ทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายยังอยู่ในเกณฑ์ดีเฉลี่ย มากกว่า 20 ทางใบ ในช่วงธันวาคม 2560 เป็นต้นไป ทางราชการเข้าไปเจาะฉีดสารเข้าลำต้นเพื่อกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวทำให้ประชากรหนอนในสภาพธรรมชาติลดลง ประกอบกับสภาพอากาศในช่วงปลายปี พ.ศ. 2560 มีฝนตกชุก แต่ยังมีร่องรอยการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวเล็กน้อยโดยเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในเดือนตุลาคม 2560 ถึงเมษายน 2561 ในช่วงเดือนเมษายน 2561 การเจาะฉีดสารเข้าต้นของภาครัฐทำได้ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด พบการเข้าทำลายในบางพื้นที่ สภาพโดยรวมมะพร้าวมีจำนวนใบเขียวเพิ่มขึ้น แต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงกุมภาพันธ์ 2562 พบการทำลายอย่างต่อเนื่องของแมลงดำหนามมะพร้าวโดยเฉพาะที่สมุย เกือบทุกแปลงมีการเข้าทำลาย

การสำรวจในช่วงมิถุนายน 2561 พบทางใบเขียวเพิ่มขึ้น การทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวพบลดลงอย่างมากทั้งในแปลงที่มีและไม่มีการเจาะฉีดสารเข้าลำต้น ซึ่งแสดงว่าสภาพอากาศในช่วงที่ผ่านมาไม่เหมาะสมต่อการแพร่ทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าว เนื่องจากมีฝนตกชุก ผลของการเจาะฉีดสารเข้าลำต้นที่ผ่านมา การสำรวจเดือนสิงหาคม 2561 โดยทั่วไปลดการทำลายลง ซึ่งเดือนตุลาคมไม่พบรอยทำลายใหม่ ยกเว้นในส่วนท้ายของเกาะที่ไม่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้พบการทำลายของแมลงในบริเวณนี้สูงกว่าพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

อื่นๆ และยังพบการทำลายเล็กน้อยในแปลงที่ไม่มีการควบคุม อย่างไรก็ตาม ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 เริ่มพบการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวทำให้ใบแดง ในแปลงที่ไม่มีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นที่การเข้าทำลายลดลงก่อนหน้าจนสังเกตไม่พบรอยทำลาย สภาพอากาศช่วงนี้กลางวันอากาศร้อน กลางคืนอากาศเย็น ฝนไม่ตกมานาน ดินแห้ง ทั้งนี้มาตรการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นไม่สามารถครอบคลุมทุกแปลงที่ถูกทำลาย ทำให้ยังมีแมลงอยู่ในพื้นที่ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม จึงเห็นรอยทำลายเป็นพื้นที่กว้าง ช่วงเดือนเมษายน 2561 แมลงดำหนามมะพร้าวลดลงจนแทบไม่พบ แต่การสำรวจเดือนสิงหาคม 2561 เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายเริ่มสูงขึ้น และการทำลายสูงสุดในเดือนตค.แล้วลดลงเรื่อยๆ จนต่ำสุดในเดือนมิถุนายน 2562 และการทำลายสูงขึ้นอีกจนถึงเดือนตุลาคม 2562 แต่เดือนกุมภาพันธ์ 2563 พบลดลง อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่เกาะสมุยเริ่มพบการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลงที่เคยพบการทำลายมาก่อน และเดือนมิถุนายน 2563 เริ่มพบหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลงที่ไม่เคยพบมาก่อน 5 แปลง ส่วนแมลงดำหนามมะพร้าวลดความรุนแรงลง

3.2 พื้นที่อำเภอกุยบุรี การทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ระดับทรงตัว พบการทำลายเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ โดยเฉลี่ยลดลงในเดือนกรกฎาคม 2559 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนพฤศจิกายน 2559 โดยพบเพิ่มขึ้นใน 2 รอบสำรวจครั้งหลัง จากต้นริมแปลงทางด้านเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของแปลง แต่สภาพที่แล้งยาวนานในช่วงต้นปี 2559 ทำให้พบการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวมากขึ้น ปลายเดือนมกราคม 2560 ฝนตกมากขึ้นแต่เป็นการตกหนักในช่วงสั้นๆ ทำให้มะพร้าวได้รับน้ำใบใหม่เขียวขึ้นทำให้จำนวนใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งการสำรวจรอบเดือนมกราคม 2560 ก็ยังคงพบจำนวนทางใบที่ถูกทำลายสูงขึ้น มีการเข้าทำลายใหม่ๆ ของหนอนหัวดำมะพร้าว โดยเฉพาะทางตอนบน และทางด้านตะวันออกของพื้นที่ที่รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกษตรกรบางรายตัดสินใจฉีดสารเคมีเข้าลำต้น ช่วงเดือนพฤษภาคม 2560 จำนวนทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายลดลงต่อเนื่อง จำนวนใบเขียวเพิ่มขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายยังสูงกว่า 5% ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ทำให้ต้นมะพร้าวฟื้นตัวอย่างช้าๆ แต่จากการสำรวจช่วงเดือนมีนาคมและกันยายน 2561 ยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวในต้นขนาดเล็กและต้นตาล เดือนพฤศจิกายน 2561 พบตัวหนอนทำลายลดลง และมีน้ำท่วมขังเป็นช่วงเวลานานกว่า 4 เดือน (เดือนตุลาคม 2561 ถึงมกราคม 2562) โดยเฉพาะพื้นที่ตำบลกุยเหนือ

ยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวทำลายเล็กน้อยในมะพร้าวใบส่วนด้านบน และขยายเพิ่มอย่างจำกัด การพบหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่กุยบุรียังมีอยู่ในปริมาณน้อยๆ เดือนมีนาคม 2562 เริ่มพบในแปลงใหม่ สังเกตได้ชัดเจนในเดือนกันยายน 2562 โดยเห็นทางใบมะพร้าวแห้งเป็นสีน้ำตาล ปี พ.ศ. 2562 นี้แล้งยาวนานทำให้ผลผลิตมะพร้าวตกต่ำ ชาวบ้านเครือข่ายชาวสวนมะพร้าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เรียกร้องให้แก้ปัญหาราคามะพร้าวตกต่ำและการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวในหลายพื้นที่ แปลงมะพร้าวที่เป็นพื้นที่เปิดโล่งจะถูกทำลายก่อนมีทิศทางไปทางตะวันตกเฉียงใต้ เดือนมีนาคม 2563 ทางใบแรกที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้น แปลงที่มีการทำลายของหนอนหัวดำ

กรมวิชาการเกษตร

มะพร้าวมีการทำลายรุนแรงขึ้นในเดือนพฤษภาคมขยายกว้างขวางขึ้น และขยายตัวเพิ่มขึ้นบางแปลงรุนแรงมาก ต้องทำการเจาะต้นอีกรอบในเดือนสิงหาคม 2563

ทั้ง 2 พื้นที่มีศัตรูมะพร้าวที่เป็นหลักแตกต่างกัน กล่าวคือ กุยบุรีมีหนอนหัวดำมะพร้าวเป็นศัตรูหลัก แต่เกาะสมุยมีแมลงดำหนามมะพร้าวเป็นศัตรูหลัก พบการเข้าทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวเป็นระยะเวลานานก่อนที่จะเกิดฝนที่ตกชุกมากขึ้นในเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม 2559 ต่อเนื่องจนถึงเข้าฤดูฝนของปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่เกาะสมุยมีปริมาณฝนรวม 1,676 มม. ในปี พ.ศ. 2560 และฝนที่มากขึ้นเล็กน้อยในพื้นที่กุยบุรี ซึ่งครึ่งแรกของปี พ.ศ. 2560 จัดเป็นปีที่มีฝนตกมากมีช่วงแล้งสั้นๆ ต่างจากพื้นที่สมุยที่ปริมาณฝนค่อนข้างมากในช่วงต้นปี พ.ศ. 2560 และทิ้งช่วงในช่วงปลายฝนแต่มีฝนมากหนักในช่วงเดือนพฤศจิกายน รวมฝนทั้งปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณ 2,888 มม. ซึ่งมากกว่าปีก่อน ๆ และปี พ.ศ. 2561 ปริมาณฝนมากช่วงต้นปีแล้วลดลง เนื่องจากอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีกำลังแรง ทำให้พื้นที่ตอนบนมีอากาศเย็นหลายช่วงและภาคใต้มีฝนตกมากขึ้น แต่ช่วงฤดูร้อนอากาศร้อนมากกว่าปีก่อนๆ ปลายปี พ.ศ. 2561 ฝนตกน้ำท่วงขังหลายแปลง ปี พ.ศ. 2562 ฝนน้อยกว่าปกติ ผลผลิตมะพร้าวลดลงชัดเจน

ปี พ.ศ. 2560 อนุมัติให้กระทรวงเกษตรสหกรณ์ดำเนินโครงการและงบประมาณเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูมะพร้าว (หนอนหัวดำ) ด้วยวิธีผสมผสาน แบบครอบคลุมพื้นที่ โดยการมีส่วนร่วมอย่างยั่งยืน ในพื้นที่ 78,954 ไร่ วงเงิน 287.73 ล้านบาท เพื่อตัดวงจรการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวไม่ให้แพร่ระบาดไปยังพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ คือ ปาล์มน้ำมัน และลดความรุนแรงการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวไปยังพื้นที่แห่งใหม่ ใน 29 จังหวัด ตั้งแต่เดือนเมษายน 2560 และได้สั่งการให้กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตรดำเนินการตามแผนแนวทางการป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวทั้งในระยะสั้น และระยะยาวตามมาตรการที่กำหนดไว้ พร้อมกับต้องเร่งเข้าไปดำเนินการสร้างการรับรู้ให้แก่เกษตรกรเจ้าของสวนมะพร้าวและผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ด้วย จากการสำรวจข้อมูลพบว่า มีการดำเนินมาตรการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว โดยต้นที่สูงกว่า 12 เมตร ทำการเจาะฉีดสารเคมีเข้าลำต้น และพ่นสารเคมีในต้นที่สูงไม่ถึง 12 เมตร ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม 2560 แม้อำเภอกุยบุรีจะเป็นพื้นที่แห้งแล้งแต่การตกของฝนช่วงปลายปีนี้ยังมีมาก แต่ก็ยังน้อยกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อน เป็นที่สังเกตว่าการฉีดสารเข้าลำต้นรอบนี้ทำยังไม่ครอบคลุมแปลงมะพร้าว และต้นตาลโตนดที่มีการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าว อย่างไรก็ตามผลของมาตรการนี้ย่อมมีผลทำให้จำนวนแมลงศัตรูมะพร้าวลดลงไปได้มาก นอกเหนือจากสภาพภูมิอากาศซึ่งยังต้องการสะสมข้อมูลในช่วงเวลาที่ยาวขึ้น สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาจัดกลุ่มข้อมูลการเปลี่ยนแปลงตามระดับการเข้าทำลาย ซึ่งจะช่วยให้การอธิบายการเปลี่ยนแปลงชัดเจนขึ้น

ปี พ.ศ. 2561 ช่วงต้นปีมาตรการป้องกันและกำจัดหนอนหัวดำมะพร้าวได้ดำเนินการเสร็จทั้งการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นและการฉีดพ่นทางใบ แต่การระบาดมีความรุนแรงน้อยกว่าการระบาดครั้งก่อนและดำเนินการใน

กรมวิชาการเกษตร

แปลงทั่วพื้นที่ จึงทำให้แปลงที่ไม่มีการดำเนินการกำจัดใดๆ มีจำนวนแมลงลดน้อยลงอย่างมากจนสังเกตเห็นจำนวนทางใบเขียวเพิ่มขึ้นชัดเจนในเดือนสิงหาคม 2561

ที่เกาะสมุย ตั้งแต่ต้นปีแปลงทุกแปลงที่เคยมีประวัติหนอนหัวดำมะพร้าวเข้าทำลาย หนอนกลับลดน้อยลง บางแปลงไม่พบการทำลายเพิ่มแล้ว พบแต่รอยทำลายเก่าๆ เช่น แปลงที่อยู่ในพื้นที่ตำบลตลิ่งงาม และหน้าเมือง ยังพบการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวเล็กน้อย ที่ใบด้านบนของต้น ทางพื้นที่แม่น้ำก็ยังมีอยู่เป็นแปลงขนาดเล็ก แต่ลดลงเหมือนทุกๆ แปลง ในพื้นที่ตลิ่งงามแปลงชายทะเลใกล้ๆ ใบมะพร้าวเขียวขึ้น แต่พบการเข้าทำลายของด้วงแรดมะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้นมากในพื้นที่บ่อผุดในรอบเดือนสิงหาคม 2561 ที่ผ่านมายอดมะพร้าวกุดเนื่องจากการทำลายของด้วงงวงมะพร้าวจำนวนมาก ส่วนแมลงดำหนามมะพร้าวก็ยังพบอยู่ทั่วไปเกือบทุกแปลงจากการสำรวจช่วงเดือนตุลาคม 2561 แต่ลดลงหลังจากนั้นเนื่องจากมีฝนมากขึ้น และเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเดือนสิงหาคม 2562 ถึงธันวาคม 2562 ปี พ.ศ. 2563 ช่วงมิถุนายน เกาะสมุยได้รับฝนมากขึ้น มะพร้าวฟื้นตัวดีแต่มีการทำลายของด้วงแรดมะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้น อีกทั้งทางตอนเหนือของเกาะยังมีการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวรุนแรง แต่สิงหาคม 2563 การทำลายลดลง แต่ปลายปี 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 มีการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวเพิ่มขึ้นในทางตอนใต้ของเกาะ

ที่กุยบุรี ยังคงพบหนอนหัวดำมะพร้าวเข้าทำลายอยู่หลายแปลง แต่จากการสำรวจในเดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน 2561 ปริมาณหนอนลดลง พบแค่รอยทำลายเป็นแต้มน้อยๆ รวมทั้งแปลงหลักด้วย รวมทั้งแปลงที่ไม่ได้รับการเจาะต้นอีกทั้งใกล้ต้นตาลที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนอนหัวดำมะพร้าว ส่วนใหญ่มะพร้าวมีใบเขียวขึ้นติดผลมากขึ้น ในพื้นที่ตำบลหาดขาม ยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวบางแปลงแต่พบน้อยลง พื้นที่ตำบลสามกระทายยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวทำลายเป็นแต้มเล็กๆ พบในต้นที่ไม่ได้ฉีดสารเคมีเข้าลำต้น และในมะพร้าวต้นเล็กๆ แต่พบการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวทุกแปลง นอกจากนี้ราคาผลผลิตมะพร้าวตกต่ำชาวสวนได้รับราคา 3 บาท/ผล ประกอบกับผลผลิตมะพร้าวมีมากขึ้นกว่าช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามในช่วงปลายฤดูฝน ปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา แม้จะมีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าช่วงเดียวกันในปีก่อน ยังพบรอยทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวมากขึ้น แต่การทำลายทางใบแรกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนมกราคม 2562 แต่เดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2562 เริ่มพบการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในหลายพื้นที่ของกุยบุรี แปลงที่เป็นขอบของพื้นที่ปลูกมะพร้าวจะถูกเข้าทำลายก่อนเริ่มจากต้นที่ขอบแปลงและขยายไปเรื่อยๆ สภาพอากาศร้อนและแล้งมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความรุนแรง ซึ่งแปลงที่สภาพแห้งแล้งเหล่านี้การเจาะสารเข้าลำต้นในปี 2561 ไม่สามารถยับยั้งการเข้าทำลายได้ ทั้งที่ในพื้นที่นี้มีรายงานการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นในมะพร้าวต้นสูงกว่า 12 เมตร ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในแปลงที่มีการเข้าทำลายรุนแรงต้องใช้ เวลาอย่างน้อย 8 เดือน จึงฟื้นตัวจนมีทางใบที่ไม่ถูกทำลายไม่น้อยกว่า 13 ทางใบ ใช้เวลาประมาณ 1.5 ปี กว่าจะให้ผลผลิตในระดับปกติ และสามารถควบคุมการเข้าทำลายครั้งใหม่ให้มีทางใบที่ไม่ถูกทำลายมากกว่า 13 ทางใบโดย ไม่ต้องมีมาตรการใดเสริมในช่วง 23 เดือน (วลัยพรและคณะ, 2559) ปี พ.ศ. 2563 กุยบุรีมีการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวรุนแรงมากขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม ถึง

กรมวิชาการเกษตร

พฤษภาคม และยังคงความเสียหายในช่วงกันยายน ทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายมีจำนวนลดลง ปริมาณฝนในพื้นที่มีต่ำกว่าค่าปกติมาก ทำให้ความรุนแรงของการเข้าทำลายยังคงอยู่แม้อยู่ในช่วงฤดูฝน (ฝนตกน้อยไม่กระจาย) เดือนมีนาคม 2564 การทำลายรุนแรงโดยเฉพาะมะพร้าวอายุน้อยที่ไม่ได้รับการเจาะฉีดสารเคมีเข้าลำตัน เกษตรกรเริ่มพ่นสารเคมีทางใบบางแปลงในช่วงเดือนมีนาคม 2564 และช่วงแล้งยาวนานกว่าจะมีฝนตกมากช่วงปลายปี พ.ศ. 2564

กิจกรรมที่ 2 การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ

การสำรวจและประเมินหนอนหน้าแมวในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจสวนปาล์มน้ำมันในประเทศไทย จำนวน 225 แปลง โดยเลือกโซนที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นพื้นที่ใหญ่ และมีประวัติการระบาด สำรวจในสวนปาล์มที่ให้ผลผลิตแล้ว จากการสำรวจสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ ที่หนอนหน้าแมวเคยระบาดเมื่อประมาณ 5 ปีที่แล้ว เมื่อไปสำรวจไม่พบรอยทำลายและตัวหนอนหน้าแมว แต่ในสวนปาล์มน้ำมันที่เคยมีประวัติการระบาดในจังหวัดปทุมธานี สระแก้ว และสุพรรณบุรี ยังคงพบรอยทำลายและพบตัวหนอนหน้าแมว และผีเสื้ออยู่ในสวนปาล์มน้ำมัน โดยที่ ศวพ.นครพนม ไม่พบตัวหนอนหน้าแมว พบรอยมีความเสียหายถึง 50%

1) ที่วิสาหกิจชุมชนสุพรรณบุรีและมูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหนองเสือ จ.ปทุมธานี พบหนอนหน้าแมว 1-2 ตัว/ต้น และมีรอยทำลาย 0.5 % และ 1% ตามลำดับ

2) ที่จังหวัดสระแก้ว อำเภอคลองหาด วัดป่ายเขียววนาราม พบหนอน 5 ตัว/ต้น รอยทำลาย 50%

3) ที่หน้าลานเทสุขสมบูรณ์ อำเภอคลองหาด พบผีเสื้อ 3-5 ตัว/ต้น รอยทำลาย 2%

4) ที่จังหวัดปทุมธานี พบหนอน 3-5 ตัว/ต้น รอยทำลาย ประมาณ 1%

ปี พ.ศ. 2559 การสำรวจความเสียหายจากหนอนหน้าแมวนี้ มาจัดทำเป็นแผนที่การระบาดของหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน แยกระดับความรุนแรงของความเสียหายตามสี โดยปกติหนอนหน้าแมวมักพบระบาดในช่วงปลายฝนต้นหนาว ถ้าเกิดการระบาดแล้วจะเกิดความเสียหายรวดเร็ว และรุนแรง เป็นที่สังเกตว่าทางภาคใต้ที่มีประวัติการระบาด แล้วมีฝนตกหนักในแปลงที่ระบาด หนอนหน้าแมวจะลดปริมาณลงจนไม่จำเป็นต้องป้องกันกำจัด และในสวนที่เกิดการระบาดเมื่อเกษตรกรทำการป้องกันกำจัดสิ้นสุดไปแล้ว ก็จะไม่พบการระบาดในปีถัดๆไปในสวนเดิมและสวนข้างเคียงอีก มีรอบการเกิดซ้ำประมาณ 5 ปี ซึ่งต่างจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันตอนกลางของประเทศ ยังคงพบหนอนหน้าแมวในสวนที่เคยมีการระบาดมาก่อนรวมทั้งสวนข้างเคียง และพบการระบาดซ้ำแทบทุกปีในบริเวณเดิม จึงนำข้อมูลการพบรอยทำลายและหนอน เพื่อนำมาใช้เลือกแปลงสำหรับติดตามการระบาดและความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

การเปลี่ยนแปลงประชากรและการทำลายในแปลงหลัก

จากข้อมูลสำรวจการระบาดในภาพรวมของประเทศ นำมาคัดเลือกแปลงหลักที่ใช้ในการติดตามและติดตั้งอุปกรณ์บันทึกสภาพอากาศในแปลง 10 แปลง ในเดือนพฤศจิกายน 2559 ดังนี้ 1. คลอง 33 อ.บ้านนา จ. นครนายก 2. ม.เกษตรแปลงที่ 1 อ.วิหารแดง จ.สระบุรี 3. ม.เกษตรแปลงที่ 2 อ.วิหารแดง จ.สระบุรี 4. อ.หนองแค จ.สระบุรี 5. วิสาหกิจชุมชน ต.บ่อสุพรรณ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี 6. อ.วังสมบูรณ์ จ.สระแก้ว (สำรวย) 7. อ.วังสมบูรณ์ จ.สระแก้ว (บุญมา) 8. อ.วังสมบูรณ์ จ.สระแก้ว (บัวทอง) 9. อ.คลองหาด 1 จ.สระแก้ว (หน้าลานเท) และ 10. อ.คลองหาด 2 จ.สระแก้ว (แปลงเล็ก) และได้คัดเลือกแปลงในแหล่งปลูกทางภาคใต้เพิ่มอีก 2 แปลงซึ่งสำรวจในปีแรกไม่พบการเข้าทำลาย ในเดือนธันวาคม 2559 คือ 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี อ. ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี และ 2. อ.กุยบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์

การสำรวจ ตรวจนับประชากร และประเมินการเข้าทำลายในแปลงที่เลือกไว้ ครั้งแรกแล้วในเดือนพฤศจิกายน 2559 และสำรวจติดตามพบการเข้าทำลายของหนอนหน้าแมวในหลายช่วง และยังพบในปาล์มน้ำมันขนาดเล็กซึ่งไม่ค่อยปรากฏมาก่อน บางแปลงพบศัตรูธรรมชาติทั้งแตนเบียนและมวนพิฆาต การสำรวจในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน 2560 เริ่มพบหนอนหน้าแมวอีก และบางช่วง ดังนี้

กลางเดือนพฤศจิกายน 2560 พบการระบาดของหนอนหน้าแมวในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี-สระบุรีที่มีการปลูกปาล์มแบบร่องสวน ซึ่งเคยมีประวัติการระบาดมาในปีก่อนๆ จนถึงมกราคม 2561 พบรอบการทำลายและตัวหนอนหน้าแมว แต่การสำรวจช่วงเดือนเมษายน 2561 ไม่พบเกือบทุกแปลง ยกเว้นแปลงที่หนองแค จ. สระบุรี ยังพบหนอนวัย 1-3

ต้นเดือนพฤษภาคม 2561 พบการะบาดของหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มน้ำมันที่ ต.หาดขาม อ.กุยบุรี เป็นพื้นที่ให้น้ำชลประทานได้ แต่ไม่พบการระบาดในแปลงติดตาม ซึ่งเป็นช่วงต้นฝนต่างจากประวัติการระบาดตามปกติ

ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2561 ไม่พบการทำลายและหนอนหน้าแมวในแปลงติดตาม แต่ประมาณเดือนตุลาคม- พฤศจิกายน 2561 พบการเข้าทำลายเล็กน้อยในพื้นที่ปทุมธานี สระแก้ว สุพรรณบุรี

กลางเดือนธันวาคม 2561 พบการระบาดของหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์ม อ. หางดง จ.เชียงใหม่

กลางเดือนมกราคม 2562 พบหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มที่สระแก้ว

พฤษภาคม-มิถุนายน 2562 พบหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มติดตามในพื้นที่ปทุมธานี สระแก้ว

กรกฎาคม -สิงหาคม 2562 พบหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มติดตามในพื้นที่ปทุมธานี และสิงหาคม - กันยายน 2562 พบที่สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นช่วงฝน แตกต่างจากประวัติการระบาดตามปกติเช่นกัน

กรมวิชาการเกษตร

ตุลาคม-ธันวาคม 2562 พบหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มติดตามในพื้นที่ปทุมธานี สระบุรี ส่วนเดือนพฤศจิกายนพบที่สระแก้ว แต่ตุลาคม-ธันวาคม 2562 พบในแปลงที่สุพรรณบุรีจำนวนมากและเป็นหนอนขนาดเล็ก ประกอบกับปลายปี 2562 นี้อากาศหนาวเย็นมาหลายระลอก แต่การสำรวจในช่วงมีนาคม 2563 ไม่พบหนอนหน้าแมวมีเพียงรอยการทำลาย และต้องลดจำนวนแปลงที่สำรวจลง

มิถุนายน 2563 พบหนอนหน้าแมวที่สุพรรณบุรีอีกแต่ไม่มาก เป็นที่สังเกตว่าความชื้นของพื้นที่มีส่วนกระตุ้นให้เกิดการระบาดนอกสถานการณ์ปกติ

พฤศจิกายน -ธันวาคม 2564 พบหนอนหน้าแมวในแปลงปาล์มที่สุพรรณบุรี

จากการติดตามหนอนหน้าแมว พบว่า การเข้าทำลายรวดเร็วมาก และอาจหายได้อย่างเฉียบพลัน ฤดูกาลการระบาดไม่แน่นอน ปกติมีอยู่ในธรรมชาติแต่ไม่ระบาด เจอการระบาดมากช่วง ธันวาคม-มกราคม ในพื้นที่สระบุรี ปทุมธานี แต่แปลงที่สำรวจพบ เมษายน-พฤษภาคม ภาคกลางพบการระบาดชัดเจนในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาว แต่ภาคใต้ช่วงการระบาดไม่ชัดเจน หากแปลงที่พบการระบาดจะเจอหนอนหน้าแมวทุกวัย หนอนกินไวมาก ทำให้การพ่นยาต้องพ่นหลายครั้งจึงจะควบคุมได้ ถ้าฝนตก จะหยุดการระบาด เช่น ที่ อ. หางดง จ. เชียงใหม่ ในช่วงเดือนมกราคม 2562 กลางปี พ.ศ. 2562 กลับมาพบหนอนหน้าแมวอีกที่แปลงในพื้นที่สระบุรี และสุพรรณบุรี ในสภาพแวดล้อมที่ฝนน้อย ทั้ง 2 แปลงนี้มีประวัติการพบหนอนหน้าแมวอยู่ก่อน แต่จะมีการระบาดเพิ่มขึ้นเป็นระยะๆ ฝนที่ทิ้งช่วงทำให้เกิดการระบาดรุนแรง หนอนหน้าแมวสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว หากเกษตรกรพบการเข้าทำลายล่าช้าผลผลิตจะเสียหายและใช้เวลานานกว่าจะให้ผลผลิตกลับสู่ภาวะปกติ และปลายปี พ.ศ. 2562 ก็พบการระบาดของหนอนหน้าแมวอีกโดยเฉพาะแปลงติดตามที่สุพรรณบุรี ปทุมธานี แต่ลดลงจนไม่พบในการสำรวจเดือนมีนาคม 2563 แปลงที่สุพรรณบุรีนี้พบการระบาดรุนแรง ในเดือนธันวาคม 2562 และลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีฝนตก และพบหนอนอีกครั้งในเดือนมิถุนายน 2563 จำนวนเล็กน้อย

แปลงที่สุพรรณบุรีจึงเป็นแปลงที่มีการเปลี่ยนแปลงการเข้าทำลายสูงกว่าแปลงอื่นๆ และโอกาสที่จะเกิดการระบาดในช่วงที่แตกต่างจากรายงานที่มีมาก่อนที่มักพบในช่วงพฤศจิกายน-มกราคม หลายแปลงที่ติดตามมีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวน เช่น ในทุ่งรังสิต ทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ซึ่งพบการระบาดในช่วงเวลาอื่นๆ ด้วย ปัจจัยที่ควบคุมหนอนหน้าแมวที่สำคัญ คือ แตนเบียนหนอน (อำมรและทวีศักดิ์, 2547) ช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 ถึงต้นปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิต่ำและมีช่วงแล้งยาวนานทำให้ศัตรูธรรมชาติของหนอนหน้าแมวอ่อนแอ และหนอนที่จะไม่ถูกเบียนมักเป็นหนอนขนาดเล็กวัย 1-3 จึงพบการรระบาดรุนแรง แต่การตกของฝนควบคุมการระบาดได้ ปลายปี พ.ศ. 2563 พบแปลงบ้านนา บ่อสุพรรณและสระแก้วจำนวนเล็กน้อย ปี พ.ศ. 2564 ยังไม่พบหนอนมีเพียงรอยการทำลาย แต่ปลายปีพบการเพิ่มขึ้น จำนวนหนอนหน้าแมวจำนวนมากในเดือนธันวาคม ซึ่งจะทำลายปาล์มน้ำมันให้เสียหายได้หากไม่กำจัด เมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศก่อนหน้าและการพบหนอน

กรมวิชาการเกษตร

หน้าแมวก่อนหน้ามาพิจารณาร่วมกัน การสำรวจที่พบหนอนหน้าแมวในจำนวนที่มากนั้นมีการพบมาก่อน และไม่มีฝน แต่เนื่องจากการสำรวจขาดข้อมูลหลายช่วง ทำให้การหาประวัติย้อนหลัง ทำได้จำกัด

กิจกรรมที่ 3 การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน

การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ การระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน จากเอกสาร รายงานที่เกี่ยวข้อง ผลงานวิจัยในโครงการและข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต การประชุมและติดตามงานเพื่อปรับวิธีการและแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน 3 ครั้ง คือ 21-22 กุมภาพันธ์ 2562 วันที่ 2-4 เมษายน 2562 และ 4 ตุลาคม 2564 รวมทั้งจัดหาข้อมูลฝนรายพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียม COMS จาก GISTDA และข้อมูลฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ จากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำมาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่ข้อมูลในแปลงขาดหาย และจัดการข้อมูลที่รวมรวมได้จัดทำเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้น และเตรียมการสำหรับเชื่อมโยงกับข้อมูลสภาพแวดล้อม จากการประเมินคุณภาพของข้อมูล พบว่า ข้อมูลในแปลงหลัก มีความต่อเนื่องของข้อมูลแต่ละช่วงแตกต่างกัน รวมทั้งข้อมูลขาดหายเป็นระยะจากการปรับลดงบประมาณและสถานการณ์โควิดทำให้สามารถเข้าพื้นที่ได้ ดังนี้

แมลงดำหนามมะพร้าว การตรวจนับแมลงและทางใบจาก พฤศจิกายน 2558 - ธันวาคม 2564 เก็บข้อมูลทุกเดือน แยกเป็นจำนวนหนอนวัยต่างๆ ดักแด้ มัมมี่ดักแด้ มัมมี่หนอน ตัวเต็มวัย การคัดแยกดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลย้อนหลังจากโครงการสมุย แต่เป็นการเก็บข้อมูล 2 เดือน แต่รายละเอียดการเก็บข้อมูลแตกต่างกัน

หนอนหัวดำมะพร้าว การตรวจนับแมลงและทางใบจาก พฤศจิกายน 2558- ธันวาคม 2564 แต่ยังมีข้อมูลก่อนหน้าอีก 1 ปี แต่ไม่สมบูรณ์ขาดหายไปเนื่องจากได้ดำเนินการต่อเนื่อง เป็นข้อมูลทุกเดือน ข้อมูลที่ได้นำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลแยกเป็นฐานข้อมูลการสำรวจนับทางใบในแต่ละพื้นที่ และสภาพอากาศรายแปลงเพื่อให้สามารถค้นคืนโดยง่ายด้วยเงื่อนไขต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของแมลงศัตรูพืชแต่ละชนิด โดยข้อมูลในแปลงติดตามทุก 2 เดือนทั้งพื้นที่กุยบุรี และสมุย ทั้ง 2 พื้นที่ มีพื้นที่ละ 45 แปลงติดตาม แปลงหลัก ทุก 1 เดือน ประกอบด้วย ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ 1. การสำรวจทางใบราย 2 เดือนในพื้นที่กุยบุรีรายต้น จำนวน 45,969 รายการ 2. การสำรวจทางใบราย 2 เดือนในพื้นที่เกาะสมุยรายต้น จำนวน 45,794 รายการ 3. การเก็บตัวอย่างสำรวจทางใบรายเดือนในพื้นที่กุยบุรี จำนวน 40,346 รายการ 4.การเก็บตัวอย่างยอดกลมรายเดือนในพื้นที่เกาะสมุย จำนวน 630 รายการ 5.การสำรวจทางใบรายเดือนในพื้นที่เกาะสมุย จำนวน 12200 รายการ 6.ข้อมูลสภาพอากาศรายแปลง 494,620 รายการ และ 7.ข้อมูลดาวเทียม CMOS ในพื้นที่เกาะสมุย จำนวน 11,980 รายการ

กรมวิชาการเกษตร

หนอนหน้าแมว การตรวจนับแมลงและรอยทำลายทางใบจากพฤศจิกายน 2559- ธันวาคม 2564 ได้ดำเนินการต่อเนื่อง ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี สระบุรี นครนายก สุพรรณบุรี สระแก้ว ประจวบคีรีขันธ์ และสุราษฎร์ธานี แต่ข้อมูลไม่สมบูรณ์ขาดหายไปบางส่วน ดังนี้ 1.การสำรวจแมลงและรอยทำลายทางใบ ในแปลงหลัก จำนวน 7,650 รายการ และ 2. ข้อมูลสภาพอากาศรายแปลง 408,500 รายการ

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าว

แมลงดำหนามมะพร้าว

ใช้ข้อมูลจากพื้นที่เกาะสมุยเป็นเป็นต้นแบบ ข้อมูลที่ได้เมื่อนำมาจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ปัจจัย 1 ปัจจัย คือ ความเสียหายของทางใบที่ 1 สามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มแตกต่างกันในพื้นที่เกาะสมุย ซึ่งน่าจะเนื่องจากเกาะมีภูเขาสูงอยู่กลางทำให้อิทธิพลของฟ้าอากาศแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเข้าทำลายและประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวจากแปลงหลัก กับข้อมูลสภาพอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยาสมุยรายวัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายมีความสัมพันธ์กับฝน ทั้งการตกของฝนและปริมาณฝนตก โดยที่ปริมาณฝนรวมช่วง 45 วันก่อนหน้ามีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายสูงกว่า (r= .235**) ช่วง 3-120 วันก่อนหน้า และจำนวนวันฝนตก 120 วัน มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายสูงกว่า (r= .426**) ช่วง 30- 150 วันก่อนหน้า จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 °ซ ในช่วง 20-30 วันก่อนหน้า มีความสัมพันธ์กับสูงกว่าช่วงอื่นๆ เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายของเดือนก่อนมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายในเดือนถัดไป นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับจำนวนแตนเบียน (r= 0.114*) และเวลา (ปี/เดือน) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลายกับจำนวนหนอน หรือจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามมะพร้าว แต่มีความสัมพันธ์กับจำนวนแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวยังไม่เข้าใกล้ 1 หรือ -1 และมีค่าต่ำ ซึ่งอาจเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย และไม่สอดคล้องกับค่าสังเกตุ ที่ได้จากการเฉลี่ยข้อมูลจาก 10 จุด และการสืบค้นข้อมูลในอดีตเพิ่มเติมจากงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรที่มีการเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกัน

จากข้อมูล %การทำลายทางใบแรกของแมลงดำหนามมะพร้าวหลายๆ ปี เมื่อแสดงเป็นกราฟเห็นได้ชัดเจนว่ามีฤดูกาล (seasonal) เข้ามาเกี่ยวข้อง จึงแยกข้อมูลช่วง พฤษภาคม-พฤศจิกายน วิเคราะห์ พบว่า จำนวนประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพอากาศ โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกัน ทั้งปริมาณฝน จำนวนวันฝนตก และจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่า 25 ซ แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่ำ หรือไม่มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงกัน และมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวในช่วงดังกล่าว ซึ่งจะต้องวิเคราะห์หรือทำนายด้วยวิธีการอื่นๆ ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

จากข้อมูลความเสียหายของทางใบที่ 1 รายเดือน สังเกตุได้ว่าความเสียหายของทางใบที่ 1 ลดลงช่วงเดือนพฤษภาคม ของทุกปี และค่อยๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากแล้งมานานและเป็นช่วงเริ่มต้นฤดูฝน แมลงดำหนามมะพร้าวจึงเข้าทำลายเพิ่มขึ้นในเดือนถัดไป ดังนั้น การวิเคราะห์ควรมีการเหลื่อมข้อมูลเนื่องจากประชากรหนอนและตัวเต็มวัยแมลงดำหนามมะพร้าวทำลายทางใบที่ยังไม่คลี่ ส่วนข้อมูลทางใบแรกที่ถูกทำลายเป็นผลจากการทำลายของเดือนที่แล้ว ตัวอย่างเช่น ถ้าเจอหนอน ทำลายช่วงมกราคม ร่องรอยการเข้าทำลายทางใบมกราคมมองเห็นไม่ชัดเจน แต่จะเห็นการเข้าทำลายทางใบแรกได้ในช่วงกุมภาพันธ์ (เดือนถัดไป)

ช่วงพฤษภาคม ไข่แมลงดำหนามมะพร้าว มีจำนวนมากขึ้นและลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงธันวาคม เนื่องจากมีปริมาณฝนมาก สอดคล้องกับการเลี้ยงแตนเบียนที่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน ไข่และดักแด้จะฟ่อ เนื่องจากสภาพอากาศแห้งแล้ง หากแบ่งช่วงที่พบหนอนมาก/น้อย อาจแบ่งเป็นช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน และช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน มีข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ ถ้าหนอนวัยเล็กมีมากและมีฝนตกหนักจะทำให้หนอนวัยเล็กตายก่อนที่จะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย สอดคล้องกับปี พ.ศ. 2554 ที่มีปริมาณน้ำฝนมากไม่เจอการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวที่รุนแรง แต่เป็นช่วงที่หนอนหัวดำมะพร้าวเข้ามา สภาพอากาศรายแปลง (microclimate) มีความสำคัญมาก แปลงที่อยู่ใกล้เคียงกันแต่สภาพแวดล้อมแตกต่าง กันทำให้การทำลายเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เช่น พบตัวเต็มวัยน้อยมากถึงไม่พบ แต่อีกแปลงพบระบาดรุนแรง

อย่างไรก็ตาม ได้พิจารณานำข้อมูลสภาพอากาศรายแปลงมาวิเคราะห์โดยละเอียดอีกในลำดับต่อไป ซึ่งข้อมูลฝนรายพื้นที่นอกจากสถานีอตุนิยมวิทยาแล้ว ยังมีข้อมูลบางส่วนจากการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจอากาศอัตโนมัติในแปลง รวมทั้งข้อมูลจากดาวเทียม COMS ที่สามารถใช้คาดการณ์ฝนในพื้นที่ในส่วนที่ขาดหายไป

ความใช้ได้ของข้อมูลฝนรายพื้นที่จากดาวเทียม COMS

ฝนรายพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียม COMS จาก GISTDA และข้อมูลฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา ก่อนเลือกนำมาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่ข้อมูลในแปลงขาดหายไป พบว่า ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมนี้ ให้ข้อมูลเป็นช่วงปริมาณฝนตก 4 ช่วง ตามค่า digital value คือ ≥8,000 "ฝนมาก", 3,430-8,000 "ฝนปานกลาง", 143 – 3,430 "ฝนน้อย"และ 0-143 "ไม่มีฝน" (GISTDA, 2562) โดยมีความแม่นยำเฉพาะในช่วงฤดูฝนเท่านั้น จึงนำข้อมูลในตำแหน่งที่มีสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา 4 สถานี มาตรวจสอบ พบว่า มีความถูกต้องประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยการคาดการณ์ฝนตกในช่วงของฤดูฝนมีความถูกต้องสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ถ้าพิจารณาจากระดับการคาดการณ์ 4 ระดับ พบว่า ในวันที่ไม่มีฝนตกข้อมูลจาก COMS มีความถูกต้องสูง แต่มีความแม่นยำต่ำในการทายวันที่ฝนไม่ตกในช่วงฤดูฝน ส่วนวันที่ฝนตกข้อมูลจาก COMS มีความถูกต้องค่อนข้างต่ำ

อุณหภูมิและความชื้นมีผลกระทบต่อประชากรแมลงดำหนามมะพร้าว การเลี้ยงแตนเบียนจากจำนวนหนอนแมลงดำหนามที่ใช้เลี้ยงกับแตนเบียนที่ได้ %ลดลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน ผลิตได้ดีช่วงเดือนธันวาคม ถึงมกราคม เนื่องจากหนอนแมลงดำหนามมะพร้าวตายหลังถูกเบียน ติดเชื้อจำนวนมาก เจาะออกมาจาก

กรมวิชาการเกษตร

มัมมี่ได้น้อยและส่วนใหญ่เป็นตัวผู้ ทำนองเดียวกันกับ เฉลิมและคณะ (มปป) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการขยายพันธุ์และเลี้ยงแตนเบียนในรูปของมัมมี่ที่มีคุณภาพอยู่ระหว่าง 26-28°ซ หนอนแมลงดำหนามหลังการเบียนอยู่รอดได้สูงมากถ้าเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28°ซ ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่าการอยู่รอดลดลง และตายทั้งหมดที่อุณหภูมิ 34°ซ อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนที่สูงกว่า 36°ซ ทำให้ %มัมมี่ที่ได้ลดลงเหลือ 10-20% และย้ำให้ชัดเจนด้วยการศึกษาของ Zhong et al. (2005) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ของ *B. longissima* อยู่ระหว่าง 24 – 28°ซ มี threshold temperature ที่ 11.08°ซ อุณหภูมิสะสมตลอดชั่วอายุ 966.22 °ซ และไม่สามารถอยู่รอดได้ที่ 32°ซ อุณหภูมิสูงทำให้วงชีวิตสั้นลงและมีขนาดเล็กลง ซึ่งมีผลต่อความสมบูรณ์และจำนวนที่ขยายได้ (เรวดีและคณะ,. 2549) มีระยะไข่ 5-9 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมีย 1 ตัว วางไข่ได้ประมาณ 100 ฟอง ระยะหนอน 30-40 วัน ระยะดักแด้ ประมาณ 4-7 วัน ตัวเต็มวัยมีอายุนานมากกว่า 3 เดือน มีความว่องไวในช่วงพลบค่ำ

หนอนหัวดำมะพร้าว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ยรายแปลงขั้นต้น ยังไม่ชัดเจนว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นฤดูกาลหรือไม่ แต่ช่วงเวลาที่ผ่านมาประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวมีแนวโน้มลดลงจากเมื่อเริ่มการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากมาตรการต่างๆ ที่ภาครัฐดำเนินลงไปในพื้นที่ การระบาดครั้งแรกรัฐบาลได้กำหนดมาตรการควบคุมในช่วงปี พ.ศ. 2557 โดยทำการฉีดสารเข้าต้นในมะพร้าวที่สูงกว่า 12 เมตร ทำให้หนอนหัวดำมะพร้าวลดประชากรอย่างรวดเร็วในช่วงต่อมา แต่การควบคุมครั้งนี้ยังไม่ครอบคุลมมะพร้าวที่มีขนาดสูงไม่ถึง 12 เมตร จึงยังมีประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในพื้นที่ ซึ่งอาจวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นช่วงๆ เช่น ช่วงเดือนที่มีการระบาดสูง และช่วงเดือนที่มีการระบาดน้อย หรือแยกวิเคราะห์ข้อมูลรายต้น และแปลงที่มีการฉีดสารเข้าต้น/พ่นยากำจัดหนอนหัวดำตามโครงการของภาครัฐและที่เกษตรกรดำเนินการเอง

ข้อมูลหนอนหัวดำมะพร้าวในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงกรกฎาคม 2560 หนอนมีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก อาจเนื่องจากกุยบุรีมีช่วงแล้งติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้การระบาดเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์เบื้องต้นใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายแปลง จึงปรับไปใช้จำนวนหนอนวัยต่างๆ ดักแด้ จำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลาย และตัวแปรเกี่ยวกับฝน เช่น ปริมาณฝนสะสม จำนวนวันฝนตกก่อนหน้า จากแปลงหลัก พบว่า จำนวนหนอนรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนทางใบที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลาย (r =0.55**) แต่มีความสัมพันธ์ทางตรงข้ามกับทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลาย (r =-0.72**) ปริมาณฝนรวม 2 และ 3 เดือนก่อนหน้า จำนวนวันฝนตก 1 และ 2 เดือนก่อนหน้า หากพิจารณาถึงจำนวนหนอนรวมของเดือนก่อนหน้า พบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนทางใบที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลาย (r =0.39*) จำนวนหนอนวัย 3-4 (r =0.83**) วัย 1-2 (r =0.77**) แต่มีความสัมพันธ์ทางตรงข้ามกับทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลาย (r =-0.64**) ปริมาณฝนรวม 3 2 5 และ 1 เดือนก่อนหน้า รวมทั้งจำนวนวันฝนตก 2 3 1 และ 5 เดือนก่อนหน้า แต่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

จากรายงานหนอนหัวดำมะพร้าวเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ระบาดครั้งแรกที่ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พื้นที่ 15 ไร่ ทำลายใบแก่ของมะพร้าว ปาล์มประดับหลายชนิด ตาลโตนด และกล้วย ปี พ.ศ. 2553 พบหนอนหัวดำมะพร้าวระบาดที่ประจวบคีรีขันธ์ 5 อำเภอ คือ เมือง ทับสะแก กุยบุรี ปราณบุรี และหัวหิน ปี พ.ศ. 2555 กรมส่งเสริมการเกษตรรายงานว่ามีพื้นที่ระบาดทั้งประเทศ 89,958 ไร่ โดยประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่ระบาด 82,203 ไร่ ดังนั้น หนอนหัวดำมะพร้าวใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ซึ่งแมลงศัตรูชนิดนี้ ยังไม่เป็นที่รู้จัก และยังไม่มีมาตรการป้องกัน หากย้อนดูข้อมูลฝนจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในช่วงดังกล่าว พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 หลังพบหนอนหัวดำมะพร้าวครั้งแรกที่ประจวบคีรีขันธ์ ปริมาณฝนตกน้อยกว่าค่าปกติ 4 ปี ต่อเนื่องกัน และปริมาณฝนรวมในช่วงมีนาคมถึงมิถุนายน ยังมีค่าต่ำกว่าปี พ.ศ. 2550 นานหลายปี พ.ศ. 2556-2557 ฝนเริ่มมากขึ้นแต่เป็นฝนช่วงปลายฤดูฝนที่เพิ่มขึ้น มะพร้าวสมบูรณ์ขึ้น กระตุ้นให้การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวรุนแรง จนกระทั่งรัฐได้ดำเนินมาตรการฉีดสารเข้าต้นในมะพร้าวที่สูงกว่า 12 เมตร ในช่วงกลางปี พ.ศ. 2557

สภาพที่แล้งทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืชในดิน ฝนช่วงต้นฝนจะทำให้พืชได้รับไนโตรเจนสูงขึ้น จากข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารจากทางใบในแปลงหลักที่กุยบุรี พบว่า ช่วงที่มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นและปริมาณโพแทสเซียมลดลงเป็นช่วงที่ทางใบถูกหนอนเข้าทำลายเพิ่มขึ้น และช่วงไหนที่ปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นทางใบที่ถูกทำลายกลับลดลง อย่างไรก็ตาม หลายๆ ปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการระบาดเหล่านี้ยังต้องวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนและทวนสอบต่อไปอีก

การเปลี่ยนแปลงการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในแปลงติดตาม โดยเลือกแปลงที่มีการระบาดรุนแรงและมีการจัดการแตกต่างกัน พื้นที่กุยบุรีแห้งแล้งฝนน้อย ส่วนสมุยมีฝนมากกว่า พบว่า พื้นที่กุยบุรี แปลงที่ไม่มีการจัดการใดๆ และมีแหล่งพืชอาศัยของหนอนหัวดำมะพร้าว เช่น ต้นตาล การทำลายรุนแรงจำนวนทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายสูงขึ้นๆ ลงๆ ต่อเนื่อง ไม่สามารถเพิ่มจำนวนทางใบเขียวได้เกิน 13 ทางใบ เนื่องจากช่วงที่ทำลายทางใบมะพร้าวหมด สามารถย้ายไปอาศัยต้นตาลอยู่ได้ แล้วย้อนกลับมาใหม่เมื่อมีใบมะพร้าวพอที่จะเป็นอาหารได้ ส่วน% ทางใบแรกที่ถูกทำลายไม่รุนแรงมากเหมือนช่วงปี พ.ศ. 2559-2560 น่าจะมีรอบของการระบาดที่ 3 ปี หากไม่มีการจัดการ นอกจากนี้มีข้อสังเกตุว่าสภาพแวดล้อมของแปลงมีผลต่อการเข้าทำลายและการฟื้นตัวของมะพร้าวอย่างมาก

ส่วนพื้นที่สมุย พบการระบาดช่วงแรกรุนแรงจากตอนเหนือของเกาะ แต่ลดลงเรื่อยๆ จนปัจจุบัน จำนวนทางใบที่หนอนหัวดำมะพร้าวทำลายลดลงจากมากกว่า 20 ทางใบจนเหลือต่ำกว่า 5 ทางใบ และจำนวนใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายเพิ่มมากกว่า 13 ทางใบในช่วงเดือนตุลาคม 2560 และเพิ่มสูงขึ้นและไม่พบการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561 ถึงธันวาคม 2562 ในพื้นที่สมุยเป็นพื้นที่การทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวในช่วงที่มีการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง จึงพบการเข้าทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวเพิ่มสูงขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อนำข้อมูลแปลงหลักและแปลงติดตามทั้ง 2 พื้นที่มาพิจารณารวมกันในช่วง ปี พ.ศ. 2558-2564 พบว่าลักษณะการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าว ในช่วงแรกเป็นลักษณะของแมลงศัตรูระบาด โดยเป็นการระบาดที่แพร่กระจายกว้างขึ้นในเชิงภูมิศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่คาดการณ์ได้ จนกลายเป็นแมลงประจำถิ่น จากแมลงต่างถิ่นเข้ามาพบในเดือนกรกฎาคม 2550 ที่ ต.อ่าวน้อย อ.เมือง ต่อมาขยายไปที่ ต.เขาล้าน อ.ทับสะแก และการระบาดได้ขยายพื้นที่ขึ้นไปทางตอนเหนือของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554 และ 2555) จนเกิดการระบาดที่การตัดทางใบเผาทำลาย ฉีดพ่นบีทีปล่อย และการปล่อยแตนเบียนบราคอนไม่สามารถควบคุมได้ (อัมพรและคณะ, 2556) จึงทำให้ในปี พ.ศ. 2557 รัฐได้สนับสนุนให้มีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นในพื้นที่ จ.ประจวบคีรีขันธ์ ตามความสมัครใจในมะพร้าวที่มีขนาดสูงกว่า 12 เมตร แต่ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ต้นที่มีความสูงไม่ถึงกำหนด และรายที่ไม่สมัครใจ จึงพบการระบาดอีกครั้งในปี พ.ศ. 2559 รัฐจึงสนับสนุนให้มีการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นอีกครั้งในปี พ.ศ. 2560 ในลักษณะปูพรมกำจัดทั่วประเทศ การฉีดสารเคมีเข้าลำต้นทำให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่ลดลงอย่างชัดเจนจากการฉีดสารเคมีเข้าลำต้น 2 ครั้ง แต่ในพื้นที่ยังพบว่ามีการเข้าทำลายจากแปลงที่ทิ้งร้างและพืชอาศัย การเข้าทำลายก็ยังพบอีกในช่วงท้ายของการศึกษาจากแปลงที่ไม่เคยพบมาก่อนมีการเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่กลางปี พ.ศ. 2563 หากพิจารณาร่วมกับการตกของฝน การเข้าทำลายจะสอดคล้องกับช่วงของฝนที่น้อยกว่าค่าปกติ ซึ่งในพื้นที่กุยบุรี ฝนตั้งแต่ 2550 - 2563 จะเห็นรูปแบบการตกของฝนที่มีช่วงการเกิดซ้ำประมาณ 5- 6 ปี ต่างจากสมุยที่พบการระบาดในช่วงแรกแล้วหายไป การมาใหม่ของแมลงนี้ในพื้นที่ไม่ทำให้เกิดการระบาดซ้ำและมีรอบการทำลาย 2 เดือน สภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์นี้ทำให้เกิดความแตกต่างของภูมิอากาศการเอื้ออำนวยต่อการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวแตกต่างกัน และจากการสำรวจทุกแปลงพบหนอนหลายวัยในทุกๆรอบ เนื่องจากประชากรของหนอนหัวดำมะพร้าวในประเทศไทยเป็น overlapped population (พัชรีวรรณและคณะ, 2561) คือมีทุกวัยในเวลาเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวที่พบในอินเดียและศรีลังกา ซึ่งเป็นประชากรแบบ discrete population ที่มีเฉพาะระยะใดระยะหนึ่งในแต่ละช่วงเวลา (Perera et al., 1989) มีวงจรชีวิต ระยะไข่ 4-5 หนอนมีการลอกคราบ 8 - 10 ครั้ง โดย 36.4% ของตัวหนอนที่ทดลองมีการลอกคราบ 8 ครั้ง 45.5% มีการลอกคราบ 9 ครั้ง และ 18.1% มีการลอกคราบ 10 ครั้ง ระยะเวลาเจริญเติบโตของหนอนวัย 1 - 10 รวม 39-65 วัน ระยะดักแด้ 10-11 วัน ตัวเต็มวัย 2-10 วัน ผีเสื้อเพศเมียวางไข่ได้ 68 - 324 ฟอง เฉลี่ย 163.36 ฟอง (พัชรีวรรณและคณะ, 2561) มีแมลงศัตรูธรรมชาติหลายชนิดรวมทั้งนำเข้าแตนเบียน *G. nephantidis* (อัมพร, 2555)

หนอนหน้าแมว

หนอนหน้าแมวเข้าทำลายรวดเร็วมาก ฤดูกาลการระบาดไม่แน่นอน ปกติมีอยู่ในธรรมชาติแต่ไม่ระบาด เจอการระบาดมากช่วง ธันวาคม - มกราคม ในพื้นที่สระบุรี ปทุมธานี แต่แปลงที่สำรวจพบ เมษายน - พฤษภาคม ภาคกลางพบการระบาดชัดเจนในช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูหนาว แต่ภาคใต้ช่วงการระบาดไม่ชัดเจน หากแปลงที่พบ

กรมวิชาการเกษตร

การระบาดจะเจอหนอนหน้าแมวทุกวัย หนอนกินไวมาก ทำให้การพ่นยาต้องพ่นหลายครั้งจึงจะควบคุมได้ ถ้าฝนตก จะหยุดการระบาด เช่นที่ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเดือนมกราคม 2562

กลางปี พ.ศ. 2562 กลับมาพบหนอนหน้าแมวอีกที่แปลงในพื้นที่สระบุรี และสุพรรณบุรี ในสภาพแวดล้อมที่ฝนน้อย ทั้ง 2 แปลงนี้มีประวัติการพบหนอนหน้าแมวอยู่ก่อน แต่มีการระบาดเพิ่มขึ้นเป็นระยะๆ ฝนที่ทิ้งช่วงทำให้เกิดการระบาดรุนแรง หนอนหน้าแมวสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว หากเกษตรกรพบการเข้าทำลายล่าช้าผลผลิตจะเสียหายและใช้เวลานานกว่าจะให้ผลผลิตกลับสู่ภาวะปกติ และปลายปี พ.ศ. 2562 ก็พบการระบาดของหนอนหน้าแมวอีกโดยเฉพาะแปลงที่สุพรรณบุรี ปทุมธานี แต่ลดลงจนไม่พบในการสำรวจเดือนมีนาคม 2563 แปลงที่สุพรรณบุรีนี้พบการระบาดรุนแรง ในเดือนธันวาคม 2562 และลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีฝนตก และพบหนอนอีกครั้งในเดือนมิถุนายน 2563 จำนวนเล็กน้อย

แปลงที่สุพรรณบุรีจึงเป็นแปลงที่มีการเปลี่ยนแปลงการเข้าทำลายสูงกว่าแปลงอื่น ๆ และโอกาสที่จะเกิดการระบาดในช่วงที่แตกต่างจากรายงานที่มีมาก่อนที่มักพบในช่วงพฤศจิกายน-มกราคม หลายแปลงที่ติดตามมีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวน ทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ซึ่งพบการระบาดในช่วงเวลาอื่นๆ ด้วย ปัจจัยที่ควบคุมหนอนหน้าแมวที่สำคัญ คือ แตนเบียนหนอน (อำมรและทวีศักดิ์, 2547) ช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 ถึงต้นปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิต่ำและมีช่วงแล้งยาวนานทำให้ศัตรูธรรมชาติของหนอนหน้าแมวอ่อนแอ และหนอนที่จะไม่ถูกเบียนมักเป็นหนอนขนาดเล็กวัย 1-3 จึงพบการระบาดรุนแรง แต่การตกของฝนควบคุมการระบาดได้ ปลายปี พ.ศ. 2563 พบแปลงบ้านนา บ่อสุพรรณและสระแก้วจำนวนเล็กน้อย ปี พ.ศ. 2564 ยังไม่พบหนอนมีเพียงรอยการทำลาย แต่ธันวาคม 2564 ที่บ่อสุพรรณประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการติดตามหนอนหน้าแมวที่ได้มีเหตุการณ์การระบาดของหนอนหน้าแมวจำนวนน้อย ซึ่งอาจไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาโมเดลทำนาย แต่ได้เปลี่ยนแปลงคำอธิบายสาเหตุของการเกิดการระบาดได้จากเดิมที่จะเกิดการระบาดในช่วงปลายฝนต้นหนาว แต่ยังสามารถเกิดการระบาดได้ในช่วงต้นฝนในพื้นที่ที่มีการให้น้ำชลประทาน

การออกแบบและพัฒนาโมเดลในการทำนาย

แมลงดำหนามมะพร้าว

จากความสัมพันธ์และรายงานการศึกษาข้างต้น เกี่ยวกับผลของสภาพอากาศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร นำมาออกแบบจัดทำชุดข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดลทำนาย ทั้งข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังและข้อมูลแมลงดำหนามมะพร้าว ได้แก่ จำนวนแมลงในวัยต่างๆ พร้อมทั้งทำการ lag ข้อมูลเพื่อนำข้อมูลย้อนหลังมาทำนาย ทำความสะอาดข้อมูล และคัดเลือกข้อมูลที่สมบูรณ์ แบ่งข้อมูลสำหรับใช้ในการสร้างโมเดลทำนาย และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแต่ละโมเดลด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน ประกอบด้วย ชุดข้อมูลสอน และชุดข้อมูลทดสอบ จำนวน 482

กรมวิชาการเกษตร

และ 181 ชุดข้อมูล ตามลำดับ พบว่า ข้อมูลประชากรแมลงของเดือนก่อน การทำลายทางใบและสภาพอากาศทายผลการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวในเดือนถัดไป มีความแม่นยำโดยรวมด้วยชุดข้อมูลทดสอบอยู่ระหว่าง 0.68-0.85 โดยที่โมเดลที่สร้างขึ้นมีค่าความถูกต้อง อยู่ระหว่าง 0.82-1.0 การประเมินเพื่อคาดการณ์ระบาดของแมลงต้องการความสามารถในการป้องกันผลบวกปลอม (false positive/Type 1 error) เนื่องจากการทดสอบมีความจำเพาะมากเท่าไร โอกาสที่จะได้ผลบวกก็น้อยลงเท่านั้น เพื่อให้ผลที่ได้จากการทำนายนั้น มาการเตือนการระบาด ซึ่งไม่ควรที่จะทำให้เกิดความตื่นตระหนกเกินไป แทนการให้ความสำคัญกับความไวหรือโอกาสที่จะได้ผลลบปลอม (false negative/Type 2 error) เนื่องจากแมลงดำหนามมะพร้าวนี้ต้องใช้เวลาในการเพิ่มประชากรก่อนที่จะมีการระบาด ทำนองเดียวกับการวัดผลในทางการแพทย์ค่าความไว หรือสัดส่วนของผู้ป่วยที่ให้ผลการทดสอบเป็นบวกต่อผู้ป่วยทั้งหมด มาใช้ในการตรวจคัดกรองผู้ป่วยสำหรับโรคที่มีความรุนแรงมากแต่สามารถรักษาได้ และตรวจเบื้องต้นเพื่อลดจำนวนผู้ป่วยที่จะต้องทำการตรวจที่จำเพาะ (specificity) ขึ้นเพื่อการวินิจฉัยต่อไป ส่วนค่า specificity หรือผู้ป่วยที่โมเดลทำนายว่าเป็นโรคมีโอกาสที่จะเป็นโรคจริงสูง จึงมีประโยชน์ในการยืนยันการวินิจฉัยในกรณีที่มีข้อมูลจากการตรวจอื่นชี้แนะมาบ้างแล้วว่าผู้ป่วยน่าจะป่วยด้วยโรคนั้น และช่วยป้องกันกรณีที่โมเดลทำนายว่ามีโรคแต่จริงๆไม่มี ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียแก่ผู้ป่วยอย่างมาก ทั้งด้านจิตใจและการรักษาเสี่ยงต่ออันตราย (อติพร, มปป.)

จากโมเดลที่เลือกมาทดสอบ พบว่า การใช้ข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังและการประเมินการทำลายทางใบด้วยสายตาเหมาะสมที่นำไปพัฒนาระบบเตือนการระบาดล่วงหน้าต่อไป เนื่องจากความต้องการข้อมูลในการทำนายในครั้งต่อๆ ไปมีไม่มาก และการได้มาของข้อมูลสามารถปฏิบัติได้ โมเดลที่โดดเด่น คือ K-NN ที่มี K=1 ให้ค่า specificity สูงสุดในการทำนายการระบาด (0.87) และมีความแม่นยำของชุดสอนสูง แม้จะมีความแม่นยำในการทำนายน้อยกว่าการใช้ข้อมูลแมลงร่วมด้วยก็ตาม การใช้งานสามารถนำไปใช้ได้ทั้งการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (multi-layer perceptron neuron network: MLP) และ K-NN การเลือกไปใช้งานต่อขึ้นอยู่กับความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของหน่วยงานในการพัฒนาเป็นระบบให้บริการต่อไป

หนอนหัวดำมะพร้าว

จากความสัมพันธ์และรายงานการศึกษาข้างต้น จำนวนประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวที่พบในแปลงมีอิทธิพลสูงต่อการเพิ่มความรุนแรง การสำรวจประชากรทุกเดือนทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวเป็นช่วงทุกๆ 2 เดือน การใช้ข้อมูลเดือนก่อนหน้าเพียงเดือนเดียวไม่เพียงพอ การศึกษาเพื่อทำนายการเข้าทำลายจึงใช้ช่วง 2 เดือนเป็นอย่างน้อยในการทำนาย และไม่ได้มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง จึงเลือกใช้การทำนายทำนองเดียวกันกับแมลงดำหนามมะพร้าว ออกแบบจัดทำชุดข้อมูลสำหรับการพัฒนาโมเดลทำนาย ทั้งข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังและข้อมูลเกี่ยวกับแมลงที่สนใจ เช่น จำนวนแมลงในวัยต่างๆ พร้อมทั้งทำการ lag ข้อมูลเป็นช่วงๆ เพื่อนำข้อมูลย้อนหลังมาทำนาย ทำความสะอาดข้อมูลและคัดเลือกข้อมูลที่สมบูรณ์ แล้วแบ่งข้อมูลสำหรับ

กรมวิชาการเกษตร

ทำการสร้างโมเดลทำนาย และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ ชุดเดียวกัน พบว่า ข้อมูลประชากรหนอนวัยต่างๆ ของ 1 และ 2 เดือนก่อน การทำลายทางใบและสภาพอากาศทายผลการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในเดือนถัดไปมีความแม่นยำโดยรวมทั้งการใช้โครงข่ายประสาทเทียม และ K-NN ด้วยชุดข้อมูลทดสอบ 25 รายการ อยู่ระหว่าง 0.77-1.0 โดยที่โมเดลที่สร้างขึ้นด้วยชุดข้อมูลสอน 220 รายการ มีค่าความถูกต้อง อยู่ระหว่าง 0.97-1.0 แต่จำนวนตัวอย่างมีน้อย เนื่องจากในพื้นที่มีการควบคุมการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวด้วยการฉีดสารเข้าต้น ถึง 2 ครั้ง ทำให้ประชาการแมลงระบาดลดลงมาก อย่างไรก็ตาม โมเดลที่เลือกมาเป็นต้นแบบนี้มีความต้องการข้อมูลการสำรวจประชากรแมลง และมีความสำคัญในการทำนาย ซึ่งการนำมาพัฒนาเพื่อการเตือนการระบาด จำเป็นต้องมีส่วนที่สนับสนุนการสำรวจเก็บทางใบเพื่อตรวจนับหนอนหัวดำมะพร้าว หากจำนวนข้อมูลสำหรับสอนและทดสอบมีจำนวนมากขึ้น จะมีความเชื่อมั่นในการนำไปใช้งานและอาจพัฒนาโมเดลที่ลดจำนวนปัจจัยที่จะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าลงได้ เช่น การใช้เทคนิคการ prun ช่วยลดปัจจัยที่มีความสำคัญน้อย ตัดออกไปจากโมเดล และการเรียนรู้ด้วยข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นของข้อมูลสภาพอากาศที่สามารถใช้เครือข่ายเซนเซอร์ในการจัดเก็บข้อมูลและใช้สอนให้เครื่องทำความเข้าใจรูปแบบ (pattern) ของเหตุการณ์ที่เกิดการระบาดและไม่ระบาดต่อไปได้

หนอนหน้าแมว

ข้อมูลการติดตามหนอนหน้าแมวที่ได้มีจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดการระบาดน้อย เมื่อเทียบกับแมลง 2 ชนิดข้างต้นที่มีจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดการระบาดมากกว่า อย่างไรก็ตาม ได้นำข้อมูลจากแปลงที่พบการระบาด มาออกแบบโมเดลทำนายการระบาดของหนอนหน้าแมวในเบื้องต้น หากต่อไปมีข้อมูลสะสมมากขึ้นอาจพัฒนาให้โมเดลทำนายสมบูรณ์ขึ้นได้ ออกแบบโมเดลทำนายให้ใช้ข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังและข้อมูลหนอนหน้าแมว ได้แก่ จำนวนหนอนหน้าแมวในวัยต่างๆ พร้อมทั้งทำการ lag ข้อมูลเพื่อนำข้อมูลย้อนหลังมาทำนาย ทำความสะอาดข้อมูล และคัดเลือกข้อมูลที่สมบูรณ์ พบว่า ข้อมูลประชากร และสภาพอากาศย้อนหลังสามารถทายผลการระบาดของหนอนหน้าแมวได้ มีความแม่นยำระหว่าง 0.59-0.85 การใช้วิธีแบบเพื่อนบ้านใกล้ไม่เหมาะสำหรับหนอนหน้าแมว ทั้งนี้อาจเนื่องจากจำนวนข้อมูลที่ใช้มีจำนวนน้อยเกินไป หรือกรณีที่ให้ผลแบบ rule base แม้จะใช้ปัจจัยในการทำนายน้อยลงแต่ผลการทำนายยังแม่นยำ

การพัฒนาระบบให้บริการข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต

การจัดทำระบบงานขึ้นมาใหม่ เพื่อให้บริการข้อมูลเตือนภัยแก่ผู้ใช้ จัดหาทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูล เครื่องแม่ข่ายให้บริการเว็บ และเครื่องมือที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบ จึงพัฒนาเป็นระบบอย่างง่ายสำหรับใช้งานเบื้องต้น ทั้งยังเป็นการสะสมข้อมูลในรูปแบบข้อมูลที่ตรงกับความต้องการ และเลือกใช้ข้อมูลเปิดเผย (open data) ของกรมอุตุนิยมวิทยามาเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในระบบงาน ออกแบบระบบงาน เลือกเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา รวมทั้งออกแบบให้รองรับการปรับปรุงโมเดลและขยายไปยังศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ได้ในอนาคต ในขั้นต้นเลือกการทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าว เนื่องจากมีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

กรมวิชาการเกษตร

และโมเดลทำนายที่ออกแบบมีความแม่นยำ และใช้ค่า specificity ที่สูงในการเลือกโมเดลมาใช้จึงเลือก K-NN ที่ K=1 มาใช้ในการพัฒนาระบบให้บริการบนอินเตอร์เน็ต สอดคล้องกับการใช้ K-NN จำแนกข้อมูลโรคหัวใจ โรคมะเร็งเต้านม และโรคไทรอยด์ที่ K เป็น 1 ได้ค่าความแม่นยำที่สูง (พงศกร, 2558)

การพัฒนาโปรแกรม เลือกใช้ซอฟท์แวร์แบบเปิดเผยรหัส (open source software) คือ ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL และใช้ภาษา PHP ในการติดต่อกับระบบจัดการระบบฐานข้อมูลและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ รวมทั้งใช้เทคนิคการเขียนเว็บแบบ AJAX เพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่ม engine ฝั่ง client เป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง PHP กับ HTML โดยมี JavaScript เปนตัวขับเคลื่อน ใช้เทคนิคการออกแบบเว็บไซต์แบบ responsive ซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนขนาดของเว็บไซต์ให้เหมาะสมกับการแสดงผลบนหน้าจอขนาดต่างๆ และความละเอียดของหน้าจอในอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. การดึงข้อมูลสภาพอากาศรายวันจากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งให้บริการ API WeatherToday version 2 จาก URL https://data.tmd.go.th/api/index1.php เลือก element ที่ต้องการ 4 elements ได้แก่ Rainfall MaxTemperature MinTemperature และ RelativeHumidity ของสถานีตรวจวัดทั่วประเทศ

2. การสร้างคำสั่งในการจัดการข้อมูลสภาพอากาศให้ออกเป็นชุดข้อมูลสำหรับใช้ในการทำนายการระบาดร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการประเมินทางใบในภาคสนาม โดยเงื่อนไขที่ต้องการ คือ

Rainfall

1. จำนวนวันฝนตก 14 วันก่อนหน้า 14 วัน
2. จำนวนวันฝนตก 30 วันก่อนหน้า 1 เดือน
3. จำนวนวันฝนตก 30 วันก่อนหน้า 2 เดือน
4. จำนวนวันฝนตก 30 วันก่อนหน้า 3 เดือน

MaxTemperature

- จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 30 °ซ ใน 14 วันก่อนหน้า 14 วัน
- จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 30 °ซ ใน 30 วันก่อนหน้า 1 เดือน
- จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 30 °ซ ใน 30 วันก่อนหน้า 2 เดือน
- จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 30 °ซ ใน 30 วันก่อนหน้า 3 เดือน

MinTemperature

- จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่า 25 °ซ ใน 14 วันก่อนหน้า 14 วัน
- จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่า 25 °ซ ใน 30 วันก่อนหน้า 1 เดือน
- จำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่า 25 °ซ ใน 30 วันก่อนหน้า 2 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

RelativeHumidity

- จำนวนวันที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80% ใน 14 วันก่อนหน้า 14 วัน
- จำนวนวันที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80% ใน 30 วันก่อนหน้า 1 เดือน
- จำนวนวันที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80% ใน 30 วันก่อนหน้า 2 เดือน

การสำรวจภาคสนาม

- เปอร์เซ็นต์การทำลายทางใบแรกสูงสุด
- เปอร์เซ็นต์การทำลายทางใบแรกเฉลี่ย

ส่งออกข้อมูลที่ต้องการเป็น csv นำไปรันโมเดลทำนายที่สร้างไว้

3. การทำนายด้วยโมเดลที่จัดเตรียมไว้ และแสดงผลการทำนาย (class) พร้อมทั้งเก็บข้อมูลชุดการทำนายแต่ละครั้งไว้เพื่อปรับปรุงโมเดลในอนาคต

ระบบที่พัฒนาเสร็จแล้วนำไปติดตั้งบนเครื่องแม่ข่ายเสมือน G-Cloud ของ GDCC ซึ่งให้บริการแก่หน่วยงานภาครัฐด้วย cloud-based service เป็นการเก็บทรัพยากรไว้บนอินเทอร์เน็ต สามารถเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายได้ตลอดเวลาจากระยะไกล ปรับขนาดได้ตามความต้องการของผู้ใช้ มีการจัดสรรทรัพยากร ลดภาระการบริหารจัดการ และมีความมั่นคงปลอดภัยสูง ช่วยให้สามารถทำงานในส่วนของ backend ทำงานได้สะดวก และมีความคล่องตัวสูง สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาที่ https://fc.doa.go.th/pest ระบบออกแบบให้สามารถปรับปรุงแก้ไขโมเดลการทำนายได้บางส่วนด้วยชุดข้อมูลที่ดีกว่าด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง หรือปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งหากมีการพัฒนาโมเดลในลักษณะทำนองเดียวกับกับศัตรูพืชอื่นๆ ก็สามารถปรับปรุงแก้ไขได้โดยง่าย รองรับการพยากรณ์และเตือนการระบาดศัตรูพืชดังกล่าว สามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำแก่ผู้เกี่ยวข้องในการช่วยตัดสินใจเตือนการระบาดหรือเตรียมการป้องกันก่อนเกิดความเสียหายต่อผลผลิตพืชที่สำคัญได้ อย่างไรก็ตาม ขณะนี้ระบบยังไม่สามารถหาโมเดลที่คาดการณ์การระบาดด้วยข้อมูลสภาพอากาศเพียงอย่างเดียว การสำรวจภาพสนามยังมีความจำเป็นโดยแต่ละแมลงศัตรูมีความเข้มข้นในการสำรวจภาคสนามมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรยังไม่มีงานสำรวจนี้เป็นภารกิจประจำ แต่กรมส่งเสริมการเกษตรมีแปลงติดตามในพืชที่สำคัญหลายชนิดรวมทั้งมะพร้าว และสามารถส่งต่อองค์ความรู้นี้ให้กับกรมส่งเสริมการเกษตรหรือเชื่อมโยงข้อมูลกัน ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรได้พัฒนาระบบรายงานการระบาดศัตรูพืชให้มีความทันสมัย ลดภาระงานให้กับเจ้าหน้าที่ในการลงสำรวจตรวจนับการระบาดศัตรูพืชประจำทุกสัปดาห์ โดยให้เกษตรกรเจ้าของแปลงดำเนินการได้เอง และแสดงผลให้กับเจ้าหน้าที่และเกษตรกรทราบเพื่อเตรียมการป้องกันได้อย่างแม่นยำ (สำนักข่าวไทยแลนด์พลัสออนไลน์, 2564) หากบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานจะสามารถใช้ประโยชน์จากโมเดลทำนาย อีกทั้งยังสามารถสะสมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงโมเดลทำนายให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้นได้อีก ซึ่งการรับรู้ในสิ่งที่เฝ้าระวัง และเลือกที่จะใช้วิธีการที่เหมาะสมจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาในแต่ละศัตรูพืชต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ในการทำนายการระบาดของแมลงทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถพัฒนาโมเดลให้สมบูรณ์มากขึ้นได้อีก จากการสะสมข้อมูล และข้อสังเกตของจากการเก็บข้อมูลในสนาม การเลี้ยงแมลงต่อในห้องปฏิบัติการ ผนวกกับความรู้ความเชี่ยวชาญของผู้มีประสบการณ์ในแมลงชนิดนั้น และรายงานผลการศึกษาก่อนหน้า บางส่วนอาจทำได้ไม่สมบูรณ์เนื่องจากการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงของแมลงนั้น มีปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เข้ามามีผลกระทบทั้งต่อการปฏิบัติงาน เช่น การระบาดของหนอนหน้าแมว มีจำนวนตัวอย่างน้อยมากและจากการติดตามประมาณ 5 ปี พบที่แปลงบ่อสุพรรณเท่านั้น หรือกรณีของหนอนหัวดำมะพร้าวมีการควบคุมประชากรแมลงโดยการฉีดสารเคมีเข้าต้น ทำให้ระดับการทำลายและประชากรหนอนลดลงอย่างรวดเร็ว มีผลกระทบต่อการศึกษา รวมทั้งการเกิดสถานการณ์โควิด ทำให้ไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ได้ โมเดลที่มีความแม่นยำและมีความเป็นไปได้ทางปฏิบัติในการแสดงหาข้อมูลมาสนับสนุน จะได้รับการพัฒนาเป็นระบบเตือนการระบาดต่อไปได้ ซึ่งมีหลายน่วยงานโดยเฉพาะด้านการแพทย์มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา และระบบติดตามการควบคุมโรค เพื่อปรับปรุงการรายงานและปฏิบัติการให้รวดเร็วขึ้น เข้าถึงข้อมูลได้ทุกสถานที่ตลอดเวลา และการมีส่วนร่วมจากพื้นที่ (ถนอมและคณะ, 2562) รวมทั้งการพัฒนาด้วยปัญญาประดิษฐ์ การวินิจฉัยจากภาพด้วย AI การรู้จำ (กรมควบคุมโรค, มปป.) มีการพัฒนา algorithm ประเภทใหม่ๆ ของ machine learning ขึ้นมาสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้อย่างรวดเร็วด้วยประสิทธิภาพที่ไม่ลดลง หรือพัฒนาการใช้เซนต์เซอร์เก็บข้อมูลจากระยะไกล wireless sensor network อย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยในการติดตามโรคและแมลงในพืชและมีการสะสมข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งเมื่อสะสมข้อมูลมากพอก็จะสามารถคาดการณ์เหตุการณ์ผิดปกติที่จะเกิดขึ้นได้ (Yang et al., 2017)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในแหล่งปลูกมะพร้าวภาคใต้และการควบคุมอย่างยั่งยืน

การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว และแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าว จำนวน 10 แปลง ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเพาะเลี้ยงแตนเบียนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ได้รวม 49,757 มัมมี่ และเลี้ยงเพิ่มเติมปล่อยในพื้นที่ทดสอบตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงธันวาคม 2564 รวม 59,319 มัมมี่ และเพาะเลี้ยงแตนเบียนดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าวได้รวม 41,215 มัมมี่ และปล่อยในพื้นที่ทดสอบรวม 36,251 มัมมี่ จากการสำรวจประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวในแปลงทดสอบหลังปล่อยแตนเบียนทั้ง 2 ชนิด พบว่าทางใบแรกที่คลี่หมด ตรวจพบร่องรอยความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงทุกเดือนในแปลงทดสอบทั้ง 10 แปลง โดยเมื่อเดือนธันวาคม 2560 สามารถตรวจพบแตนเบียนหนอนและแตนเบียนดักแด้แมลงดำหนามะพร้าวสูงสุดเฉลี่ย 1.4 และ 0.7 มัมมี่/ยอดกลม ตามลำดับ และพบปริมาณแมลงดำหนามมะพร้าวน้อยที่สุดคือ 13 ตัว/ยอดกลม สำหรับการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าวและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง

กรมวิชาการเกษตร

ระดับความเสียหายกับสภาพภูมิอากาศและวิธีการควบคุมที่นำไปใช้ในพื้นที่ พบว่า ช่วงที่มีความชื้นสูงประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวลดลง ซึ่งสภาพอากาศในแต่ละแปลงที่แตกต่างกันพบจำนวนแมลงดำหนามมะพร้าวลดลงเหลือน้อยมากและการทำลายทางใบแรกลดลง แต่ยังมีความแตกต่างในรายละเอียดและยังต้องการข้อมูลปริมาณที่มากขึ้นในการวิเคราะห์ ส่วนการประเมินผลของแมลงดำหนามมะพร้าวกับพัฒนาการของแตนเบียนหนอนและดักแด้แมลงดำหนามมะพร้าว พบว่า ประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าวกับจำนวนแตนเบียนแมลงดำหนามมะพร้าวมีความสัมพันธ์กัน และมีผลถึงการเข้าทำลายทางใบแรกของมะพร้าว โดยพบทางใบที่ 1 -10 เสียหาย < 50% ทุกครั้งที่สำรวจ ทั้งนี้น่าจะเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะปริมาณของฝน รวมทั้งการมีอยู่ของแตนเบียนด้วย

การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนหัวดำมะพร้าวและแตนเบียนหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเพาะเลี้ยงแตนเบียน *G. nephantidis* ได้จำนวนดักแด้แตนเบียน *G. nephantidis* จำนวน 777,243 ดักแด้ มีอัตราการเบียนเฉลี่ย 52.5 เปอร์เซ็นต์ ดักแด้เฉลี่ยต่อตัว 3.1 ตัว และเปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัย 66.4 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1 : 2.9 เมื่อนำปล่อยในแปลงทดสอบจำนวน 4 แปลง ผลการสำรวจประเมินผลการฟื้นตัวของต้นมะพร้าวโดยรวม พบว่าอัตราการฟื้นตัวที่สามารถเพิ่มจำนวนทางใบที่ไม่ถูกทำลายได้ถึง 13 ทางใบอย่างต่อเนื่อง ใช้เวลาประมาณ 20 - 30 เดือนขึ้นอยู่กับการจัดการสภาพแปลงปลูก เมื่อตรวจนับประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวในช่วงปี พ.ศ. 2558 - 2560 พบจำนวนหนอนสูงสุดของทั้ง 4 แปลงอยู่ จำนวน 11.5 - 25.4 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น หลังจากรัฐมีโครงการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าวทั่วทั้งประเทศแบบปูพรม ทำให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลงอย่างเห็นได้ชัดร่วมกับการดูแลแปลงทดสอบและปล่อยแตนเบียนอย่างต่อเนื่อง เมื่อตรวจนับล่าสุด ปี พ.ศ. 2564 พบประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวอยู่ในช่วง 0 - 3.4 ตัว/10 ใบย่อย/ต้น เมื่อเก็บหนอนที่ถูกเบียนมาเลี้ยงแตนเบียนต่อในห้องปฏิบัติการนอกจากพบแตนเบียน *G. nephantidis* ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในสภาพแปลงเกษตรกร แล้วยังพบแตนเบียนอีกชนิดหนึ่งที่เบียนหนอนหัวดำมะพร้าวในระยะดักแด้ โดยสามารถจัดแมลงชนิดนี้อยู่กลุ่ม Hymenoptera : Chalcidoidea : Eucharitidae และจากวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบมะพร้าว พบว่าถ้าปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นปริมาณหนอนหัวดำมะพร้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามกัน และถ้าปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นปริมาณหนอนหัวดำมะพร้าวกลับมีแนวโน้มลดลงผกผันกัน สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าวพบว่า การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวมีระดับความรุนแรงลดลง และประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวลดลง 84.1-100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับก่อนเริ่มต้นโครงการ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสียหายกับสภาพภูมิอากาศและวิธีการควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว พบว่าข้อมูลเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงประชากรที่หลากหลายและภายใต้สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ผลกระทบจากปริมาณฝนน้อยทำให้สภาพอากาศร้อนและแล้ง จึงพบการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่กุยบุรี

การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่วิกฤติภาคใต้ ที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 40 แปลง และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 40 แปลง พบความเสียหายจากการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าว และแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่ปลูกมะพร้าว ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่มีศัตรูมะพร้าวที่เป็นหลักแตกต่างกัน กล่าวคือ กุยบุรีมีหนอนหัวดำมะพร้าวเป็นศัตรูหลัก แต่เกาะสมุยมีแมลงดำ

กรมวิชาการเกษตร

หนามมะพร้าวเป็นศัตรูหลัก สำหรับการประเมินความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าว พบว่าที่เกาะสมุย เมื่อเริ่มสำรวจแปลงที่อยู่ในพื้นที่ตำบลตลิ่งงาม และหน้าเมือง พบการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวเล็กน้อย ที่ใบด้านบนของต้น ทางพื้นที่แม่น้ำก็ยังมีอยู่เป็นแปลงขนาดเล็ก แต่ลดลงเหมือนทุกๆ แปลง ในพื้นที่ตลิ่งงามแปลงชายทะเลใกล้ๆ ใบมะพร้าวเขียวขึ้น แต่พบการเข้าทำลายของด้วงแรดมะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้นมากในพื้นที่บ่อผุดในรอบเดือนสิงหาคม 2561 ที่ผ่านมายอดมะพร้าวกุดเนื่องจากการทำลายของด้วงงวงมะพร้าวจำนวนมาก ส่วนแมลงดำหนามมะพร้าวก็ยังพบอยู่ทั่วไปเกือบทุกแปลงจากการสำรวจช่วง เดือนตุลาคม 2561 แต่ลดลงหลังจากนั้นเนื่องจากมีฝนมากขึ้น และเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเดือนสิงหาคม 2562 ถึงธันวาคม 2562 ในปี พ.ศ. 2563 ช่วงมิถุนายนเกาะสมุยได้รับฝนมากขึ้น มะพร้าวฟื้นตัวดีแต่มีการทำลายของด้วงแรดมะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้น อีกทั้งทางตอนเหนือของเกาะยังมีการทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวรุนแรง แต่สิงหาคม 2563 การทำลายลดลง แต่ปลายปี พ.ศ.2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2564 มีการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวเพิ่มขึ้นในทางตอนใต้ของเกาะ

การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่วิกฤติภาคใต้ ที่กุยบุรี พบหนอนหัวดำมะพร้าวเข้าทำลายอยู่หลายแปลง แต่จากการสำรวจในเดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน 2561 ปริมาณหนอนลดลง พบแค่รอยทำลายเป็นแต้มน้อยๆ ส่วนใหญ่มะพร้าวมีใบเขียวขึ้นติดผลมากขึ้น ในพื้นที่ตำบลหาดขาม ยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวบางแปลงแต่พบน้อยลง พื้นที่ตำบลสามกระทายยังพบหนอนหัวดำมะพร้าวทำลายเป็นแต้มเล็กๆ พบในต้นที่ไม่ได้ฉีดสารเคมีเข้าลำต้น และในมะพร้าวต้นเล็กๆ แต่พบการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวทุกแปลง อย่างไรก็ตามในช่วงปลายฤดูฝน ปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา แม้จะมีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าช่วงเดียวกันในปีก่อน ยังพบรอยทำลายของแมลงดำหนามมะพร้าวมากขึ้น แต่การทำลายทางใบแรกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนมกราคม 2562 แต่เดือนกรกฎาคม ถึงพฤศจิกายน 2562 เริ่มพบการทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวในหลายพื้นที่ของกุยบุรี แปลงที่เป็นขอบของพื้นที่ปลูกมะพร้าวจะถูกเข้าทำลายก่อนเริ่มจากต้นที่ขอบแปลงและขยายไปเรื่อยๆ สภาพอากาศร้อนและแล้งมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความรุนแรง ซึ่งแปลงที่สภาพแห้งแล้งเหล่านี้การเจาะสารเข้าลำต้นในปี พ.ศ. 2561 ไม่สามารถยับยั้งการเข้าทำลายได้ ทั้งที่ในพื้นที่นี้มีรายงานการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นในมะพร้าวต้นสูงกว่า 12 เมตร ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในแปลงที่มีการเข้าทำลายรุนแรง ซึ่งต้องใช้เวลาอย่างน้อย 8 เดือน ปี พ.ศ. 2563 กุยบุรีมีการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวรุนแรงมากขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม และยังคงความเสียหายในช่วงกันยายน ทางใบเขียวที่ไม่ถูกทำลายมีจำนวนลดลง ปริมาณฝนในพื้นที่มีต่ำกว่าค่าปกติมาก ทำให้ความรุนแรงของการเข้าทำลายยังคงอยู่แม้อยู่ในช่วงฤดูฝน เดือนมีนาคม 2564 การทำลายรุนแรงโดยเฉพาะมะพร้าวอายุน้อยที่ไม่ได้รับการเจาะฉีดสารเคมีเข้าลำต้น เกษตรกรเริ่มพ่นสารเคมีทางใบบางแปลงในช่วงเดือนมีนาคม 2564 และช่วงแล้งยาวนานกว่าจะมีฝนตกมากช่วงปลายปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

ดังนั้น เพื่อป้องกันการกลับมาระบาดใหม่อีกครั้งของแมลงศัตรูมะพร้าว เกษตรกรควรหมั่นตรวจสอบต้นมะพร้าวในสวนของตนเอง และเฝ้าระวังพื้นที่ที่ปลูกมะพร้าวบริเวณใกล้สวนของตนเองอย่างสม่ำเสมอ หากพบแมลงศัตรูมะพร้าวเข้าทำลาย หรือพบร่องรอยการทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าวที่ทางใบยอด หรือทางใบล่าง หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นมะพร้าว ควรรีบดำเนินการกำจัดในทันที ไม่ปล่อยให้แมลงศัตรูมะพร้าวแพร่ขยายพันธุ์ทำความเสียหายออกไปเป็นบริเวณกว้าง เนื่องจากการป้องกันกำจัดจะทำได้ยากขึ้น และต้องเสียงบประมาณในการแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังสูญเสียผลผลิตมะพร้าว กระทบต่อรายได้ซึ่งลดลงอีกด้วย

ทั้งนี้ผลการวิจัยในโครงการนี้สามารถบ่งบอกปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความล่อแหลมของการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการระบาดของแมลงศัตรูมะพร้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องทำการศึกษาถึงสภาพปัจจัยต่างๆ อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานขึ้น 5-10 ปีเนื่องจากสภาพอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ

การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวจากแปลงหลัก ที่ได้รับการคัดเลือก จากการสำรวจช่วง พ.ศ. 2559 ในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ ซึ่งพบระบาดทางภาคกลางบริเวณทุ่งรังสิต สุพรรณบุรี สระแก้ว และนครพนม นำมาจัดทำเป็นแผนที่การระบาดของหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน จากการสำรวจและติดตาม พบว่าในภาคกลางหนอนหน้าแมวมักเริ่มพบระบาดในช่วงปลายฝนต้นหนาวของทุกปี ถ้าเกิดการระบาดแล้วจะเกิดความเสียหายรวดเร็วและรุนแรง ในอดีตภาคใต้ในแปลงที่พบการระบาดของหนอนหน้าแมวแล้วมีฝนตกหนัก หนอนหน้าแมวจะลดปริมาณลงจนหายไปไม่จำเป็นต้องป้องกันกำจัด ในภาคใต้มีเพียง 2 ฤดู คือฤดูร้อนและฤดูฝน จึงพบหนอนหน้าแมวระบาดหลังจากปีที่แล้งจัดยาวนาน วัชพืชที่มีดอกให้น้ำหวานตายไป ทำให้ไม่มีอาหารสำหรับแตนเบียนตัวเต็มวัย ปริมาณแตนเบียนซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติลดลงขาดสมดุลในการควบคุมทำให้พบการระบาดของหนอนหน้าแมว ทำให้ไม่พบการระบาดทุกปีซึ่งต่างจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันตอนกลางของประเทศซึ่งมีฤดูกาลที่ชัดเจน ยังคงพบหนอนหน้าแมวในสวนที่เคยมีการระบาดมาก่อนรวมทั้งสวนข้างเคียง และพบการระบาดซ้ำแทบทุกปีในบริเวณเดิม หลายแปลงที่ติดตามมีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวน เช่น ในทุ่งรังสิต ทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ซึ่งพบการระบาดในช่วงเวลาอื่นๆ ด้วย หนอนหน้าแมวมีแตนเบียนหนอนช่วยควบคุมที่สำคัญ (อำมรและทวีศักดิ์, 2547) ช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 ถึงต้นปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิต่ำและมีช่วงแล้งยาวนานทำให้ศัตรูธรรมชาติของหนอนหน้าแมวอ่อนแอจึงพบการรระบาดรุนแรง แต่การตกของฝนควบคุมการระบาดได้ ปลายปี พ.ศ. 2563 พบหนอนหน้าแมวที่แปลงบ้านนา บ่อสุพรรณ และสระแก้ว จำนวนเล็กน้อย ปี พ.ศ. 2564 ยังไม่พบหนอนมีเพียงรอยการทำลาย แต่ปลายปี พ.ศ. 2564 พบหนอนหน้าแมวเพิ่มขึ้นจำนวนมากในเดือนธันวาคม ซึ่งจะทำลายปาล์มน้ำมันให้เสียหายได้หากไม่ป้องกันกำจัด เมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศและการพบหนอน

กรมวิชาการเกษตร

หน้าแมวก่อนหน้ามาพิจารณาร่วมกัน การสำรวจที่พบหนอนหน้าแมวในจำนวนที่มากนั้น เมื่อดูข้อมูลย้อนหลังเริ่มพบหนอนหน้าแมวเมื่อเดือนสิงหาคมแต่เนื่องสถานการณ์โควิดทำให้การสำรวจขาดข้อมูลหลายช่วง เป็นผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้จำกัด

3, การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน

การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน จากข้อมูลในอดีตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแมลงและพืช นำมาพัฒนาเทคนิคและกระบวนการทำนายด้วยเงื่อนไขที่เหมาะสม ออกแบบโมเดลการทำนายในแต่ละแมลงศัตรูพืชแบบล่วงหน้า 1 เดือน จากข้อมูลการทำลายของแมลง หรือจำนวนแมลงศัตรูพืช และข้อมูลสภาพอากาศที่สะสมเป็นรายวันของฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดและความชื้นสัมพัทธ์ ใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอน ด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด โครงข่ายประสาทเทียม และแบบอาศัยกฎ มีความแม่นยำในการทำนายค่อนข้างสูง ส่วนหนอนหน้าแมวการทำนายมีความแม่นยำต่ำเนื่องจากข้อมูลมีจำกัด โดยแมลงศัตรูแต่ละชนิดมีดังนี้

แมลงดำหนามมะพร้าวใช้ชุดข้อมูลสอน และทดสอบ จำนวน 482 และ 181 ชุด ตามลำดับ พบว่า ข้อมูลประชากรแมลงของเดือนก่อน การทำลายทางใบและสภาพอากาศทายผลการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวในเดือนถัดไป มีความถูกต้องโดยรวมด้วยชุดข้อมูลทดสอบอยู่ระหว่าง 0.77-0.99 โดยที่โมเดลที่สร้างขึ้นมีค่าความถูกต้อง อยู่ระหว่าง 096-1.0 การทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าววิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด ที่ K มีค่า 1 มีความแม่นยำ 0.99 และมีความจำเพาะสูง 1.0 เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาระบบงานให้บริการ

หนอนหัวดำมะพร้าว ใช้ชุดข้อมูลสอน และทดสอบ 220 และ 25 ชุด ตามลำดับ พบว่า ข้อมูลประชากรหนอนวัยต่างๆ ของ 1 และ 2 เดือนก่อน การทำลายทางใบและสภาพอากาศทายผลการระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในเดือนถัดไปมีความแม่นยำอยู่ระหว่าง 0.86-0.99 มีค่าความถูกต้อง อยู่ระหว่าง 0.77-1.0 โดยข้อมูลการสำรวจประชากรแมลงมีความสำคัญในการทำนายและใช้ข้อมูลนำเข้าหลายปัจจัย แต่ก็มีโอกาศในการลดจำนวนปัจจัยที่เป็นงานสำรวจแมลงลงได้อีก และใช้ข้อมูลสภาพอากาศทดแทนให้มากขึ้น ซึ่งต้องการการเรียนรู้ด้วยข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นของข้อมูลสภาพอากาศที่สามารถใช้เครือข่ายเซนเซอร์ในการจัดเก็บข้อมูลและใช้สอนให้เครื่องทำความเข้าใจรูปแบบ (pattern) ของเหตุการณ์ที่เกิดการระบาดและไม่ระบาดต่อไปได้

หนอนหน้าแมว ในช่วงที่ศึกษามีเหตุการณ์การระบาดเกิดขึ้นรวบรวมได้น้อย การออกแบบโมเดลด้วยข้อมูลจำนวนน้อย พบว่า ข้อมูลประชากร และสภาพอากาศย้อนหลังสามารถทายผลการระบาดของหนอนหน้าแมวได้ แต่มีความถูกต้องต่ำกว่า 2 แมลง มีค่าความถูกต้องอยู่ระหว่าง 0.59-0.85 ควรที่จะมีการสะสมข้อมูลเพิ่ม

แมลงศัตรูทั้ง 3 ชนิด ใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวันในทำนาย ซึ่งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามาในระบบได้ผ่านข้อมูลแบบเปิด (open data) แต่จะอาศัยข้อมูลการทำลายของแมลงหรือข้อมูลจำนวนแมลง

กรมวิชาการเกษตร

ด้วยหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของแมลงนั้นๆ และมีโอกาสในการนำข้อมูลส่วนนี้เข้ามาให้เป็นระบบได้ จากหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตรมีการพัฒนาระบบตรวจนับการรระบาดของศัตรูพืชเป็นประจำ ระบบให้บริการข้อมูลการทำนายล่วงหน้าผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตต้นแบบจากแมลงดำหนามมะพร้าวนี้ พัฒนาขึ้นนี้เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาที่ https://fc.doa.go.th/pest สามารถปรับปรุงแก้ไขโมเดลการทำนายได้ในขอบเขตที่กำหนด ผลการทำนายสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเตือนการระบาดของแมลงศัตรูนี้ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2

การพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Develop early warning system for a sugarcane pest devoted to climate change

นายชยันต์ ภักดีไทย นางสาวกาญจนา กิระศักดิ์ นางสาวมัทนา วานิชย์ นายภาคภูมิ ถิ่นคำ นายเนติรัฐ ชุมสุวรรณ นายทนุธรรม บุญฉิม นางแคทลิยา เอกอุ่น นางสาววิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล นางสาวเพ็ญรัตน์ เทียมเพ็ง นางสาวสโรชา ถึงสุข นางสาวมนัสชญา สายพนัส นางสาวอรทัย วรสุทธิพิศาล นางวิภาวรรณ กิติวัชระเจริญ นางอุดม วงศ์ชนะภัย นางสาวรุ่งทิพย์ งานกุลชร นายสุวัฒน์ พูลพาน นายอิสระ พุทธสิมมา ว่าที่ ร.ต.อนุชา เหลาเคน

คำสำคัญ (Key words) ศัตรูอ้อย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระบบเตือนภัย

Sugarcane pest, climate change, early warning system

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม โรคใบขาว การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก การระบาดของแมลงนูนหลวง และความเสียหายของอ้อยใช้วิธีการคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช สมาคมในปี 2559 และแบ่งเขตพื้นที่การเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ปลูกอ้อย โดยใช้โปรแกรม Quantum GIS และหาความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ซึ่งแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย 2) เก็บข้อมูลการระบาดของใบขาวอ้อย และ 3) ประเมินความสูญเสียของผลผลิตอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว ซึ่งการดำเนินงานในครั้งนี้ เพื่อต้องการดูผลกระทบที่เกิดจากสภาพแวดล้อมต่อการแสดงอาการใบขาวในแต่ละพื้นที่ปลูก ผลการดำเนินงาน ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการแสดงอาการใบขาวช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ พบความสัมบางที่สุดในโลกมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาวดังสมการ %SWLD = 12.1038 + (เนื้อดิน x 0.76923) + (พันธุ์ x -2.05701) + (อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 วัน x -0.43107) โดยมี ค่า R^2=0.46 แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวของอ้อยต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า

เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 วัน มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0150 0.0004 และ 0.0011 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อยเช่นเดียวกัน ในกรณีของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติพบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ดังสมการ %EarlyShootBorer = 32.1989 + (เนื้อดิน x -1.82637) + (อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 14 วัน x -0.72945) + (ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน x ($5.698x10^{-3}$)) โดยมี ค่า R^2=0.41 แต่จากข้อมูลความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0142 0.0342 และ 0.0031 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเช่นเดียวกัน การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติพบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน และอายุอ้อยต่อร้อยละการระบาดของแมลงนูนหลวง ดังสมการ % Sugarcane white grub = -17.7470 + (เนื้อดิน x 13.4450) + (อายุอ้อย x 6.73066) โดยมี ค่า R^2=0.27 ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายการระบาดของแมลงนูนหลวงได้อย่างแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงต่อข้อมูล พบว่า เนื้อดิน และอายุของอ้อยมีผลต่อการระบาดของแมลงนูนหลวงโดยมีค่า P-Value เป็น 0.0041 และ 0.0333 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง หากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยลดการเข้าลายของแมลงนูนหลวงได้ จึงได้นำผลที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาวในพื้นที่ ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

Study the relationship of environment on Sugarcane white leaf disease, early shoot borer and sugarcane white grub. Case study survey by selected Risk area on Sugarcane white leaf and early shoot borer in 2016 for data collection in each sugarcane planting area and using the Quantum GIS program for designate study area. The relationship was determined using a stepwise regression statistical analysis. It was divided into 3 steps: 1) collecting data on the environment on sugarcane white leaf disease, 2) collecting data on farmer fields, and 3) assessing the sugar cane yield lost from sugarcane white leaf disease. The statistical analysis revealed that there was a correlation between the 30-day mean minimum temperature, soil texture, varieties and the percentage of sugarcane white leaf disease as shown in the equation %SWLD = 12.1038 + (soil texture x 0.76923) + (varieties x -2.05701) + (30-day mean minimum temperature x -0.43107),

กรมวิชาการเกษตร

where R^2 = 0.46. From statistical analysis as show that soil texture, variety and 30-day mean minimum temperature had effect on the percentage of sugarcane white leaf disease with P-Value of 0.0150, 0.0004 and 0.0011, respectively. In the case study of environment on early shoot borer. The statistical analysis revealed that there was a correlation between soil texture, 14-day mean maximum temperature ,cumulative rainfall and the percentage of early shoot borer as shown in the equation %EarlyShootBorer = 32.1989 + (soil x -1.82637) + (temperature mean maximum 14 days x - 0.72945) + (14 days cumulative rainfall x (5.698x10-3)), where R^2 = 0.41. From statistical analysis as show that soil texture, 14-day mean maximum temperature ,cumulative rainfall had effect on the percentage of early shoot borer with P-Value of 0.0142, 0.0342 and 0.0031, respectively. And the statistical analysis revealed that there was soil texture and age of sugar cane and percentage of sugarcane white grub as shown in the equation %sugarcane white grub = -17.7470 + (soil x 13.4450) + (cane age x 6.73066) where R^2 = 0.27. From statistical analysis as show that soil texture and age of sugar cane had effect on percentage of sugarcane white grub with P-Value 0.0041 and 0.0333, respectively.

บทนำ

ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ปลูกในดินทรายหรือร่วนปนทราย บางพื้นที่พบปัญหาแห้งแล้งยาวนาน ฝนตกไม่สม่ำเสมอ หรือสภาพอากาศแปรปรวน และพบปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตของอ้อยลดลงคือ การเกิดโรคใบขาวซึ่งสามารถทำให้ผลผลิตลดลง 30-100% ในปี 2551 พบการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม และอุดรธานี ทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 50% สาเหตุของโรคเกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมาจากเพลี้ยจักจั่นเป็นแมลงพาหะนำโรค อ้อยที่เป็นโรคจะมีคลอโรฟิลล์ลดลง ใบอ้อยที่เป็นโรคจึงมีสีขาวหรือสีเขียวอ่อน หรือขาวสลับกับเขียวอ่อน มีการแตกกอฝอยคล้ายกอหญ้า ไม่เจริญเติบโตและตายไป สามารถเกิดได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต นอกจากนั้นการระบาดยังสามารถติดไปกับท่อนพันธุ์ได้ด้วย (แฉล้มและสุพัตรา, 2551) นอกจากนั้นยังพบหนอนกอลายจุดเล็กที่เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุด หากมีการระบาดมากทำให้ผลผลิตลดลง 5-40% เนื่องจากอ้อยมีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นเมื่อนำหน่ออ้อยที่ถูกเข้าทำลายมากไปปลูกทำเป็นท่อนพันธุ์อ้อย จะทำให้การงอกลดลงหรือไม่งอกเลยหรือถ้างอกอ้อยจะไม่สมบูรณ์ ในภาคเหนือตอนล่าง แหล่งปลูกอ้อยของจังหวัดเพชรบูรณ์ ในฤดูกาลผลิตปี 2557 พบการระบาดของหนอนกออ้อย ใน 3 อำเภอ คือ วิเชียรบุรี ศรีเทพ และบึงสามพัน โดยเฉพาะแหล่งปลูกในเขตอำเภอศรีเทพ เกิดการแพร่ระบาดของหนอนกออ้อยในทุกตำบล และสร้างความเสียหายในระยะแตกกอ โดยมีการระบาดตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน หรือช่วงฤดูแล้ง ส่วนในภาคตะวันตกพบแมลงนูนหลวง Lepidiota stigma Fabricius เป็นศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของอ้อยที่ปลูกในจังหวัดชลบุรี กำแพงเพชร ระยอง กาญจนบุรี และราชบุรี พบระบาดในสภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ดินทรายถึงดินร่วนปนทรายและมีอินทรียวัตถุต่ำ (0.56-0.84 %) และมักพบในพื้นที่การระบาดเดิม ซึ่งณัฐกฤตและอนุวัฒน์ (2544) รายงานว่า การเข้าทำลายอ้อยของหนอนแมลงนูนหลวงจะปรากฏเป็นหย่อมไม่แพร่กระจายไปทั้งไร่ พบการทำลายน้อยในพื้นที่ลุ่มที่มีน้ำขังและพบการทำลายมากในสภาพดินทรายที่ปลูกในที่ดอน ทำให้ผลผลิตของอ้อยลดลงจนเก็บผลผลิตไม่ได้

จากสภาวะปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate variability or change) หรือภาวะโลกร้อน (Global warming) ที่เกิดขึ้นนับวันจะรุนแรงมากขึ้น และส่งผลกระทบรุนแรงต่อการทำการเกษตรในทุกประเทศ การศึกษาอุณหภูมิของโลกที่เปลี่ยนแปลง พบว่า ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ค.ศ. 1906-2005) อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น 0.74 องศาเซลเซียส (โดย IPCC, 2007) ซึ่งมากกว่าที่เคยประเมินไว้ (0.60 องศาเซลเซียส โดย IPCC 2001) และในรอบ 156 ปี (ค.ศ.1850 – 2006) ปีที่อุณหภูมิสูงสุด-เป็นปีหลัง ๆนี้ทั้งสิ้น เช่นเดียวกันกับในประเทศไทย การติดตามอุณหภูมิที่สถานีตรวจวัดสนามบินเชียงใหม่โดยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาในรอบ 30 ปี ระหว่าง ค.ศ. 1971-2000 เทียบกับในรอบ 10 ปี ล่าสุด ระหว่าง ค.ศ. 2003-2012 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้น 0.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น 0.81 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี เพิ่มขึ้น 13.2 มิลลิเมตร (อรรถชัย, 2556)

สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปและเกี่ยวข้องกับการเกษตร ได้แก่ การเริ่มต้นฤดูมรสุมที่ล่าช้าออกไป หรือเร็วขึ้นในบางปี อุณหภูมิที่สูงขึ้น การสิ้นสุดของฝนไม่แน่นอน เกิดพายุบ่อยครั้ง มีสภาพฝนตกชุก และโดยเฉพาะฝนทิ้งช่วงที่เกิดบ่อยขึ้น อาจจะส่งผลให้แมลงและโรคปรับตัวและเปลี่ยนพืชอาศัย (Plant Host) ได้ (Fuhrer, 2003)

แนวทางของการปรับระบบการผลิตพืชเพื่อรองรับภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ประกอบด้วยการพัฒนาพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง อัตราการเจริญเติบโตเร็ว อายุสั้น และทนแล้ง รากหยั่งลึก พัฒนาระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและจัดหาแหล่งน้ำในไร่นา การปรับปรุงบำรุงดิน การจัดการดินและธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ควรที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้ ข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองภูมิอากาศอื่นๆ และแบบจำลองพืชอื่นๆ ตลอดจนประเมินผลกระทบของภาวะโลกร้อนกับการระบาดของโรคแมลงศัตรูพืช ซึ่งจะทำให้สามารถสรุปผลกระทบจากภาวการณ์ดังกล่าวแม่นยำมากยิ่งขึ้น (เกริก, 2552)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวอ้อย หนอนกอลายจุดเล็ก และแมลงนูนหลวง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของศัตรูอ้อย สภาพแวดล้อม และความเสียหาย ใช้เป็นแนวทางในการปรับตัว และปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการการผลิตอ้อย โดยเกษตรกรและโรงงานมีส่วนร่วม

ขอบเขตการศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

การพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แบ่งเป็น 4 กิจกรรม โดยกิจกรรมที่ 1 และ 2 เป็นการพัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวและหนอนกอลายจุดเล็กของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ นครราชสีมา เพชรบูรณ์ และกำแพงเพชร ส่วนกิจกรรมที่ 3 เตือนภัยแมลงนูนหลวง ในภาคตะวันตก ในพื้นที่จังหวัดราชบุรี นครปฐมและกาญจนบุรี ทั้ง 3 กิจกรรมจะมุ่งเน้นหาความสัมพันธ์ของของสภาพแวดล้อม ความเสียหายของการเข้าทำลาย กับโรคใบขาว หนอนกอลายจุดเล็ก และแมลงนูนหลวง เมื่อได้ข้อมูลสมการความสัมพันธ์จะนำไปพัฒนาและทดสอบความถูกต้อง จากนั้นนำระบบเตือนภัยที่ได้ นำไปปรับใช้และพัฒนาต่อในพื้นที่ปลูกอ้อยร่วมกับโรงงานและเกษตรกร ในกิจกรรมที่ 4 สร้างระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในพื้นที่ปลูกรอบโรงงาน เพื่อลดความเสียหายจากจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช

ทั้งนี้การศึกษาพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือตอนล่าง และตะวันตก จะทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของศัตรูอ้อย สภาพแวดล้อม และความเสียหาย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับตัว และปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการการผลิตอ้อย ลดความเสียหายจากผลกระทบของสภาวะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยเกษตรกรและโรงงานมีส่วนร่วม

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวและหนอนกอลายจุดเล็กของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การทดลองที่ 1.1 ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม โรคใบขาว และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการดำเนินงาน มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย

1.1 แบ่งกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และมีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรคใบขาว เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยที่มีช่วงแห้งแล้งนาน ชนิดดินเนื้อหยาบ(ทรายจัด) หรือมีรายงานพบการระบาดของโรคใบขาวของอ้อยมาก จากนั้นใช้โปรแกรม Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง สภาพภูมิอากาศ และพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อย จากนั้นกำหนดพื้นที่ตัวแทนในการเก็บข้อมูล จำนวน 18 แปลงในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

1.2 จัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ปลูกอ้อยโดยการติดตั้งเครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศจาก New_LocClim (FAO, 2014; Grieser et al., 2006) โดยใช้ Interpolation techniques ในการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศรอบๆ บริเวณแปลงเก็บข้อมูล ซึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

สามารถนำมาประกอบกับข้อมูลการสำรวจโรคใบขาวได้ เริ่มตั้งแต่อ้อยงอก-อ้อยอายุ 6 เดือน และจัดเก็บตัวอย่างดินในแปลงมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการระบาดของใบขาวอ้อย

2.1 จัดเก็บข้อมูลต้นอ้อยที่แสดงอาการใบขาวในแปลงปลูกอ้อยจาก 18 แปลงที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการนับจำนวนต้นอ้อยทั้งหมดและต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ทุก 2 สัปดาห์ นาน 6 เดือน เมื่ออ้อยปลูกอายุ 1 เดือน ส่วนในอ้อยตอนับเมื่ออ้อยงอก 1 เดือน

2.2 วิเคราะห์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย

2.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการระบาดของโรคใบขาวและสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว

โดยวิธีตรวจนับการเข้าทำลายกอจากอ้อยแต่ละกอ (single tiller method : Richardson) จำนวน 12 แปลง โดยคัดเลือกจากพื้นที่จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ทำการสุ่มอ้อย 15 แถวๆ ยาว 32.5 เมตร พื้นที่ปลูก 1 ไร่ นับต้นอ้อยดีและต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ตรวจผลทุกเดือน 6 ครั้ง เริ่มนับเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน ดังนี้

3.1 การตรวจแต่ละครั้งจะตรวจกอเดิมที่เคยบันทึกไว้ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 12 เดือน ชั่งน้ำหนักผลผลิตตามที่บันทึกการเข้าทำลายไว้

3.2 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของโรคใบขาว โดยนำข้อมูลการตรวจนับการเข้าทำลายแต่ละกอที่มีร้อยละการทำลายตลอดระยะ 4 เดือน มารวมกลุ่มร้อยละการเข้าทำลาย คือ (1) ไม่มีการเข้าทำลาย (2) ร้อยละ 1-25 (3) ร้อยละ 26-50 (4) ร้อยละ 51-75 (5) ร้อยละ 75-100 จากนั้นเฉลี่ยร้อยละการทำลายของแต่ละกลุ่มและเฉลี่ยผลผลิตอ้อยแต่ละกลุ่มเฉลี่ยต่อลำ หาร้อยละผลผลิตอ้อยที่ลดลง นำร้อยละหน่ออ้อยที่ถูกทำลายและผลผลิตอ้อยที่ลดลงไปวิเคราะห์ regression analysis

3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต้นอ้อยที่แสดงอาการโรคใบขาว ระดับความเสียหาย และสภาพแวดล้อม

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา เริ่มต้นตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2562

การทดลองที่ 1.2 พัฒนาและทดสอบโปรแกรมเตือนภัยโรคใบขาว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการดำเนินงาน มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาสมการความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม การระบาด และระดับความเสียหายของอ้อยจากโรคใบขาว ที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาวิเคราะห์ผล จัดทำระบบเตือนภัยโรคใบขาว โดยวิเคราะห์ความเสี่ยงการระบาด

สำนักวิชาการเกษตร

ของโรคใบขาวในพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

ขั้นตอนที่ 2 สอบทานความถูกต้องของระบบเตือนภัย โดยการตรวจนับการระบาดของโรคใบขาวและระดับความเสียหาย ในแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรใหม่เปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์การระบาดของโรคใบขาวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวให้แม่นยำขึ้น โดยปรับข้อมูลในสมการความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม การระบาด และระดับความเสียหายของอ้อยจากโรคใบขาว ให้ใกล้เคียงกับการระบาดของโรคใบขาวจริงในแปลงปลูกของเกษตรกร

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2563

การทดลองที่ 1.3 ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม หนอนกอลายจุดเล็ก และความเสียหายของอ้อย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการดำเนินงาน มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกอ้อย

1.1 แบ่งกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และมีความเสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยที่มีช่วงแห้งแล้งนาน หรือมีรายงานพบการระบาดของหนอนกอมาก จากนั้นใช้โปรแกรม Quantum GIS ทำการซ้อนทับข้อมูลขอบเขตการปกครอง สภาพภูมิอากาศ และพื้นที่ปลูกอ้อยเพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ปลูกอ้อย จากนั้นกำหนดพื้นที่ตัวแทนในการเก็บข้อมูล จำนวน 18 แปลงในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

1.2 จัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ปลูกอ้อยโดยการติดตั้งเครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ จัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ปลูกอ้อยโดยการติดตั้งเครื่องวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศจาก New_LocClim (FAO, 2014; Grieser et al., 2006) โดยใช้ Interpolation techniques ในการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศรอบๆ บริเวณแปลงเก็บข้อมูลซึ่งสามารถนำมาประกอบกับข้อมูลการการแพร่ระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กได้ เริ่มตั้งแต่อ้อยงอก-อ้อยอายุ 8 เดือน และจัดเก็บตัวอย่างดินในแปลงมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ 1 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก

กรมวิชาการเกษตร

2.1 จัดเก็บข้อมูลหนอนกอในแปลงปลูกอ้อยจำนวน 18 แปลงที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการนับจำนวนหรือรอยทำลายของหนอนกอ สุ่มนับตามวิธี Systematic จำนวน 200 กอ ต่อแปลง ทุก 2 สัปดาห์ เมื่ออ้อยอายุ 1-4 เดือน

2.2 วิเคราะห์ร้อยละการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก

2.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการเข้าทำลายของหนอนกอและสภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ในระยะอ้อยแตกกอ

โดยวิธีตรวจนับการเข้าทำลายกอจากอ้อยแต่ละกอ (single tiller method : Richardson) ในแปลงเกษตรกร จำนวน 12 แปลง โดยคัดเลือกจากพื้นที่จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ทำการสุ่มอ้อย 15 แถวๆ ยาว 32.5 เมตร พื้นที่ปลูก 1 ไร่ นับต้นอ้อยดีและต้นอ้อยที่แสดงอาการถูกทำลาย ตรวจผลทุกเดือน 4 ครั้ง เริ่มนับเมื่ออ้อยอายุ 1 เดือน ดังนี้

3.1 การตรวจแต่ละครั้งจะตรวจกอเดิมที่เคยบันทึกไว้ เก็บเกี่ยวอ้อยเมื่ออายุ 9 เดือน ชั่งน้ำหนักผลผลิตตามที่บันทึกการเข้าทำลายไว้

3.2 ประเมินความสูญเสียของอ้อยจากการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยนำข้อมูลการตรวจนับการเข้าทำลายแต่ละกอที่มีร้อยละการทำลายตลอดระยะ 4 เดือน มารวมกลุ่มร้อยละการเข้าทำลาย คือ (1) ไม่มีการเข้าทำลาย (2) ร้อยละ 1-25 (3) ร้อยละ 26-50 (4) ร้อยละ 51-75 (5) ร้อยละ 75-100 จากนั้นเฉลี่ยร้อยละการทำลายของแต่ละกลุ่มและเฉลี่ยผลผลิตอ้อยแต่ละกลุ่มเฉลี่ยต่อลำ หาร้อยละผลผลิตอ้อยที่ลดลง นำร้อยละหน่ออ้อยที่ถูกทำลายและผลผลิตอ้อยที่ลดลงไปวิเคราะห์ regression analysis

3.3 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ระดับความเสียหาย และสภาพแวดล้อม

สถานที่ดำเนินการ ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา เริ่มต้นตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2562

การทดลองที่ 1.4 พัฒนาและทดสอบโปรแกรมเตือนภัยหนอนกอลายจุดเล็ก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการดำเนินงาน มี 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาสมการความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม การระบาด และระดับความเสียหายของอ้อยจากหนอนกอลายจุดเล็ก ที่ได้จากการทดลองที่ 3 มาวิเคราะห์ผล จัดทำระบบเตือนภัยหนอนกอลายจุดเล็ก โดยโดยวิเคราะห์ความเสี่ยงการระบาดของหนอนกอในพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 2 สอบทานความถูกต้องของระบบเตือนภัย โดยการตรวจนับการระบาดของหนอนกอและระดับความเสียหาย ในแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรใหม่เปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์การระบาดของหนอนกอลายจุดเล็กด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาระบบเตือนภัยหนอนกอลายจุดเล็กให้แม่นยำขึ้น โดยปรับข้อมูลในสมการความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม การระบาด และระดับความเสียหายของอ้อยจากหนอนกอลายจุดเล็ก ให้ใกล้เคียงกับการระบาดจริงในแปลงปลูกของเกษตรกร

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ไร่เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น อุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2563

ผลการวิจัย

ผลที่ได้การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงอาการใบขาวของอ้อย เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเกิดอาการใบขาวแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.40 และ 0.46 ตามลำดับ ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่า พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินมีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0092 0.0001 และ 0.0064 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย ในกรณีของความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวของอ้อยต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดมีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0150 0.0004 และ 0.0011ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อยเช่นเดียวกัน

ผลที่ได้การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก แต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.25 และ 0.41 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่า พันธุ์ ปริมาณแมกนีเซียมในดินต่อร้อย

กรมวิชาการเกษตร

ละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0237 และ 0.0024 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ในกรณีของความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0142 0.0342 และ 0.0031 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเช่นเดียวกัน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน อายุและชนิดของอ้อย ส่งผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0239 0.0272 และ 0.0029 ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.44

ความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงมี ค่า R^2=0.27 ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายการระบาดของแมลงนูนหลวงได้อย่างแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงต่อข้อมูล พบว่า เนื้อดิน และอายุของอ้อยมีผลต่อการระบาดของแมลงนูนหลวงโดยมีค่า P-Value เป็น 0.0041 และ 0.0333 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง แต่เนื่องจากค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำอาจ

การดำเนินงานในปี 2564 กิจกรรมที่ 4 สร้างระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในพื้นที่ปลูกรอบโรงงานน้ำตาล ดำเนินการฝึกอบรม โดยมีเป้าหมายการฝึกอบรมจำนวน 880 ราย ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม เลย ชัยภูมิ กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ พิจิตร ราชบุรี และกาญจนบุรี โดยมีผู้เข้าฝึกอบรมจากเกษตรในพื้นที่ กลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่อ้อยโรงงาน กลุ่มเจ้าหน้าผู้รับผิดชอบงานโครงการ 1 ตำบล 1 เกษตรทฤษฎีใหม่ของกรมส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตอ้อยโรงงาน เพื่อสร้างการสร้างการรับรู้ สร้างจิตสำนึกในการเลือกจำหน่ายพันธุ์อ้อยที่ปลอดโรค การตรวจแปลงและการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อระยะเวลาปลูก การจัดการแปลงปลูก การจัดการธาตุปัจจัยการผลิตเพื่อสร้างความแข็งแรงให้อ้อยมีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ลดผลการทบที่จะเกิดจากการเกิดหรือเข้าทำลายของโรคและแมลง ความรู้เกี่ยวกับโรคใบขาว แมลงศัตรูพืชได้แก่หนอนกอลายจุดเล็กและแมลงนูนหลวง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังโรคและแมลงในพื้นที่ต่อไป

อภิปรายผล

ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อม ค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำ อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการแสดงอาการใบขาว อาจจะไม่ได้มากจากสภาพแวดล้อมทั้งหมดอาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน โดยกาญจนาและคณะ (2555) รายงานว่า ปัญหาของโรคใบขาวที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ ดังนั้นวิธีการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคที่ดีที่สุด คือ การปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์ที่ปราศจากโรคควบคู่กับการจัดการในแปลงผลิต และโรคใบขาวมีการแพร่ระบาดโดยผ่านแมลง

กรมวิชาการเกษตร

พาหะนำโรค ได้แก่ เพลี้ยจักจั่นสีน้ำตาล (Matsumuratettix hiroglyphicus และ Yamatotettix flavovittatus) และผ่านทางท่อนพันธุ์ ซึ่งการถ่ายทอดทางท่อนพันธุ์นั้น ทำให้การแพร่กระจายของโรคเป็นไปได้อย่างกว้างขวาง และรวดเร็วการปลูกโดยใช้พันธุ์อ้อยสะอาดและปลอดโรค จึงเป็นวิธีการสำคัญในการจัดการโรค แต่ในสภาพแปลงปลูกอ้อยปัจจุบันพันธุ์อ้อยดังกล่าวหาได้ยากยิ่งนอกจากนั้น ปัจจุบันยังไม่พบว่ามีอ้อยพันธุ์ใดทนทานต่อโรคใบขาว (นิลุบลและคณะ, 2555) กอบเกียรติและคณะ (2554) อ้างตามกอบเกียรติ (2555) รายงานว่า ความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยมักระบาดมากในปีฤดูกาลปลูกที่ประสบภัยแล้งรุนแรง (ฝนน้อยและทิ้งช่วงเป็นเวลานานกว่าปกติ) เช่น ในปี 2552/53 พบว่า มีการระบาดของใบขาวอ้อย ตั้งแต่ 0.001-50.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดโรคกับอ้อยตอ (ratoon cane) มากกว่าอ้อยปลูก (plant cane) อีกทั้งการจัดการตั้งแต่การเตรียมดิน ฤดูปลูกที่เหมาะสม การจัดการธาตุอาหารและน้ำก็มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวเช่นเดียวกัน จากข้อมูลที่ได้ พันธุ์อ้อยเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อ้อยแสดงอาการใบขาว การใช้ท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเลือกพันธุ์อ้อยที่เลี่ยงต่อการเกิดโรคต่ำ จะช่วยลดการแสดงอาการใบขาว อีกทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อดินก็เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงอาการใบขาวเช่นเดียวกัน การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมจึงเป็นการลดความเสี่ยงต่อการแสดงอาการใบขาวได้อีกทางหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองที่ได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะพบว่าในภาคเหนือตอนล่าง เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยไม่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก อาจจะเกิดจากการปลูกอ้อยพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและมีการปลูกโดยใช้ระบบชลประทานเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันยังคงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กในทั้งสองสถานที่ อีกทั้งเนื่องจากค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กอาจจะไม่ได้มากจากสภาพแวดล้อมทั้งหมดอาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน จากการศึกษาของจิราวรรณ (2553) พบว่าการทำลายของหนอนกอมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนหน่อในแปลงที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจำนวน 3 แปลงมีค่า R-Squared = 0.316, 0.422 และ 0.27 ในแปลงดินเหนียวจำนวน 2 แปลงค่า R-Squared 0.448 และ 0.486 ตามลำดับ การเผาอ้อยใบอ้อยก่อนและหลังตัดอ้อยเข้าโรงงาน เป็นการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งแตนเบียนไข่ทริโคแกรมมา และแตนเบียนหนอนโคทีเซียที่พบในธรรมชาติ และยังทำลายความชื้นและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ชูชาติ, 2558) และพบว่าช่วงอ้อยเป็นลำและมีฝนตกชุกจะพบมดมากอาจจะทำการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กลดลง เนื่องจากมดเป็นตัวห้ำและมีบทบาทในการควบคุมหนอนกออ้อย (พิทักษ์พงศ์, 2546; Adams et al., 1981; Bessin and Reagan, 1993) อีกทั้งการจัดการตั้งแต่การเตรียมดิน ฤดูปลูกที่เหมาะสม การจัดการแปลงปลูก การจัดการธาตุอาหารเช่นงานทดลองของ de Camargo et al., (2010) ที่ศึกษาการใช้ซิลิคอน ในอ้อยเพื่อควบคุม หนอนเจาะลำต้นซึ่งทำให้หนอนเข้าทำลายลดลง รวมถึงการการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมจึงเป็นการลดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กได้อีกทางหนึ่ง

กรมวิชาการเกษตร

ความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนกับสภาพแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวงอาจจะไม่ได้มาจากสภาพแวดล้อมทั้งหมด แต่อาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน การบริหารจัดการหรือดูแลรักษาแปลงอ้อยของเกษตรกร การจัดการตั้งแต่การเตรียมดิน ฤดูปลูกที่เหมาะสม การจัดการธาตุอาหารและน้ำอาจ การป้องกันกำจัดแมลงนูนหลวงเช่น การจับตัวเต็มวัย ในฤดูวางไข่ การไถพรวนหลายๆ ครั้ง เพื่อทำลายไข่และตัวหนอนก่อนเข้าดักแด้ การใช้สารเคมี fipronil (Ascend 5% SC) พร้อมปลูกในระยะที่หนอนเริ่มฟักออกจากไข่ โดยพ่นไปตามร่องอ้อย สำหรับอ้อยตอให้เปิดหน้าดินออกทั้ง 2 ด้านของแถวอ้อย ประมาณ 8 นิ้ว แล้วฉีดพ่นสารฆ่าแมลงไปตามร่องอ้อยแล้วเอาดินกลบ หรือใช้เครื่องมือ ผ่าตอแล้วใช้สารฆ่าแมลงลงไปในรอยผ่ากอ มีผลต่อการลดระบาดของแมลงนูนหลวงในฤดูปลูกถัดไป (ณัฐกฤต และคณะ, 2558)

การฝึกอบรมเกษตรกรเกี่ยวกับระบบเตือนภัยศัตรูอ้อย ในพื้นที่ปลูกรอบโรงงานน้ำตาล เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกษตรมีความรู้ ความเข้าใจและมีความตื่นตัวต่อการระบาดของโรคใบขาว การเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญต่อการผลิตอ้อย ซึ่งยังขาดความต่อเนื่องในการดำเนินงาน ขาดความสนใจและการประสานงานความร่วมมือ กับหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ การระบาดของโรคและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช เมื่อพบว่ามีผลกระทบต่อผลผลิตและมีการระบาดในวงกว้าง จะสามารถเข้าการช่วยเหลือจากภาครัฐในส่วนของภัยพิบัติทางการเกษตรได้ หากผลผลิตของเกษตรกรมีความเสียหายสิ้นเชิง ในกรณีที่เกษตรมีการขึ้นทะเบียนและมีการแจ้งปลูกอ้อยอย่างถูกต้องในเวลาที่กำหนด จะสามารถขอรับความช่วยเหลือได้ แต่อย่างไรก็ตามวงเงินที่รัฐได้ดำเนินการช่วยเหลือนั้น เป็นเพียงการบรรเทาความเดือดร้อนของเกษตรกรเท่านั้น หากเกษตรกรไม่มีความตระหนักถึงผลที่เกิดจากการระบาดของโรคและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ขาดหลักปฏิบัติที่ถูกต้องในการผลิตอ้อย ย่อมจะส่งผลถึงผลผลิตและคุณภาพของอ้อยเข้าหีบ รวมถึงรายได้ของเกษตรกร ซึ่งควรมีการจัดตั้งเป็นเครือข่าย เตือนภัยเฝ้าระวังโรคและศัตรูพืชในพื้นที่ต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงาน สามารถสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการแสดงอาการใบขาวช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ พบความสั บางที่สุดในโลกมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดต่อร้อยละของการแสดงอาการใบขาวดังสมการ %SWLD = 12.1038 + (เนื้อดิน x 0.76923) + (พันธุ์ x -2.05701) + (อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 วัน x -0.43107) โดยมี ค่า R^2=0.46 แต่อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวของอ้อยต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 30 วัน มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0150 0.0004 และ 0.0011 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อยเช่นเดียวกัน ในกรณีของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กช่วงอายุที่ดำเนินการสำรวจกับข้อมูลสภาพอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติพบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณ

สำนักวิชาการเกษตร

น้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ดังสมการ %EarlyShootBorer = 32.1989 + (เนื้อดิน x -1.82637) + (อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 14 วัน x -0.72945) + (ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน x ($5.698x10^{-3}$)) โดยมี ค่า R^2=0.41 แต่จากข้อมูลความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0142 0.0342 และ 0.0031 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเช่นเดียวกัน การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติพบความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อดิน และอายุอ้อยต่อร้อยละการระบาดของแมลงนูนหลวง ดังสมการ % Sugarcane white grub = -17.7470 + (เนื้อดิน x 13.4450) + (อายุอ้อย x 6.73066) โดยมี ค่า R^2=0.27 ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายการระบาดของแมลงนูนหลวงได้อย่างแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงต่อข้อมูล พบว่า เนื้อดิน และอายุของอ้อยมีผลต่อการระบาดของแมลงนูนหลวงโดยมีค่า P-Value เป็น 0.0041 และ 0.0333 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง หากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยลดการเข้าลายของแมลงนูนหลวงได้ จึงได้นำผลที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาวในพื้นที่ ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 3

ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

Research on Climate Change to Oil Palm Yield

นายสุรกิตติ ศรีกุล นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์ นายสมคิด ดำน้อย นายอุดมพร เสือมาก

นางจินตนาพร โคตรสมบัติ นางสุภาพร ขุนเสถียร นายอนุศักดิ์ ขุนเสถียร

Mr. Surakitti Srikol Miss Suteera Thawornrat Mr. Somkit Damnoi Mr. Udompon Searmak

Mrs. Jintanaporn Khodsombut Mrs. Suphaporn Khunsathion Mr. Anusuk Khunsathion

คำสำคัญ (Key words) ปาล์มน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทะลายสดปาล์มน้ำมัน น้ำมันต่อทะลาย สมการพยากรณ์

oil palm, climate change, fresh fruit bunch, oil to bunch, trend model

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ด้วยสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในปัจจุบันส่งผลให้สภาพอากาศมีความแปรปรวนและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น น้ำแล้ง น้ำท่วม อุณหภูมิสูงและต่ำฉับพลัน ส่งผลให้พืชได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปาล์มน้ำมันซึ่งอาศัยน้ำฝนในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โครงการวิจัยความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน จึงได้ทำการศึกษาสภาพอากาศ การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันใน 3 จังหวัด เขตพื้นที่ปลูกสำคัญของภาคใต้ตอนบน คือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะอากาศ ข้อมูลการให้ผลผลิตในแต่ละพื้นที่และแต่ละปี เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศต่อการให้ผลผลิต สำหรับเป็นเครื่องมือในการคาดคะเนผลผลิตปาล์มน้ำมันล่วงหน้าให้กับเกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์ โดยทำการรวบรวมข้อมูลอากาศของแต่ละพื้นที่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง 2564 บันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสด 30 ต้นต่อจังหวัดตามรอบการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร และสกัดน้ำมันทุก 4 เดือน จังหวัดละ 20 ทะลาย ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2564 พบว่า สภาพอากาศ ปี 2560 มีปริมาณน้ำฝน 2,277.33 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์ 83.89% ปี และอุณหภูมิต่ำ 22.08 องศาเซลเซียส การให้ผลผลิต ปี พ.ศ. 2562 ผลผลิตทะลายสด 325.28 กิโลกรัม/ต้น/ปี และจำนวนทะลาย 19.47 ทะลาย/ต้น/ปี ปี พ.ศ. 2560 และ 2561 มีปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ 28.73 และ 28.81% สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ และสมการที่ให้ความแม่นยำร้อยละ 56.08 สำหรับการคาดคะเนผลผลิตล่วงหน้า คือ น้ำหนักทะลายสด =

2.997+(0.1291 x ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปีก่อนเก็บเกี่ยว) ซึ่งจากผลการทดลองนี้สามารถนำข้อมูลไปปรับใช้ในการตรวจสอบสภาพอากาศ ณ ปัจจุบัน และประเมินผลกระทบหรือปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันได้ล่วงหน้าเบื้องต้น สำหรับการวางแผนการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือคาดคะเนผลผลิตปาล์มน้ำมันให้กับเกษตรกรในพื้นที่ให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้นต่อไป

Abstract

Form to change of environment of the world lead to climate change and adaptation of plants. Growth and yield of oil palm in southern of Thailand derive from rainfall factor so this the project has objectives for collected the weather data, bunch yield and oil to bunch of Surat Thani, Krabi and Chumphon province that are the main of plantation of Thailand. And correlation analyze between weathers with fresh fruit bunch (FFB; kg/palm/year) for forecast yield by linear trend model. They recoded weather data since 2014-2021 while FFB were measured between 2016-2021 form 30 palms per province and oil to bunch (O/B; %) were extracted from 20 bunches per province. The result of the highest rainfall, relation humidity and minimum temperature in 2017 about 2,277.33 mm per year, 83.89% and 22.08 °C, respectively. While the maximum yield in 2019 (FFB 325.28 kg per palm and 19.47 bunch per palm) and high O/B in 2017 and 2018 (28.73% and 28.82%, respectively). In addition, found that FFB=2.997+0.1291rainfall has moderate level with forecast yield (R^2=56.08%) for next 2 years. This data and model can adapt to preliminary assessment effect of climate change per yield and develop model to accurate in next research project.

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้ และมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปี 2563/64 มีพื้นที่ปลูก 6.31 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) 85% อยู่ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีพื้นที่ปลูกสูงสุด (1.39 ล้านไร่) ตามด้วยจังหวัดกระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช และประจวบคีรีขันธ์ ตามลำดับ (1.17, 1.04, 0.66 และ 0.16 ล้านไร่ ตามลำดับ) แต่เนื่องจากปี พ.ศ. 2552-2554 โลกมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญา ประเทศไทยเกิดสภาวะแห้งแล้ง (พ.ศ. 2553-2554) เกิดน้ำท่วมขัง (มีนาคม 2554) (และในปี พ.ศ. 2558 ภาคใต้มีอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย สูงขึ้นจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างปี 2524-2558 เท่ากับ 0.53, 0.22 และ 0.48 องศาเซลเซียส (ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) ซึ่งส่งต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน ทำให้ผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

ลดลง โดยปี พ.ศ. 2554 ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลง (0.01 ล้านตัน) จากปี 2553 8-50% ส่งผลให้มีผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์ในประเทศ ซึ่งต้องการใช้เพื่อการบริโภค 0.89 ล้านตัน และผลิตไบโอดีเซล 0.37 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556)

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อปริมาณปาล์มน้ำมันในระบบการผลิตและใช้ประโยชน์ปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ตั้งแต่ผู้ผลิตหรือเกษตรกร ผู้จำหน่ายปัจจัยการผลิต ตลาดรับซื้อรายย่อย รายใหญ่ และอุตสาหกรรมแปรรูป เป็นต้น ฉะนั้น การศึกษาลักษณะการตอบสนองของปาล์มน้ำมันทั้งปริมาณผลผลิตและปริมาณน้ำมัน รวมทั้งการหารูปแบบการคาดการณ์ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต่อลักษณะอากาศ จะเป็นองค์ความรู้และเป็นเครื่องมือสำคัญให้กับเกษตรกรสำหรับการวางแผนการจัดการผลิตปาล์มน้ำมันของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ของภาคอุตสาหกรรมให้มีความต่อเนื่องได้ เป็นส่วนหนึ่งในการผลักดันและสนับสนุนแผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ปี พ.ศ. 2560-2579 ของประเทศ เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางด้านอาหารและพลังงานของประเทศได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1 ได้ข้อมูลการให้ปริมาณผลผลิตของปาล์มน้ำมันต่อสภาพอากาศในรอบปีของเขตพื้นที่ปลูกสำคัญภาคใต้ตอนบน

2 ได้ข้อมูลการให้ปริมาณน้ำมันปาล์มต่อสภาพอากาศในรอบปีของเขตพื้นที่ปลูกสำคัญภาคใต้ตอนบน

3 ได้แบบจำลองสำหรับการคาดคะเนการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของพื้นที่ปลูกภาคใต้ตอนบน

3. วิธีการวิจัย

โครงการความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน ทำการวิจัยแบบ บรูณาการณ์ระหว่าง ***เกษตรกรในพื้นที่*** คือ เจ้าของแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของผลผลิต ***หน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา*** ซึ่งเป็นแหล่งสนับสนุนข้อมูลสภาพอากาศสำหรับการประมวลผลอากาศกับผลผลิตปาล์มน้ำมัน และ ***หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตร*** คือ สำนักผู้เชี่ยวชาญ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 ซึ่งเป็นผู้ประสานข้อมูลผลผลิตจากเกษตรกรและข้อมูลอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม R (R Core team, 2020) ข้อมูลสภาพอากาศ และผลผลิตปาล์มน้ำมันในการศึกษานี้ ได้รวบรวมข้อมูลของ 3 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากเป็น 3 ลำดับแรกของประเทศ เริ่มบันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิตทะลายสดและปริมาณน้ำมันต่อทะลายเป็นระยะเวลา 5 ปี ระหว่างปี 2559 – 2564 รวบรวมข้อมูลอากาศระหว่างปี 2557 ถึง 2564 และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ค่าเฉลี่ย ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศกับผลผลิตปาล์มน้ำมัน

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1.1ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 ของ 3 จังหวัด คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และกระบี่ (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2564)

2. คัดเลือกและทำเครื่องหมายต้นปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ 3 จังหวัดๆ ละ 30 ต้น สำหรับการบันทึกข้อมูล

3. บันทึกข้อมูลการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน คือ ปริมาณผลผลิต ปริมาณน้ำมัน

4. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนทางสถิติ รีเกรสชันและสหสัมพันธ์ เป็นต้น

5. สรุปและรายงานผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมัน คือ น้ำหนักทะลายสด (fresh fruit bunch; FFB, กิโลกรัมต่อต้น) บันทึกข้อมูลรายต้นตามรอบการเก็บเกี่ยวและคำนวณเป็นปริมาณผลผลิตต่อเดือน

2. ลักษณะภูมิอากาศ คือ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์รายเดือน จากหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณของน้ำมันปาล์มในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ระหว่างปี พ.ศ. 2558-2564 ของ 3 จังหวัด คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และกระบี่ (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2564)

2. คัดเลือกและทำเครื่องหมายต้น ในพื้นที่ 3 จังหวัดๆ ละ 30 ต้น สำหรับการบันทึกข้อมูล

3. เก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันสุกจากต้นคัดเลือกๆ ละ 1 ทะลาย ทุก 4 เดือน (เม.ย., ส.ค. และ ธ.ค.) และจัดทำองค์ประกอบทะลายและสกัดน้ำมัน ด้วยวิธี soxhlet extraction

4. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนทางสถิติ รีเกรสชัน เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

5. สรุปและรายงานผลการทดลอง

-การบันทึกข้อมูล

1. ปริมาณน้ำมันปาล์ม คือ ปริมาณน้ำมันต่อทะลาย (oil to bunch; O/B, %)

2. ลักษณะภูมิอากาศ คือ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และความชื้นสัมพัทธ์รายเดือน จากหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาการเกษตร

การทดลองที่ 3.1 การใช้แบบจำลองพืชเพื่อคาดคะเนการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 ของ 3 จังหวัด คือ ชุมพร สุราษฎร์ธานี และกระบี่ (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2564)

2. รวบรวมข้อมูลผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันและน้ำมันต่อทะลาย จากการทดลองที่ 1.1 และการทดลองที่ 2.1

3. นำข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2563 มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อลักษณะภูมิอากาศ (พ.ศ. 2558-2563) และหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อสภาพภูมิอากาศเบื้องต้น

4. ทำการบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายสดและปริมาณน้ำมันต่อทะลายจากต้นบันทึกข้อมูลจากการทดลองที่ 1.1 เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของสมการความสัมพันธ์ข้างต้น

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย เป็นต้น

6. สรุปและรายงานผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมัน คือ น้ำหนักทะลายสด (FFB; กิโลกรัมต่อต้น) บันทึกข้อมูลรายต้นตามรอบการเก็บเกี่ยวและคำนวณเป็นปริมาณผลผลิตต่อเดือน

2. ปริมาณน้ำมันปาล์ม คือ ปริมาณน้ำมันต่อทะลาย (O/B; %)

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

1. ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

จากการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศ จำนวน 6 ลักษณะ คือ อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส/ปี) อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียสต่อปี) อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียสต่อปี) ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี) จำนวนวันฝนตก (วัน/ปี) และความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์) ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน เฉลี่ย 8 ปี (2557-2564) จากกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างจังหวัด ของทุกลักษณะยกเว้นจำนวนวันฝนตก โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมสูงสุด และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อปีสูงที่สุด (35.67 องศาเซลเซียส 21.68 องศาเซลเซียส และ 83.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) จังหวัดกระบี่มีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกสะสมต่อปีมากที่สุด (2,138.66 มิลลิเมตร และ 170.62 วัน ตามลำดับ) ส่วนจังหวัดชุมพรมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 27.43 องศาเซลเซียส เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรายปี พบว่า มีแตกต่างทางสถิติระหว่างปีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับลักษณะอากาศอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะปริมาณน้ำฝนสะสมต่อปีและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อปี แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับลักษณะอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และจำนวนวันฝนตก โดยในปี พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุด (35.42, 22.08 และ 27.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) และในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณน้ำฝนสะสม จำนวนวันฝนตกสะสม และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด (2,277.33 มิลลิเมตร 180.33 วัน และ 83.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

เมื่อตรวจสอบลักษณะอากาศรายเดือนในรอบปี ของ 3 จังหวัด (สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร) พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม มีค่ามากกว่า 150 มิลลิเมตรต่อเดือน จำนวนวันฝนตกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน มีมากกว่า 15 วันต่อเดือน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม สูงมากกว่า 35 องศาเซลเซียสต่อเดือน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยช่วงเดือนมีนาคมถึงธันวาคม สูงกว่า 20 องศาเซลเซียสต่อเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม สูงกว่า 27.50 องศาเซลเซียสต่อเดือน และความชื้นสัมพันธ์ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมกราคม สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน

2. ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

จากการคัดเลือกพื้นที่และต้นบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน คือ ผลผลิตทะลายสด (fresh fruit bunch: FFB; กิโลกรัมต่อต้น) และจำนวนทะลาย (bunch number: BNO; ทะลายต่อต้น) ระหว่างปี พ.ศ. 2559 ถึง 2564 พบว่า ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันระหว่างจังหวัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยน้ำหนักทะลายสดและจำนวนทะลายต่อต้นต่อปีของจังหวัดกระบี่มีมากที่สุด (294.44 กิโลกรัม และ 17.32 ทะลาย ตามลำดับ) และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างปีบันทึกข้อมูล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมี

กรมวิชาการเกษตร

นัยสำคัญยิ่งระหว่างปีบันทึกข้อมูล โดยปี พ.ศ. 2562 มีผลผลิตทะลายสดและจำนวนทะลายต่อต้นสูงที่สุด (325.28 กิโลกรัม และ 19.47 ทะลาย ตามลำดับ) และปี พ.ศ. 2559 มีผลผลิตต่ำสุด คือ 196.32 กิโลกรัม และ 13.43 ทะลาย ตามลำดับ

เมื่อทำการวิเคราะห์การให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันรายเดือนในรอบ 6 เดือน พบว่า ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนให้น้ำหนักทะลายสดต่อต้นต่อเดือนสูงกว่า 15 กิโลกรัม ยกเว้นเดือนเมษายน (13.71 กิโลกรัม) และเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตสูงกว่า 28 กิโลกรัมต่อต้นต่อเดือน (34.04 และ 28.86 กิโลกรัม ตามลำดับ) และจำนวนทะลายต่อต้นต่อเดือน พบว่า ทุกเดือนให้จำนวนทะลายมากกว่า 1 ทะลาย ยกเว้นเดือนเมษายน (เฉลี่ย 0.78 ทะลาย) และเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมปาล์มน้ำมันให้จำนวนทะลายสูงกว่า 1.5 ทะลายต่อต้นต่อเดือน (1.88 และ 1.76 ทะลาย ตามลำดับ)

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณของน้ำมันปาล์มในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 ถึง 2564 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังการทดลองที่ 1.1 และจากการคัดเลือกพื้นที่และต้นปาล์มน้ำมันเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสำหรับการสกัดน้ำมัน ด้วยวิธีการ soxhlet (Za *et al*., 2011) ระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึง 2564 โดยแต่ละปีทำสกัดน้ำมันปีละ 3 ครั้ง ทุก 4 เดือน คือ เดือนเมษายน สิงหาคม และธันวาคม พบว่า ปริมาณน้ำในต่อทะลาย (oil to bunch: O/B; %) ระหว่างจังหวัดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีมี O/B สูงที่สุด คือ 27.18% และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปีทดลอง โดยปริมาณน้ำมันต่อทะลายของปี พ.ศ. 2560 และ 2561 มีมากที่สุด (28.73% และ 28.81% ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณน้ำมันต่อทะลายของปี พ.ศ. 2563 และ 2564 มีต่ำที่สุด คือ 24.47% และ 24.70% ตามลำดับ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 ของแต่ละช่วงเดือนทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมี O/B ระหว่าง 26.63% ถึง 27.12%

การทดลองที่ 3.1 การใช้แบบจำลองพืชเพื่อคาดคะเนการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

จากการบันทึกข้อมูลผลผลิต (FFB; กิโลกรัม/ต้น) ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร จังหวัดละ 30 ต้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึง 2563 และรวบรวมข้อมูลลักษณะอากาศ จำนวน 6 ลักษณะอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนต่อเดือน (มิลลิเมตร) จำนวนวันฝนตกต่อเดือน (วัน) อุณหภูมิสูงสุดต่อเดือน (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดต่อเดือน (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือน (องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพันธ์ต่อเดือน (เปอ ร์เซ็นต์) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง 2563 เมื่อนำผลข้อมูลผลผลิตวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศ ได้ผลดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

1. ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ลักษณะอากาศ 1 ปี ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 ปี พบความสัมพันธ์ลักษณะอากาศกับผลผลิตของ 4 ปีเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ ปี พ.ศ. 2559, 2560, 2562 และ 2563 โดยแต่ละปีมีความสัมพันธ์ดังนี้

ปี พ.ศ. 2559 จำนวนวันฝนตก (x) ของปี พ.ศ. 2557 มีอิทธิพลทางบวกกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = 7.8606+0.6497x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 28.09 เปอร์เซ็นต์ ..... สมการที่ 1

ปี พ.ศ. 2560 ปริมาณฝนตกต่อเดือน (x) ของปี พ.ศ. 2558 มีอิทธิพลทางบวกกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = 4.9658+0.1169x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 55.74 เปอร์เซ็นต์ ..... สมการที่ 2

ปี พ.ศ. 2562 ปริมาณฝนตกต่อเดือน (x) ของปี พ.ศ. 2560 มีอิทธิพลทางบวกกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = 17.7730+0.0492x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 27.18 เปอร์เซ็นต์ ..... สมการที่ 3

ปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิสูงสุดต่อเดือน (x) ของปี พ.ศ. 2561 มีอิทธิพลทางลบกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = (-246.4400)+7.7010x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 57.54 เปอร์เซ็นต์ ..... สมการที่ 4

2. ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ลักษณะอากาศเฉลี่ย 2 ปี ก่อนปีเก็บเกี่ยวผลผลิต

พบความสัมพันธ์ลักษณะอากาศกับผลผลิตของ 2 ปีเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ ปี พ.ศ. 2560 และ 2563 โดยแต่ละปีมีความสัมพันธ์ ดังนี้

ปี พ.ศ. 2560 ปริมาณฝนตกต่อเดือน (x) เฉลี่ยของปี พ.ศ. 2558 และ 2529 มีอิทธิพลทางบวกกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = 2.997+0.1291x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 56.08 เปอร์เซ็นต์ .....สมการที่ 5

ปี พ.ศ. 2563 อุณหภูมิสูงสุดต่อเดือน (x) เฉลี่ยของปี พ.ศ. 2561 และ 2562 มีอิทธิพลทางลบกับผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อเดือน (y) ดังสมการ y = (-166.31)+5.3646x ซึ่งสมการนี้สามารถอธิบายผลได้ (R^2) 51.91 เปอร์เซ็นต์ .....สมการที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอากาศรายปีต่อการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน ปี พ.ศ. 2559 ถึง 2563 ได้นำสมการมาข้างต้นมาตรวจสอบประสิทธิภาพการคาดการณ์กับการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

โดยนำสมการ 1-6 มาคาดการณ์ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 ได้ดังนี้

สมการที่ 1 y = 7.8606+0.6497x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ จำนวนวันฝนตกต่อเดือน (วัน) เฉลี่ย 1 ปี ก่อนการเก็บ 2 ปี

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = 7.8606+(0.6497x12.33) = 15.87 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 190.45 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สมการที่ 2 y = 4.9658+0.1169x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ ปริมาณฝนต่อเดือน (มิลลิเมตร) เฉลี่ย 1 ปีก่อนการเก็บ 2 ปี

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = 4.9658+(0.1169x124.21) = 19.48 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 233.83 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สมการที่ 3 y = 17.7730+0.0492x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ ปริมาณฝนต่อเดือน (มิลลิเมตร) เฉลี่ย 1 ปีก่อนการเก็บ 2 ปี

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = 17.7730+(0.0492x124.21) = 23.88 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 286.60 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สมการที่ 4 y = (-246.4400) + 7.7010x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ อุณหภูมิสูงสุดต่อเดือน (องศาเซลเซียส) เฉลี่ย 1 ปีก่อนการเก็บ 2 ปี

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = (-246.4400) + (7.7010x35.40) = 26.17 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 314.10 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สมการที่ 5 y = 2.997+0.1291x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ ปริมาณฝนต่อเดือน (มิลลิเมตร) เฉลี่ย 2 ปี ก่อนการเก็บเกี่ยว

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = 2.997+(0.1291x146.77) = 21.94 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 263.34 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สมการที่ 6 y = (-166.31)+5.3646x โดย y คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน (กิโลกรัม) และ x คือ อุณหภูมิสูงสุดต่อเดือน (องศาเซลเซียส) เฉลี่ย 2 ปีก่อนการเก็บเกี่ยว

ผลการคาดคะเน ผลผลิตทะลายสด ปี พ.ศ. 2564 = (-166.31)+(5.3646x35.41) = 23.65 กิโลกรัม/ต้น/เดือน หรือ 283.80 กิโลกรัม/ต้น/ปี

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อบันทึกข้อมูลผลผลิตทะลาย ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร ตามรอบการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ ระหว่างเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่า ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน ระหว่าง 3 จังหวัด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของภาคใต้ตอนบน เท่ากับ 253.63 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างจากผลการคาดการณ์ผลผลิตของ 6 สมการ พบว่า สมการที่ 5 คือ ผลผลิตทะลายสดต่อเดือน = 2.997+((0.1291)x(ปริมาณฝนต่อเดือน เฉลี่ย 2 ปีก่อนการเก็บเกี่ยว)) มีค่าใกล้เคียงกับการให้ผลผลิตปี พ.ศ. 2564 มากที่สุด

อภิปรายผล

ผลการรวบรวมข้อมูลลักษณะอากาศใน 3 จังหวัด (สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร) เขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 พบว่า อยู่ในพื้นที่ปัจจัยจำกัดปานกลางถึงน้อย (Corley and Tinker, 2016 ; สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7, 2561) จะมีช่วงเวลาวิกฤต คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 มิลลิเมตร ซึ่งจำเป็นต้องมีปริมาณน้ำมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน จึงจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) ซึ่ง Woittiez, et al. (2017) กล่าวว่าปาล์มน้ำมันช่วงระยะวิกฤตที่สำคัญต่อพัฒนาการการเกิดทะลายถึง 3 ช่วง คือ 1. ช่วงเดือนที่ 29-20 ก่อนเก็บเกี่ยวจะเป็นช่วงที่ปาล์มน้ำมันกำหนดหรือเลือกเพศ (sex differentiation) เป็นช่อดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียหรือดอกกะเทย ช่วงที่ 2 เดือนที่ 12-8 ก่อนเก็บเกี่ยว หรือเดือนที่ 27-32 หลังดอกบาน จะเป็นช่วงที่ดอกสามารถแท้ง (inflorescence abortion) คือ ช่อดอกตัวเมียเกิดการแห้งไม่พัฒนาการต่อเป็นทะลาย และช่วงที่ 3 ช่วง 1-2 สัปดาห์ หรือ 2-4 เดือนหลังจากดอกบาน ทะลายฝ่อ (bunch failure) ทะลายไม่พัฒนาต่อเป็นทะลายสุก Corley and Tinker (2016) กล่าวว่าทะลายฝ่อเกิดจากการขาดน้ำและแสงไม่เพียงพอ ซึ่งผลจากการตรวจสอบลักษณะอากาศในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน พบว่าปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และอุณหภูมิสูงสุด ส่งผลกระทบหรือมีอิทธิพลกับปริมาณทะลายสดปาล์มน้ำมัน ให้ผลสอดคล้องกับรายงานข้างต้น ฉะนั้น การจัดการน้ำให้มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อต้นต่อปีให้เหมาะสมต่อเนื่องจากมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะพัฒนาการการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต้องใช้ระยะเวลายาวนานหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อเนื่อง ซึ่งการให้ผลผลิตปาล์มยังต้องคำนึงถึงการส่งเสริมพัฒนาการทางลำต้นด้วย คือ การเกิดทางใบใหม่ตั้งแต่ 40 เดือนก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเพราะช่อดอกเกิดที่ตำแหน่งของโคนทางใบด้านในที่ติดกับลำต้น หรือกล่าวได้ว่าทุกทางใบมีจุดกำเนิดช่อดอก

สภาวะอากาศที่เหมาะสมของเขตพื้นที่ปลูกสำคัญของภาคใต้ตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในระยะวิกฤตน้อยของช่วงปี พ.ศ. 2557-2564 นี้ จึงส่งผลให้ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ให้มีปริมาณผลผลิตสูง เฉลี่ย 269.51 กิโลกรัม/ต้น/ปี หรือประมาณ 5,929 กิโลกรัมต่อไร่ และจำนวนทะลายต่อปี 15.46 ทะลาย/ต้น ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน SIRIM (MS 157:2005) ของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า

กรมวิชาการเกษตร

(Department of Standards Malaysia, 2005) คือ มากกว่า 160 กิโลกรัม/ต้น/ปี และมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร (2548) คือ จำนวนทะลายต่อปีมากกว่า 6 ทะลาย/ต้น โดยปีที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงสุดคือปี พ.ศ. 2562 ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนก่อนหน้าการเก็บเกี่ยวผลผลิต 2-2.5 ปี หรือประมาณ 29-20 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว (ปี พ.ศ. 2559-2561) คือ 1,857.80, 2,277.33 และ 1,947.40 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์พื้นที่ที่มีเสถียรภาพเหมาะสมต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน (1,700-2,000 และ 2,500-3000 มิลลิเมตร/ปี) ถึงเหมาะสมสูง (2,000-2,500 มิลลิเมตร/ปี) ตามการแบ่งเขตพื้นที่น้ำฝนที่เหมาะสมต่อการผลิตปาล์มน้ำมันของ Paramananthan *et al.* (2000)

การให้ผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันซึ่งสกัดได้จากชั้นเปลือกนอก (mesocarp) ด้วยวิธีการ soxhlet ในช่วงปี พ.ศ.2560 ถึง 2564 ให้ปริมาณน้ำมันต่อทะลายอยู่ในเกณฑ์สูงเฉลี่ย 26.80% สูงตามเกณฑ์มาตรฐาน SIRIM (MS 157:2005) ของการผลิตลูกผสมเทเนอร่า คือ ต้องมากกว่า 24% และนอกจากนี้ยังพบว่าการให้น้ำมันต่อทะลายทุกๆ 4 เดือน มีผลใกล้เคียงกัน ทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศในรอบปี โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก และอุณหภูมิ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 (2561) ได้รายงานช่วงระยะเวลาการสะสมน้ำมันในช่วงการพัฒนาทะลายปาล์มน้ำมันว่าปาล์มน้ำมันจะมีการสะสมปริมาณน้ำมันชั้นเปลือกนอกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 15 หลังติดผล และปาล์มน้ำมันสุกแก่เต็มที่ที่สัปดาห์ที่ 23 หลังติดผล และตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5702-2562 ทะลายปาล์มน้ำมัน ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2563) ได้แบ่งชั้นคุณภาพทะลายเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นพิเศษ (extra class) จะมีสัดส่วนน้ำมันต่อทะลาย (oil to bunch: O/B) มากกว่า 26% หรืออัตราการสกัดน้ำมัน (oil extraction rate: OER) มากกว่า 22% ชั้นหนึ่ง (class I) ต้องมี O/B มากกว่า 23% และ OER มากกว่า 20%-22% และชั้นสอง (class II) ให้มี O/B มากกว่า 21%-23% และ OER มากกว่า 18%-20% และได้กำหนดขั้นต่ำของปริมาณน้ำมันต่อทะลายปาล์มสำหรับการเก็บเกี่ยวคือต้องเป็นทะลายปาล์มสุกเต็มที่ (fully ripe bunch) หรือมีจำนวนผลร่วงจากทะลายอย่างน้อย 10 ผล/ทะลาย ณ จุดรับซื้อ หรือสังเกตุผลร่วงหล่นจากทะลายถึงโคนต้น อย่างน้อย 5 ผลต่อทะลาย และ/หรือทะลายปาล์มสุก (ripe bunch) คือต้องมีจำนวนผลร่วงน้อยกว่า 10 ผลต่อทะลาย ณ จุดรับซื้อ หรือร่วงหล่นจากทะลายถึงโคนต้น 1-4 ผลต่อทะลาย ซึ่งสะดวกในการสังเกตของผู้ปฏิบัติงาน จากมาตรฐานลักษณะทะลายขั้นต่ำที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเทียบได้กับพัฒนาการของทะลาย ในสัปดาห์ที่ 20-21 สัปดาห์หลังติดผล (ผลปาล์มน้ำมันพัฒนาได้สมบูรณ์แล้วร้อยละ 85 ของทะลาย) หรือ 5-6 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว หรือ 1-1.5 เดือนก่อนเก็บเกี่ยว ดังนั้น ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนต่อความผันแปรปริมาณน้ำมันต่อทะลายจึงเกิดขึ้นต่ำ เพราะให้ผลทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการผลการทดลองที่ 1.1 และ 1.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อลักษณะอากาศในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบสูงต่อผลผลิตทะลายสด โดยเฉพาะอย่างยิ่งอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนต่อปี ซึ่งเป็นไปในทิศทางบวก ถ้าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร/ปี ก็จะส่งผลให้น้ำหนักทะลายสดเปลี่ยนแปลง 1 กิโลกรัม/ต้น/

กรมวิชาการเกษตร

ปี และหากใช้สูตรการคาดคะเน น้ำหนักทะลายสด = 2.997 + (0.1291 x ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปีก่อนเก็บเกี่ยว) จะช่วยคาดคะเนผลผลิตได้แม่นยำถึง 56.08% สำหรับพื้นที่การผลิตภาคใต้ตอนบน ที่มีสภาพอากาศผันแปรเช่นเดียวกับช่วงปี พ.ศ. 2557-2564 เท่านั้น การคาดคะเนที่แม่นยำจะช่วยให้เกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์สามารถวางแผนการจัดการเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเมื่อมีการตามแนวทางการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เป็นเลิศ (oil palm best management: BMP) ซึ่งประกอบด้วย การจัดการพื้นที่ปลูก การจัดการสวน การจัดการธาตุอาหาร การจัดการศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ถูกต้อง รวมถึงการใช้ต้นกล้าพันธุ์ปาล์มจากแปลงเพาะกล้าที่ผ่านการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร จะส่งผลกระทบให้การผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันสูงเต็มศักยภาพพันธุ์และเกิดความยั่งยืนในการทำสวน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้อย่างแท้จริง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 ปี พ.ศ. 2560 พื้นที่ภาคใต้ตอนบนมีปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์สูง (2,277.33 มิลลิเมตร/ปี และ 83.89% ตามลำดับ) แต่ปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุด คือ 1,490 มิลลิเมตร/ปี และ 81.30% ตามลำดับ

2. ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2564 ปี พ.ศ. 2562 ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนมีผลผลิตทะลายสูง ให้น้ำหนักทะลายสดเฉลี่ย 325.28 กิโลกรัม/ต้น/ปี และจำนวนทะลายเฉลี่ย 19.47 ทะลาย/ต้น/ปี แต่ปี พ.ศ. 2559 ให้น้ำหนักทะลายสด และจำนวนทะลายต่ำที่สุด (196.32 กิโลกรัม/ต้น/ปี และ 13.43 ทะลาย/ต้น/ปี ตามลำดับ)

3. สภาพอากาศในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2564 มีผลต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลายอยู่ในช่วง 24.70% - 28.81% สูงสุดในปี พ.ศ. 2560 และ 2561 (28.73% และ 28.81% ตามลำดับ) และต่ำสุดในปี พ.ศ. 2563 และ 2564 (24.77% และ 24.70% ตามลำดับ)

4. สมการ FFB (กิโลกรัม/ต้น/ปี) = 2.997 + (0.1291xปริมาณน้ำฝนต่อเดือนของ 2 ปีเฉลี่ยก่อนเก็บเกี่ยว) มีความแม่นยำร้อยละ 56.08 สำหรับการคาดคะเนการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนล่วงหน้า 2 ปี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดทำฐานข้อมูลผลความผันแปรของน้ำหนักทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อสภาพอากาศรายพันธุ์การค้าและช่วงวิกฤตของสภาพอากาศ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการเลือกพันธุ์ปลูกให้เหมาะสมกับเขตอากาศในพื้นที่

กรมวิชาการเกษตร

เป็นข้อมูลสำหรับการเพิ่ม/ลดวิธีการจัดการสวนที่มีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกร และเพื่อปรับกลยุทธการใช้ประโยชน์ของภาคอุตสาหกรรม เมื่อเกิดสภาพอากาศวิกฤตรุนแรงได้ทันท่วงที

2. ควรจัดทำฐานข้อมูลผลความผันแปรของปริมาณน้ำมันต่อสภาพอากาศจำกัดแบบละเอียดหรือตรวจสอบทุก 2 เดือน ซึ่งใกล้เคียงกับระยะการสร้างน้ำมันของทะลาย เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตและการใช้ประโยชน์รองรับการเกิดสภาพอากาศวิกฤตรุนแรงได้ทันท่วงที

3. ควรมีการวิจัยสร้างเครื่องมือการคาดคะเนการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันแบบเฉพาะเจาะจงต่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเพิ่ม และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือเดิมอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความมั่นใจและทางเลือกให้กับผู้ใช้ประโยชน์

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 4

วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

Water Footprint of Economic Crops Production Research and Development

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน รัชนี ฉัตรบรรยงค์ ปาริชาติ พจนศิลป์ อัมพิกา ปุนนจิต

ศิริพร วรกุลดำรงชัย อรวินทินี ชูศรี วิโรจน์ โหราศาสตร์ ปัญจพร เลิศรัตน์

Vichanee Ormzubsin Ratchanee Chatbanyong Parichart Potchanasin Ampika Punnajit

Siriporn Vorakuldumrongchai Orwintinee Choosri Wirot Horasat Panjaporn Lertrat

คำสำคัญ (Key words) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ การผลิตพืช ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟ ข้าวโพด

Water footprint, crop production, oil palm, cassava, coffee, corn

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟและข้าวโพด เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตพืชเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ประกอบด้วย 5 กิจกรรม 1. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงาน แหล่งผลิตต้นกล้า 7 หน่วยงาน ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2561 โดยสำรวจ สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าทุกขั้นตอนในแต่ละรอบต่อเนื่อง 3 ปี (3 รอบการผลิต) พบว่า หน่วยงาน D ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (เฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) การผลิตเมล็ดงอกน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ด ส่วนหน่วยงาน K ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันน้อยสุด 0.13–0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.08-0.09 0.04–0.10 และ 0.00 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ 8 จังหวัดได้แก่ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2562 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคใต้พบว่าระนองมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 380 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ระนองมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 567.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสตูลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,167.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก 4

จังหวัดได้แก่ ตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างตุลาคม 2559-กันยายน 2563 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก พบว่า ชลบุรีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 835 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ตราดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 811.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และชลบุรีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,035.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 จังหวัดได้แก่ หนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี ระหว่างตุลาคม 2559-กันยายน 2563 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า อุบลราชธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 859 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี หนองคายมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 739.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และอุดรธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 2,187.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ 6 จังหวัดได้แก่ เชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ระหว่างตุลาคม 2560-กันยายน 2564 ความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมันพบว่า อุทัยธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 1,403 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ปทุมธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 621 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสุโขทัยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคต่างๆ คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การให้น้ำตามความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน และการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน 2. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน ดำเนินการ 119 แปลง 13 จังหวัด พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการผลิตอ้อยมีค่า 25.9-195.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สาเหตุของความแตกต่างมาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่มีค่าสูง 5.0-38.8 ตันต่อไร่ ดังนั้นการจัดการแปลงที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตสูงและทำให้อ้อยใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน 6 สถานที่ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ปลูกอ้อย 3 พันธุ์ และ 3 วันปลูกให้น้ำ 24 มิลลิเมตรทุก 14 วัน พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยเฉลี่ย 93.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ค่าต่ำสุด 35.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่วันปลูกที่ 1 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และสูงสุด 243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ K95-84 ที่วันปลูกที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ซึ่งการให้น้ำส่งผลให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น และขึ้นอยู่กับพันธุ์ วันปลูกและสถานที่ปลูก ค่าการใช้น้ำต่อตันอ้อยมีความแปรปรวนสูง 3. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน ตามพื้นที่ที่ให้น้ำต่างกัน 3 ระดับคือ ให้น้ำไม่จำกัด (นครราชสีมา) ให้น้ำจำกัด (กำแพงเพชร) และอาศัยน้ำฝน (ระยอง) คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 2 รอบการผลิต (ตุลาคม 2558-กันยายน 2560) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าเฉลี่ย 147-366 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 0-21 และ 29-97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ เมื่อแยกตามการให้น้ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ให้น้ำไม่จำกัด ให้น้ำจำกัด และอาศัยน้ำฝนมีค่า มีค่า 211 224 และ 301 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ การให้น้ำช่วงเหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้วอ

กรมวิชาการเกษตร

เตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกันแม้ปลูกในพื้นที่เดียวกัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ฤดูกาลผลิต 2560/61-2563/64 ใน 26 จังหวัดพบว่า ส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ช่วงปลูกมีนาคม-พฤษภาคม ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 4.1 ตันต่อไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตันต่อไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตันต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 268 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 และ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงสุดที่พิษณุโลกและต่ำสุดที่อุดรธานี 373 และ 138 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ศึกษาใน 3 โรงงานคือ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว ปี 2563-2564 พบว่า การแปรรูปแป้งดิบ 1 ตัน ใช้หัวสด 4.35-4.55 ตัน ขั้นตอนล้างหัวสดใช้ปริมาณน้ำสูงสุดร้อยละ 57-71 ของน้ำทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า มีค่า 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ เมื่อวิเคราะห์รวมกับผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ 4. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในจังหวัดกระบี่ ตรัง ชลบุรี และสกลนคร ระหว่างตุลาคม 2560-กันยายน 2562 พบว่า ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 3.43-6.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดมีค่า 3.34-6.62 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มมีค่า 4,309-6,437 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน ระหว่างตุลาคม 2561-กันยายน 2562 พบว่า สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมเฉลี่ย 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 3.16 และ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 5. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา 3 จังหวัด ชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2559-2560 พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาเฉลี่ย 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาในสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด ดังนั้นแนวทางลดปริมาณการใช้น้ำ ควรเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบให้น้ำให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา ดำเนินการในพื้นที่อำเภอแม่วาง สะเมิง และดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอ

กรมวิชาการเกษตร

เมือง เวียงป่าเป้า แม่สรวย และเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ปีการผลิต 2562/63–2563/64 ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา พบว่า จังหวัดเชียงราย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 8.08 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 5.65 0 และ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจังหวัดเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 7.06 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ 6. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน ที่ให้น้ำ 6 ระดับ IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 พบว่า การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 และ 0.8 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 และ 38 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) ตามลำดับ การผลิตข้าวโพดหวานแปลงเกษตรกร ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็น กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 776 และ 0.010 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ให้น้ำต่างกัน 6 ระดับ 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เท่า พบว่า การให้น้ำที่อัตรา 1.0 และ 0.8 มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 103 และ 93 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนแปลงเกษตรกรพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 5,074 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 95 4,979 และ 0.018 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 137 รายใน 3 จังหวัด ได้แก่ ตาก น่าน และเพชรบูรณ์ ระหว่าง ตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดตาก น่าน และเพชรบูรณ์มีค่า 212 220 และ 311 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดำเนินการในแปลงเกษตรกร 135 รายใน 3 จังหวัด ได้แก่ ชัยภูมิ นครราชสีมา และเลย ระหว่าง ตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา และเลยมีค่า 243 283 และ 1,088 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยเกษตรกรจังหวัดเลยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ช่วงแล้งหรือปลูกหลังนาจึงส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิและนครราชสีมาที่ปลูกในช่วงฝน 7. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย ดำเนินการใน 2 ภูมิภาค ระหว่าง ตุลาคม 2563-กันยายน 2564 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง ดำเนินการใน 3 โรงงาน ได้แก่ โรงงานไทยอุตสาหกรรมน้ำตาล กาญจนบุรี โรงงานน้ำตาลราชบุรี ราชบุรี และโรงงานน้ำตาลวังขนาย (อู่ทอง) สุพรรณบุรี พบว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.51–1.87 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 5.64–6.74 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดำเนินการใน 3 โรงงาน ได้แก่ โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี อุดรธานี โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ โรงงานน้ำตาลพิมาย นครราชสีมา พบว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 8.64 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.28–2.07 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 4.91–5.96 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Analysis of the water footprint of oil palm seedling production had been conducted between October 2015-September 2018 at Suratthani Oil Palm Research Center and 12 smallholder private sectors of oil palm seedling production in order to analyze water use of germinated seed and seedling production for improving water use efficiency. Surveying, interviewing, and water use data was recorded for three years. The result showed that the rate of water use for germinated seed production was different and the minimum of water use was correspond to the water footprint by 0.20 liters/seed (only Blue Water Footprint value). For seven smallholder private sectors of seedling production, the management with good practice and watering by mini sprinklers was lowest in water use by 0.04–0.74 liters/plant/day and the others were 0.08–24.07 liters/plant/day. For water footprint value, the minimum values was 0.13–0.19 cubic meters/plant obtained from Green water footprint, Blue water footprint and Gray water footprint by 0.08-0.09 0.04–0.10 and 0.00 cubic meters/plant respectively. The different in water footprint is depending on the management of seedling production. The management with good practices enhances water use efficiency.

Water footprint analysis of Southern oil palm production was conducted in 8 provinces which are Surat Thani Krabi Chumphon Nakhon Si Thammarat Phangnga Ranong Trang and Satun between October 2015-September 2019 to analyze water footprint or water consumption per unit of fresh fruit bunch 1 ton. For the allocation and utilization of water for oil palm production efficiently and sustainably. The calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Ranong province has the highest irrigated water requirement 380 mm $year^{-1}$, followed by Trang Krabi Satun Phangnga Chumphon Surat Thani and Nakhon Si Thammarat have irrigated water requirement 350 290 283 264 231 217 and 153 mm $year^{-1}$ respectively. For water footprint, the result showed that Ranong province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 567.0 m^3 ton^{-1}, followed by Nakhon Si Thammarat Trang Surat Thani Phangnga Krabi and Chumphon 624.7 798.8 805.5 842.0 845.8 979.2 m^3ton^{-1} respectively, and the Satun province has the lowest water efficiency 1,167.7 m^3 ton^{-1}. The main factors that have an effect on water footprint are oil palm age, precipitation efficient, Irrigation according to irrigated water requirement and nutrient management for oil palm production.

Water footprint analysis of Eastern and Western oil palm production was conducted in 4 provinces which are Trat Chon Buri Kanchanaburi and Prachuap Khiri Khan between October 2016-

กรมวิทยาศาสตร์

September 2020 to analyze water footprint or water consumption per unit of fresh fruit bunch 1 ton. For the allocation and utilization of water for oil palm production efficiently and sustainably. The calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Chon Buri province has the highest irrigated water requirement 835 mm $year^{-1}$, followed by Prachuap Khiri Khan Kanchanaburi and Trat have irrigated water requirement 804 641 and 328 mm $year^{-1}$ respectively. For water footprint, the result showed that Trat province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 811.8 m^3 ton^{-1}, followed by Prachuap Khiri Khan Kanchanaburi and Chon Buri 972.3 1,016.7 and 1,035.8 m^3ton^{-1} respectively. The main factors that have an effect on water footprint are oil palm age, precipitation efficient, Irrigation according to irrigated water requirement and nutrient management for oil palm production.

Water footprint analysis of Northeastern oil palm production was conducted in 6 provinces which are Nong Khai Bueng Kan Udon Thani Sakon Nakhon Loei and Ubon Ratchathani between October 2016-September 2020 to analyze water footprint or water consumption per unit of fresh fruit bunch 1 ton. For the allocation and utilization of water for oil palm production efficiently and sustainably. The calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Ubon Ratchathani province has the highest irrigated water requirement 859 mm $year^{-1}$, followed by Udon Thani Nongkhai Sakon Nakhon and Loei have irrigated water requirement 735 649 573 and 524 mm $year^{-1}$ respectively. For water footprint, the result showed that Nong Khai province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 739.4 m^3 ton^{-1}, followed by Loei Ubon Ratchathani Bueng Kan and Sakon Nakhon 1,233.7 1,347.9 1,390.8 and 1,648.4 m^3ton^{-1} respectively, and the Udon Thani province has the lowest water efficiency 2,187.5 m^3 ton^{-1}. The main factors that have an effect on water footprint are oil palm age, precipitation efficient, Irrigation according to irrigated water requirement and nutrient management for oil palm production.

Sugarcane production need the water for producing sugarcane yield. Recently, effect of climate change and increasing of planting area cause to increasing of water used for sugarcane production. So, water management needs to be optimized. This study had analyzed the water footprint of sugarcane to assess the water footprint of sugarcane production under irrigation condition. The experiments were conducted at 6 locations, including Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Khon Kaen Field Crops Research Center, Loei Horticulture Research Center, Mukdahan Agricultural Research and development Center, Kanchanaburi Agricultural Research and development Center and Prachinburi Agricultural Research and development Center.

กรมวิชาการเกษตร

Sugarcane was planted using 3 cultivars- 95-2-213 or KK07-050, K95-84 and KK07-037 and 3 planting dates. Applied water 24 mm every 2 weeks by springer. Weather data, water for irrigation and yield of sugarcane were collected. The results showed that the water footprint had many different values. The average of the water footprint was 93.6 m^3/t. The minimum value was 35.2 m^3/t for sugarcane cultivar KK07-037 with planting date 1 at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. The maximum value was 243.9 m^3/t for cultivar K95-84 with planting date 2 at Prachinburi Agricultural Research and Development Center. This result indicated that irrigated will increase the sugarcane yield but not equal, depending on cultivar planting date and location. Therefore, proper watering in each cultivar and environment will result in efficient water utilization and reduced cost of sugarcane production.

Sugarcane production need the high volume of water for producing sugarcane yield. Recently, effect of climate change and increasing of planting area cause to increasing of water used for sugarcane production. So, water management needs to be optimized. This study had analyzed the water footprint of sugarcane to assess the water footprint of sugarcane production under rainfed condition. The experiment was conducted by observed yield and field management from farmer field in 13 provinces for 119 samples. Field management, weather data and yield of sugarcane were collected. The results showed that the water footprint had many different values ranged from 25.9 - 455.6 m^3/t. The main cause was from the various of sugarcane yield. Therefore, the good management will result in higher yield and more water use efficiency.

Water is importance resource. Due to Climate change, irrigation rapidly need in cassava production, so its risk if not practiced. Water footprint is a tool that measure both direct and indirect water uses. This study use water footprint to assessment cassava production in 3 water management: irrigation area (Nakornratsrima), limited-irrigation area (Kampangpet) and rainfed area (Rayong), one ton of cassava-based product was set as a functional unit from 2 season during 2015-2017. The study show that the averaged water footprint of cassava equals to 147-366 m3/ton comprised of 48-87 % or 92-339 m3/ton green, 0-9 % or 0-21 m3/ton blue and 13-48 % or 29-97 m3/ton grey water footprints. Irrigation area has the low water footprint average 211 m3/ton, while limited-irrigation and rainfed area higher 224 and 301 m3/ton, respectively. Higher yield give low water footprint, optimal time irrigation give higher yield. Variety and planting time shown variability water footprint although in the same farm. Planting in June, water not adequate for crop water used, need irrigation, in water-limited area should irrigate in initial stage of growth combination with optimum planting date. Growing in late rainy season made deficit water during growing period that irrigation required. In limited water resource area, optimum growing period is

better choice and avoided planting in June due to inadequate rainfall for crop water use. In rainfed area, planting in November will lack of water during 3-5 MAP more than January and specific varieties would increase yield.

Analysis of the water footprint of palm oil mill process was investigated the direct and indirect water usage from oil palm plantations. The oil palm plantations as a source for collection date were located in Krabi, Trang, Chon Buri, and Sakon Nakhon province. The experiment was studied from October 2017 to September 2019. It exhibited that the extraction 1 ton of crude palm oil used fresh fruit bunches from 4.05-6.05 ton. The oil extraction rate of mill was in the range of 16.53-24.70 %. In addition, the direct and indirect water usage of palm oil mill process ranged from 3.43-6.91 m^3/ton CPO. An investigated the water footprint values excluded the fresh fruit bunches were from 3.34-6.62 m^3/ton CPO. Moreover, the water footprint values included the fresh fruit bunches were in the range of 4,309-6,437 m^3/ton CPO.

Analysis of the water footprint of palm oil mill process was investigated the direct and indirect water usage from oil palm plantations. The oil palm plantations as a source for collection date were located in Krabi province, including Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited. The experiment was studied from October 2018 to September 2019. It exhibited that the extraction 1 ton of crude palm oil of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited used fresh fruit bunches 5.23 and 5.09 ton, the oil extraction rate of mill was 19.12 and 19.65 %, the direct and indirect water usage was 3.40 and 6.21 m^3/ton CPO, respectively. An investigated the water footprint values excluded the fresh fruit bunches of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited was 3.16 and 6.05 m^3/ton CPO, respectively. Moreover, the water footprint values included the fresh fruit bunches of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited was 5,563 and 5,409 m^3/ton CPO, respectively.

This study investigated the water footprint (WFP) of Robusta coffee productions in main area coffee cultivation as Chumphon, Ranong and Surat-thani Province in the south of Thailand during 2013 - 2017. It was found that the average water footprint of Robusta coffee bean in Thailand was 35.7 m^3/kg. Most of the water footprint (65%) was from the evaporation of rainwater. Surat-thani was the province that used the highest amount of water, which was 51 m^3/kg. And Chumphon was the province that used the lower amount of water, which was 26.5 m^3/kg. Thus, to decrease the amount of water used, we should focus on researching and developing the efficiency water system to increase the crop production.

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ในช่วงที่ผ่านมาประเทศไทยต้องเผชิญหน้ากับสถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบค่อนข้างรุนแรงกับการพัฒนาประเทศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น สภาพภูมิอากาศแปรปรวนโดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝนที่เปลี่ยนแปลงไป ล้วนแต่สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงความมั่นคงทางอาหารและพลังงานของโลกโดยความต้องการพืชพลังงานสินค้าเกษตรและอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มประชากรโลกและการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานในอนาคตประกอบกับความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะน้ำท่วมภัยแล้งการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองไม่คุ้มค่าและปริมาณของเสียที่เพิ่มขึ้นกระทบต่อฐานการผลิตภาคเกษตรอย่างไรก็ตามถึงแม้ประเทศไทยจะมีความมั่นคงด้านอาหาร แต่ต้องมีนโยบาย มาตรการเพื่อควบคุม เฝ้าระวังและลดผลกระทบที่เกิดจากจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและควรมีนโยบายระดับประเทศในการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ เนื่องจากทรัพยากรน้ำที่เคยมีมากเกินพอมีแนวโน้มค่อนข้างจำกัดลง โดยต้องมีการจัดสรรให้มีความสมดุลระหว่างภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน โดยเฉพาะการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นฐานรายได้หลัก รัฐบาลควรมีนโยบายและเร่งรัดให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศและเป็นฐานที่มั่นคงในการพัฒนาประเทศ

United Nations (2011) รายงานว่าการเพาะปลูกพืชจำเป็นต้องใช้น้ำมากโดยปัจจุบันร้อยละ 70 ของน้ำในแม่น้ำและชั้นอุ้มน้ำในโลกถูกนำไปใช้ในภาคการเกษตรและคาดการณ์ว่าในปีพ.ศ. 2658 ความต้องการใช้น้ำจะสูงขึ้นร้อยละ 35-60 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 แต่ปริมาณน้ำที่ใช้สาหรับการเจริญเติบโตของพืชลดลงถึงร้อยละ 50 ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาดังกล่าวได้เกิดขึ้นแล้วในหลายพื้นที่เช่น อินเดียลิเบียและอียิปต์ที่มีการสูบน้ำจากชั้นหินไปใช้ในการเกษตรจนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้นได้อีก ซึ่งหากประเทศไทยจะมีการส่งเสริมให้เกิดการผลิตไบโอดีเซลและเอทานอลเพิ่มมากขึ้นการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน, อ้อยและมันสำปะหลังจะเกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำอย่างมากปริมาณความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูกใหม่จึงจำเป็นต้องมีการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เหมาะสมมากที่สุด

จากผลกระทบในการใช้น้ำของสินค้าและบริการที่เกิดขึ้น และนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น Hoekstra (2011) จึงได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการกระตุ้นหรือการส่งเสริมให้ผู้ใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้นโดยมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตรูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้นคือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint, WF) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้มองเห็นภาพการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำ จากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบ ด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็น

ระบบการเกษตร

ปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยแต่ละประเภทพิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เป็นการคำนวณปริมาณการใช้น้ำจากผลรวมทุกขั้นตอนตลอดห่วงโซ่การผลิตสินค้าและบริการหรือการเพาะปลูกพืช ซึ่งแสดงรายละเอียดสถานที่และระยะเวลาที่เกิดการใช้น้ำอย่างชัดเจน และสามารถนำปริมาณการใช้น้ำที่ได้มาประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงการเพาะปลูกพืชที่มีต่อการใช้ทรัพยากรน้ำได้อีกด้วย เพื่อให้จัดการทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้เข้าใจถึงปัญหาการขาดแคลนน้ำ และมลภาวะทางน้ำได้ดียิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ รวมทั้งการเพาะปลูกพืชทั้งระบบ ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ถูกต้องยังช่วยให้เกษตรกรและผู้วางนโยบายของประเทศสามารถตัดสินใจได้ว่าควรเพาะปลูกพืชชนิดใดเพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มีในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะทำให้การผลิตสินค้าเกษตรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ยังสามารถนำมาใช้ต่อรองราคาการให้บริการด้านสภาพแวดล้อม (ecological services) ของสินค้าแต่ละชนิด และสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความยั่งยืน (sustainability indicator) และช่วยให้ผู้บริโภคตระหนักถึงความสำคัญของการใช้น้ำในการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงการปลูกพืชแต่ละชนิดอีกด้วย

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และเป็นพืช Zero Waste เนื่องจากทุกส่วนของปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด จากศักยภาพที่กล่าวมา ส่งผลให้พื้นที่ให้ผลผลิตในกลุ่มประเทศผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากเดิม 10.34 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2520 เป็น 131.8 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2559 (FAO, 2018) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในอินโดนีเซียและมาเลเซีย (58.3 และ 31.3 ล้านไร่ ตามลำดับ) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปริมาณน้ำฝนสูง และมีการกระจายตัวของฝนดีกว่าประเทศไทย สำหรับประเทศไทยการดำเนินการตามยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันของรัฐบาลที่ต้องการเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้บริโภค/อุปโภคในประเทศ, เป็นแหล่งพลังงานทดแทนแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง และมีการส่งออกบางส่วน จึงมีเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2572 การขยายพื้นที่ปลูกจึงเพิ่มขึ้นมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยปี พ.ศ.2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศเพิ่มเป็น 5.14 ล้านไร่ซึ่งเป็นเนื้อที่ให้ผลผลิต 4.38 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) โดยพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีการขยายตัวจากภาคใต้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เหมาะสมไปสู่ภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยแต่ละพื้นที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันแตกต่างกันไปแล้วแต่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน-การกระจายตัวและสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างมาก จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยปี พ.ศ. 2559 ในเขตภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ กลางและใต้มีค่า 939 1,265 2,183 และ 2,708 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ แต่ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตนอกเหนือจากความเหมาะสมของพื้นที่คือ อายุของต้นปาล์มน้ำมัน โดยแนวโน้มการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุและสูงสุดในช่วงปีที่ 8-12 หลังจากนั้นจะคงที่หรือลดลงแล้วแต่สภาพภูมิอากาศและการจัดการ

กรมวิชาการเกษตร

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า ทั่วโลกประสบกับภาวะโลกร้อน ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในหลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนการขยับเลื่อนของฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งมีค่าสูงขึ้นทุกปีรวมถึงการเปลี่ยนแปลงความถี่และความรุนแรงของสภาวะอากาศ เป็นต้น ส่งผลให้ระบบนิเวศได้รับผลกระทบและมีผลกระทบต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันซึ่งให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ดังนั้นการที่จะให้ปาล์มน้ำมันแสดงออกถึงศักยภาพของพันธุ์ได้อย่างเต็มที่ทั้งการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต การรักษาระดับการให้ผลผลิตสูงได้เป็นเวลานานอย่างยั่งยืน ตลอดถึงการลดต้นทุนการผลิตจึงต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมและคุ้มค่า เช่น มีการจัดการน้ำที่ดี การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณฝนที่น้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเลื่อนของฤดูกาล ฯ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่องในหลายปี (พ.ศ. 2552-2554) โดยบางปีผลผลิตลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยผลกระทบที่ปาล์มน้ำมันได้รับจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับความเครียดของสภาพแวดล้อมที่ปาล์มน้ำมันได้รับ นอกจากกระทบต่อการผลิตพืชแล้ว ยังส่งผลกระทบถึงทรัพยากรน้ำของประเทศไทยที่มีอยู่อย่างจำกัด การจัดการระบบการปลูกพืช หรือการตัดสินใจเลือกพืชที่จะปลูก จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อให้การผลิตพืชมีศักยภาพและต้นทุนไม่สูงจนเกินไป หรือหากพื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง เกษตรกรจะต้องมีเทคโนโลยีการจัดการการผลิตที่เหมาะสมและคุ้มค่าในการลงทุน โดยพืชปลูกต้องให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้เต็มศักยภาพ และที่ผ่านมามีการกล่าวถึงอย่างมากเกี่ยวกับความต้องการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่มีค่าสูง (200-300 ลิตรต่อต้นต่อวัน)ในช่วงแล้ง ประกอบกับการขยายพื้นที่ปลูกที่เพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำใช้ภาคเกษตรที่มีอย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันจึงมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบในการกำหนดนโยบายของรัฐบาลหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่จะกำหนดพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันหรือพืชชนิดอื่นที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับพื้นที่ หรือใช้ในการปรับปรุงการจัดการการผลิตเพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน รวมถึงช่วงอายุของปาล์มน้ำมันและศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

กิจกรรมที่ 2: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีการผลิต 2555/56 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งประเทศ 9.5 ล้านไร่ กระจายอยู่ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันอออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2556) และมีแนวโน้มมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจากนโยบายของรัฐบาลที่จะปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวที่ไม่เหมาะสมมาปลูกอ้อยทดแทน พื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมดปลูกอยู่บนชุดดินที่มากกว่า 200 ชุดดิน และมีสภาพอากาศที่แตกต่างกันโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 800-2,400 มิลลิเมตรต่อปี เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่จำกัดที่ไม่สามารถควบคุมได้มีหลากหลาย ส่งผลให้การจัดการมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิสังคมและข้อจำกัดทางทุนทรัพย์ โดยเฉพาะการจัดการเรื่องน้ำ วิธีการที่ช่วยในการคำนวณการใช้น้ำของอ้อยวิธีหนึ่งคือ water footprint (WF) ซึ่งมีการคำนวณผลรวมของการใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำจากธรรมชาติ

เช่นน้ำฝน (green water) แหล่งน้ำชลประทาน (blue water) และน้ำที่ใช้บำบัดของเสียจากการใช้ปุ๋ยเคมี (gray water) จากรายงานของ Gerbens-Leenes และ Hoekstra (2012) พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้น้ำสำหรับผลิตอ้อย 209 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย ขณะที่ Ratchayuda และ Sate (2012) พบว่า water footprint ของอ้อยที่ปลูกภาคเหนือของไทยมีค่า 226 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย และเจษฎา (2553) ที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า อ้อยต้องการน้ำ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย หรือเป็นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 12,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อฤดูปลูก (คิดที่ผลผลิต 100 ล้านตันต่อปี) ในขณะที่ประเทศไทยมีแนวโน้มของการผลิตอ้อยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของโรงงานน้ำตาล แต่การศึกษาการใช้น้ำสำหรับการผลิตอ้อยในประเทศยังไม่ครอบคลุม จึงมีความจำเป็นต้องหาปริมาณน้ำสำหรับการผลิตอ้อยของทั้งประเทศเพื่อการวางแผนการผลิตเช่น การเลือกใช้พันธุ์ พื้นที่ปลูก รวมถึงการจัดการน้ำในแต่ละแหล่งปลูกเพื่อให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมที่ 3: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญของประเทศไทย สร้างรายได้ให้ประเทศจากการส่งออกทั้งในด้านวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังปีละ 5-9 หมื่นล้านบาท และมีความสำคัญต่อเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังไม่น้อยกว่า 550,000 ครัวเรือน การปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยในปี 2559 มีเนื้อที่เพาะปลูก 9,312,827 ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.43 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ยังอาศัยน้ำฝน ซึ่งการปลูกในพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงปลายพฤษภาคม พื้นที่ปลูกมากกว่า 50 จังหวัด กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4,867,737 ไร่ ภาคกลางและภาคตะวันออก 2,347,731 ไร่ และภาคเหนือ 2,097359 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังจะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมัน ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องเช่น อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหาร สารความหวาน ผงชูรส กระดาษ สิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มความต้องการมันสำปะหลังเพื่อผลิตพลังงาน และผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ไบโอพลาสติก และกรดแล็กติก โดยความต้องการใช้ภายในประเทศแต่ละปีประมาณร้อยละ 20-25 ที่เหลืออีกร้อยละ 75-80 ใช้เพื่อส่งออก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ค่อนข้างทนแล้งสามารถปรับตัวกับสภาพพื้นที่ได้กว้าง ขั้นตอนการปลูกและดูแลรักษาไม่ยุ่งยากเหมือนพืชอื่น ช่วงปลูกและอายุการเก็บเกี่ยวมีความยืดหยุ่น จึงเป็นพืชหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูก แต่ผลผลิตของมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ยังให้ผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ การให้น้ำในระบบการผลิตมันสำปะหลังจะช่วยยกระดับผลผลิตได้ และจากสภาพภูมิอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ทำให้ระบบการผลิตของมันสำปะหลังเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นการปลูกล่าช้าออกไป ระยะเวลาในการเจริญเติบโตลดลง หรือปลูกแล้วกระทบแล้งทั้งในระยะแรก และระยะการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตลดลง หลายพื้นที่ที่มีสภาพเอื้ออำนวยจึงพัฒนาระบบการให้น้ำนำมาใช้ในมันสำปะหลังเช่น พื้นที่กำแพงเพชร บุรีรัมย์ และนครราชสีมา มันสำปะหลังแม้เป็นพืชที่ปลูกได้ดีในสภาพแห้งแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่อื่น แต่มันสำปะหลังจะให้ผลผลิตตามศักยภาพได้ต้องการน้ำในการผลิตตลอดฤดูปลูกเช่นกัน สุดชล และคณะ (2558) รายงานว่า มันสำปะหลังให้ผลผลิตเต็มที่เมื่อได้รับน้ำ 1,000 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก (12 เดือน) และมีความต้องการน้ำมากระหว่างเดือนที่ 4-8 ซึ่งปกติการปลูกมันสำปะหลังจะได้รับน้ำฝน 5-6 เดือน จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตไม่ดีและ

สงวนลิขสิทธิ์

ผลผลิตต่ำ เนื่องจากผลกระทบจากการขาดน้ำและการกระจายตัวของน้ำฝน ซึ่งการจัดการน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้อย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามสถานการณ์ของโลกในปัจจุบันกำลังเผชิญกับปัญหาการแย่งชิงทรัพยากรน้ำ หลายประเทศจึงใช้ค่ารอยเท้าของน้ำในการผลิตพืชและผลิตภัณฑ์ รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือกีดกันทางการการค้า มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ทั้งด้านอาหาร อุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ และพลังงาน การศึกษารอยเท้าของน้ำในการผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นต้นน้ำของอุตสาหกรรมหลายประเภทดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำที่เหมาะสม และเพื่อรองรับมาตรการกีดกันทางการค้าในประชาคมโลก

มันสำปะหลังเกือบทั้งหมดถูกใช้ในการผลิตแป้ง มันเส้นและมันอัดเม็ด การผลิตแป้งมันสำปะหลังแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch) และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร (Modified Starch) การผลิตแป้งมันสำปะหลังที่สำคัญคือ การสกัดแป้งจากเซลล์ของรากมันสำปะหลังโดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด และหลักการเหวี่ยงแยกเพื่อแยกแป้งจากโปรตีนและสิ่งแปลกปลอมอื่นด้วยความแตกต่างของน้ำหนักโมเลกุล หัวมันสำปะหลังถูกล้างก่อนเข้าเครื่องบด กรองผ่านตะแกรงปล่อยให้น้ำแป้งตกตะกอน แยกแป้งชื้นมาตากแห้งบนพื้นคอนกรีตร้อน แล้วจึงบดแห้งเป็นผง แต่ปัจจุบันการผลิตแบบใหม่ใช้เครื่องจักรแทนโดยเป็นการผลิตแบบสลัดแห้ง ซึ่งคุณภาพดีกว่าและส่งขายต่างประเทศได้ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลังต่อหน่วยผลิตภัณฑ์จึงคัดเลือกจากโรงงานผลิตตามกลุ่มกระบวนการผลิต

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิตน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ โดยปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกพืชน้ำมันทั้งหมด (1,618 ล้านไร่) แต่ให้น้ำมันสูงถึง 39 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วเหลืองมีพื้นที่ปลูกสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลิตน้ำมันได้เพียง 22 เปอร์เซ็นต์ และ การผลิตน้ำมันปาล์มโลก มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น 7.02 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยในปี 2557 ประเทศผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีการผลิตน้ำมันปาล์มดิบสูงถึง 59.30 ล้านตัน โดยประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียผลิตน้ำมันปาล์มดิบในสัดส่วน 52.28 และ 33.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือประเทศไทยมีสัดส่วน 3.63 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนแบ่งการผลิตที่สูงถึง 39 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต่างประเทศเริ่มมีนโยบายหรือมาตรการต่างๆ ที่ใช้จำกัดการนำเข้า เช่น การใช้มาตรการต่างๆ ในกลุ่ม Footprint ซึ่งประกอบด้วย Carbon Footprint, Water Footprint และ Ecological Footprint เพื่อให้สินค้าอย่างเช่น น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มบรรจุขวด หรือเนยเทียม มีการติดฉลากรอยเท้าคาร์บอน หรือรอยเท้าน้ำ รวมถึงการมุ่งให้ประเทศผู้ผลิตมีการคำนึงถึงหรือมีความตระหนักในการจัดการการผลิตทั้งสินค้าและบริการให้มีความมั่นคงและยั่งยืน และสามารถใช้ทรัพยากรที่มีค่อนข้างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งต้องใช้นโยบายการบริหารจัดการน้ำหรือการจัดการด้านนิเวศ ที่ต้องมีข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือสินค้า หรือบริการนั้นๆ เพื่อประกอบการจัดทำนโยบาย

กิจกรรมที่ 5 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

กาแฟเป็นพืชเครื่องดื่มหลักที่สำคัญของโลก เมล็ดกาแฟนอกจากจะเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเครื่องดื่มแล้วยังสามารถสร้างรายได้แก่ประเทศที่นำเข้าเมล็ดกาแฟเพื่อแปรรูปในการส่งออกอีกด้วย ในปี 2556 โลกมีผลผลิตกาแฟรวม 8.78 ล้านตัน พื้นที่การผลิตอยู่ในประเทศแถบเส้นศูนย์สูตรโดยมีผู้ผลิตหลักได้แก่ ประเทศบราซิล และ

กรมวิชาการเกษตร

เวียดนาม (3.2 และ 1.5 ล้านตัน ตามลำดับ) มีผู้นำเข้าสำคัญคือ สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา (2.6 และ 1.3 ล้านตัน ตามลำดับ) สำหรับประเทศไทยแหล่งผลิตกาแฟโรบัสตาอยู่ในภาคใต้ โดยผลผลิตกาแฟโรบัสตามีปริมาณลดลง ขณะที่ความต้องการวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศไทยมีผลผลิตกาแฟ 78,020 ตัน ในปี 2539 และลดลงลงเหลือ 26,489 ตัน ในปี 2558 เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกลดลง ต้นกาแฟส่วนใหญ่มีอายุมาก ขาดการดูแล ประกอบกับปี 2557ประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งติดต่อกันยาวนาน ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผลผลิตกาแฟโรบัสตาในปี 2558 ลดลงมาก ประเทศไทยจึงนำเข้าเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นสูงกว่าปี 2557 ถึง 10 เท่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟทั้งทางด้านการผลิต การแปรรูป และได้เปรียบเรื่องการส่งออกเนื่องจากที่ตั้งของประเทศเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียน แต่ปัญหาจากความผันผวนของปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถป้องกันและแก้ไขได้จากการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม ประเทศที่มีความตื่นตัวเรื่องผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำส่วนมากเป็นประเทศที่มีการบริโภคกาแฟเป็นอันดับต้นๆ เช่น ประเทศต่างๆ ในกลุ่มสหภาพยุโรป กาแฟจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการวิเคราะห์ค่าวอตเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งผลิตหลักของโลกคือประเทศบราซิลซึ่งมีการผลิตกาแฟที่แตกต่างจากประเทศไทย จากยุทธศาสตร์กาแฟ ปี 2558-2562 ที่ต้องเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ AEC โดยมีเป้าหมายเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาคุณภาพสู่มาตรฐานสากลและเป็นศูนย์กลางการค้ากาแฟในอาเซียน ประกอบกับพื้นที่ปลูกกาแฟเป็นพื้นที่ที่มีพืชแข่งขันหลายชนิดเช่น ปาล์มน้ำมัน ยางพารา ไม้ผลไม้ยืนต้น เป็นต้น ซึ่งเป็นพืชคู่แข่งที่มีมูลค่าสูง ในการพัฒนาพืชกาแฟให้เป็นไปตามเป้าหมายของยุทธศาสตร์ การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และการศึกษาการใช้น้ำอย่างคุ้มค่าเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อให้กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ให้ความมั่นคงและความมั่งคั่งแก่ประเทศในอนาคต หากประเทศไทยทราบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟจะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อพิจารณาการนำเข้าเมล็ดกาแฟต่อไป

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน จัดเป็นข้าวโพดฝักสดกลุ่มพืชเพื่อการส่งออก ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เพราะสามารถแปรรูปผลผลิตได้หลายรูปแบบ เช่น แปรรูปบรรจุกระป๋อง บรรจุทั้งเมล็ดและฝัก ข้าวโพดครีม บรรจุฝักในถุงพลาสติกสุญญากาศ แบบแช่แข็งทั้งเมล็ดและทั้งฝัก สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์ได้ทั้งในตลาดยุโรป อเมริกา อาฟริกา และการส่งออกผลิตภัณฑ์ไม่มีปัญหาด้านโภชนาการ เนื่องจาก ขั้นตอนการผลิตมีการใช้สารเคมีน้อย ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคสูง เพราะไม่มีสารพิษตกค้าง หรือมีน้อยมาก นอกจากนี้ ยังเป็นพืชที่มีศักยภาพการผลิตสูง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ง่ายเพราะเป็นพืชระยะเวลาการผลิตสั้น โดยใช้ระยะเวลาเพียง 60-70 วัน สำหรับข้าวโพดฝักอ่อน และ 70-75 วัน

สำหรับข้าวโพดหวาน และสามารถปลูกได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศ โดยเกษตรกรจะปลูกข้าวโพดหวานในฤดูฝนช่วงประมาณ เดือนพฤษภาคม เก็บเกี่ยวเดือน กรกฎาคม และปลูกในเดือนสิงหาคม เก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม สำหรับฤดูแล้ง ส่วนใหญ่จะปลูกหลังนา ในเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคมของทุกปี การเพิ่มคุณภาพและผลผลิตสามารถทำได้โดยใช้พันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม ความ

กรมวิชาการเกษตร

ต้องการผลผลิตข้าวโพดหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีทั้งเพื่อใช้บริโภคฝักสดและอุตสาหกรรมส่งออก โดยข้าวโพดหวานมีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ โดยในปี 2560 ภาคเหนือ มีผลผลิต 194,510 ตัน (42.1%) ภาคตะวันตก หรือภาคกลาง 141,042 ตัน (30.6%) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 89,419 ตัน (19.4%) และภาคใต้ 35,952 ตัน (7.8%) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ภาคเหนือเป็นแหล่งผลิตข้าวโพดหวานที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องอยู่ในพื้นที่หลายโรงงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 5 โรงงาน และโรงงานข้าวโพดหวานแช่แข็งอีก 1-2 โรงงาน จังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมาก ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง เท่ากับ 25,484 23,407 และ 10,780 ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตรวม 123,413 ตัน ส่วนในภาคตะวันตก จังหวัดกาญจนบุรี เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ผลิตข้าวโพดหวานมากที่สุดในประเทศ โดยมีพื้นที่ปลูกเท่ากับ 32,248 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 55,237 ตัน ซึ่งผลผลิตดังกล่าว ส่วนใหญ่ถูกรับซื้อเข้าโรงงานอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ทำให้เกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดใกล้เคียงปลูกข้าวโพดหวานส่งโรงงานเป็นอาชีพหลัก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปลูกมากที่จังหวัดหนองคาย และนครพนม ส่วนภาคใต้ ปลูกมากที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดหวานจะได้รับการส่งเสริมให้ทำการเพาะปลูกจากบริษัทซึ่งมีโรงงานแปรรูป โดยทำข้อตกลงในการรับซื้อผลผลิต และบริษัทให้เมล็ดพันธุ์ไปใช้ในการเพาะปลูกล่วงหน้าก่อน รวมทั้งแนะนำความรู้ที่เหมาะสมให้เกษตรกร ซึ่งเกษตรกรไม่ต้องเสี่ยงกับภาระใช้เงินลงทุนมาก และสามารถขายผลผลิตให้กับโรงงานในราคาที่ ตกลงไว้ล่วงหน้า อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดหวานยังต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ได้แก่ ผลผลิตต่ำ ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช และศัตรูพืชมีราคาแพง และปัญหาคุณภาพของผลผลิตไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากโรคระบาด ซึ่งโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่ และโรคใบด่างจากเชื้อไวรัส

ข้าวโพดฝักอ่อน แหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และสระบุรี ในแหล่งที่มีน้ำชลประทาน เกษตรกรสามารถปลูกข้าวโพดฝักอ่อนได้ปีละ 3-4 รุ่น แต่ละรุ่นใช้เวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเพียง 60-70 วัน ดังนั้น ข้าวโพดฝักอ่อนจึงเป็นพืชที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูก และธุรกิจที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสามารถนำเงินตราต่างประเทศเข้าประเทศ อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี นอกจากนี้ ผลพลอยได้จากส่วนที่เหลือของข้าวโพดฝักอ่อน เช่น เปลือก ไหม และต้น นำมาใช้เป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคเนื้อและโคนมได้ จากการสำรวจ ผู้เลี้ยงโคนมจะรับซื้อต้นสดจากแปลงข้าวโพดที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วในราคาไร่ละ 300-1,200 บาท ต้น เปลือก และไหม มีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะโปรตีนที่เป็นประโยชน์ร้อยละ 12.6-17.0 และมีเยื่อใยหยาบ ร้อยละ 9.5-21.0 ซึ่งคุณค่าทางอาหารดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับคุณค่าทางอาหารที่ได้จากหญ้าขนสด และยังช่วยให้ระบบย่อยอาหารของวัวทำงานดีขึ้น เนื่องจากต้นทุนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนเป็นค่าแรงประมาณร้อยละ 55 ของต้นทุนทั้งหมด โดยเป็นการใช้แรงงานของครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 70-75 ของค่าแรงงานทั้งหมด ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มรายได้ แม้ว่ารายได้จากการเพาะปลูกข้าวโพดฝักอ่อนจะอยู่ในระดับที่ดี แต่ปัจจัยตัวหนึ่งที่กำหนดรายได้ดังกล่าวคือ ราคาของข้าวโพดฝักอ่อนที่เกษตรกรได้รับทั้งในรูปทั้งเปลือกและปอกเปลือก มีการเคลื่อนไหวขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกรจึงขึ้นลงขึ้นอยู่กับราคาผลผลิต ดังนั้น การตัดสินใจเลือกพืชปลูกของเกษตรกรจึงขึ้นอยู่กับราคาผลผลิตเป็นสำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีเพาะปลูก 2561/62 มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 6.783 ล้านไร่ จำนวนครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 404,783 ครัวเรือน มีผลผลิตรวมทั้งประเทศ 5,037,018 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 743 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนการผลิต 6,255 บาทต่อตัน ราคาที่เกษตรกรขายได้ที่ความชื้น 14.5% เท่ากับ 7,972 บาทต่อตัน ผลตอบแทนสุทธิ 1,717 บาทต่อตัน ซึ่งความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในขณะที่ผลผลิตในประเทศไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ ทำให้มีการนำเข้าวัตถุดิบทดแทน เช่น ข้าวสาลี DDGS (กากข้าวโพดที่เหลือจากขบวนการผลิตเอทานอล) มาใช้ทดแทนการผลิตอาหารสัตว์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ก)

ในปี 2561 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด 3 อันดับในภาคเหนือได้แก่ เพชรบูรณ์ 866,907 ไร่ น่าน 663,099 ไร่ และตาก 559,897 ไร่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ นครราชสีมา 706,568 ไร่ เลย 483,580 ไร่ และชัยภูมิ 106,546 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ข) ซึ่งจังหวัดเหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของเกษตรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีพื้นที่ปลูกรวมกันคิดเป็นร้อยละ 49.93 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ซึ่งเกษตรกรยังขาดข้อมูลปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือรอยเท้าน้ำของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจึงมีความสำคัญทำให้เราทราบถึงปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่การเตรียมดิน กระทั่งการเก็บเกี่ยวและได้ผลผลิตเป็นเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้น้ำไปปริมาณเท่าใด ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปปรับใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์สูงสุดต่อไป

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

การทำไร่จัดเป็นอาชีพเกษตรกรรมที่สำคัญของคนไทย ทำให้ประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อการบริโภคและการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศเป็นมูลค่าที่สูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์น้ำตาลที่ผลิตมากจากอ้อย ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 10.99 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยส่งโรงงาน 9.86 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกอ้อยทำพันธุ์ 1.12 ล้านไร่ ปีการผลิต 2559/60 ไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 6.86 ล้านไร่ในปี 2551/2552 เป็น 10.99 ล้านไร่ ในปีการผลิต 2559/60 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากนโยบายของรัฐบาลในการบริหารพื้นที่เกษตรกรรมของพืช (Zoning) โดยมีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับข้าวไปปลูกอ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงส่งผลให้มีพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน การปลูกอ้อยแบ่งเป็น 4 ช่วงด้วยกัน คือ ระยะเริ่มงอก ระยะอ้อยแตกกอ ระยะย่างปล้อง และระยะสุกแก่ ในช่วงการเจริญเติบโตของอ้อยจะต้องการปริมาณน้ำที่เพียงพอ เพื่อการขยายตัวของเซลล์ที่ดูดน้ำเข้าไปเพื่อการเจริญเติบโต (กริยาพร เทพรัตน์, 2548) ซึ่งทำให้อ้อยมีปริมาณน้ำอ้อยที่สูงและมีคุณภาพที่ดี นอกจากนี้การปลูกอ้อยพบว่ามีความต้องการใช้น้ำถึง 806-1,640 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ขึ้นอยู่กับชุดดิน (สัญชัย หุ่นดี, 2548)

อุตสาหกรรมน้ำตาลทรายขาวของประเทศไทยจัดเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้สูง และไทยยังเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลทรายติดอันดับ 1 ใน 5 ของโลก จากรายงานการผลิตน้ำตาลทรายทั่วประเทศในปี 2560/61 พบว่า

กรมวิชาการเกษตร

มีโรงงานเปิดหีบทั้งหมด 54 โรงงาน มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาล 109.03 กิโลกรัมต่อตันอ้อย เมื่อเทียบกับปี 2559/60 ที่มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาล 107.9 กิโลกรัมต่อตันอ้อย หรือเพิ่มขึ้น 1.13 กิโลกรัมต่อตันอ้อย สามารถผลิตน้ำตาลได้ 14.7 ล้านตัน จากอ้อยเข้าหีบ 134.9 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 134,000 ล้านบาท ส่วนปริมาณกากน้ำตาลปี 2560/61 ผลิตได้ 5.49 ล้านตัน เพิ่มขึ้น 1.63 ล้านตันจากปี 2559/60 สำหรับปัจจัยที่มีผลทำให้สามารถผลิตน้ำตาลได้เพิ่มขึ้นมาจากคุณภาพผลผลิตอ้อยเข้าหีบอยู่ในเกณฑ์ดีมีค่าความหวานเฉลี่ย 12.48 ซี.ซี.เอส. และโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศได้เตรียมพร้อมด้านการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งถือเป็นตัวเลขที่สูงมาก ดังนั้นในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจึงมีการใช้น้ำในปริมาณมาก โดยทั้งภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมจัดเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2561)

การทราบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ทำให้เห็นภาพปริมาณการใช้น้ำจริงที่ซ่อนเร้นในการผลิตสินค้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และนำมาใช้ประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการต่อการใช้ทรัพยากรน้ำ ซึ่งปัจจุบันถือเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้เพื่อประเมินมาตรฐานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วยซึ่งจะทำให้เข้าใจปัญหาการขาดแคลนน้ำ และมลภาวะทางน้ำได้ดียิ่งขึ้นรวมทั้งนำไปสู่วิธีการแก้ไขปัญหาที่เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตสินค้า และ Supply Chain ทั้งระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับงานบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายต่อไป

หลักการของการนำน้ำมาคิด เกิดขึ้นโดย Professor William Rees ได้วิจัยเกี่ยวกับด้านนิเวศวิทยา จึงได้กำหนดคำว่ารอยเท้านิเวศน์ (Ecological Footprint) มาใช้ในงานวิจัย โดยหลักการของรอยเท้านิเวศน์เป็นการประเมินความต้องการของมนุษย์ในแง่ต่าง ๆ ต่อระบบนิเวศน์ จนพัฒนามาเป็น รอยเท้าคาร์บอน (Carbon Footprint) ในช่วง พ.ศ. 2543 และในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเริ่มพัฒนามาเป็นคำว่า รอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ที่แพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ส่วนใหญ่มีการใช้น้ำและทำให้น้ำปนเปื้อน มลพิษต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมจภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคชุมชน ภาคครัวเรือน เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการกระตุ้นหรือการส่งเสริมให้ผู้ใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้นโดยมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตรูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้นคือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้เห็นภาพการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อน โดยมุ่งหวังที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การผลิตปาล์มน้ำมัน การผลิตน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ลิขสิทธิ์การเกษตร

2) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของอ้อยและน้ำตาลทราย เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และหาแนวทางในการลดการใช้น้ำของการผลิตน้ำตาลทรายจากโรงงานอุตสาหกรรมเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

4) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของกาแฟโรบัสตาและอะราบิกา เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตกาแฟอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนและใช้พิจารณาการนำเข้าเมล็ดกาแฟ

5) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ขอบเขตการศึกษา

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

การศึกษาครั้งนี้ วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันตั้งแต่ กระบวนการผลิตเมล็ดงอกถึงการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ต้นกล้าเล็ก-ใหญ่) จำนวน 5 แหล่ง ทั้งในส่วนของราชการและเอกชน สำหรับการวิเคราะห์ในระดับแปลงปลูก มีการสำรวจและพิจารณาจากแปลงปาล์มน้ำมันที่ปลูกทุกภาค (ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้) ที่มีการจัดการแตกต่างกัน (อาศัยเฉพาะน้ำฝนและมีการจัดการน้ำในช่วงแล้ง รวมถึงการจัดการธาตุอาหาร) ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน (เหมาะสมมาก, เหมาะสมปานกลางและเหมาะสมน้อย) รวม 24 จังหวัด (พื้นที่ปลูกทั่วประเทศ 70 จังหวัด) เพื่อที่จะนำมาใช้ประกอบนโยบายในการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ที่เหมาะสม หรือพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยหรือปานกลาง แต่มีการจัดการสวนที่ดีและมีการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพสูงและยั่งยืนในการผลิตปาล์มน้ำมัน สำหรับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันปาล์มจะดำเนินการวิเคราะห์ในส่วนของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบทั้งแบบหีบแยก (ภาคใต้และภาคตะวันออก) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานและแบบหีบรวมซึ่งเป็นที่นิยมในโรงงานขนาดเล็กระดับชุมชนทั้งในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงจุดด้อยในส่วนของการใช้ทรัพยากรน้ำของโรงงานสกัดขนาดชุมชน หรือเผยแพร่ระบบการจัดการน้ำในการบวนการสกัดน้ำมันปาล์มที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ) แก่โรงงานสกัดที่มีปัญหาในส่วนของการจัดการใช้น้ำและการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จะดำเนินการในเขตภาคใต้, ภาคกลางและภาคตะวันออก

กิจกรรมที่ 2: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยโดยพิจารณาจากแปลงอ้อยที่ปลูกในเขตพื้นที่ที่ปลูกภายใต้สภาพปัจจัยการผลิตไม่จำกัด และภายใต้สภาพที่มีน้ำเป็นปัจจัยจำกัดจำนวน 12 จังหวัด เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นนโยบายในการกำหนดเขตพื้นที่ที่เหมาะสม และปรับปรุงการจัดการการผลิต

กิจกรรมที่ 3: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งได้ผลผลิตหัวมันสด 1 ตันด้วยวิธีการปลูกตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตมันสำปะหลัง 1 ตัน สำหรับแปลงปลูกมันสำปะหลังที่ควบคุมและติดตามข้อมูลการใช้น้ำที่แท้จริง และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร โดยศึกษา 15 จังหวัด (เลือกเฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 200,000 ไร่) มันสำปะหลังเกือบทั้งหมดถูกใช้ในการผลิตแป้ง มันเส้น และมันอัดเม็ด ในการผลิตแป้งมันสำปะหลังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch) และแป้งมันสำปะหลังดัดแปร (Modified Starch)

การผลิตแป้งมันสำปะหลังที่สำคัญ คือ การสกัดแป้งออกจากเซลล์ของรากมันสำปะหลัง โดยใช้น้ำเป็นตัวสกัด และหลักการเหวี่ยงแยกเพื่อแยกแป้งออกจากโปรตีนและสิ่งแปลกปลอมอื่น โดยหลักความแตกต่างของน้ำหนักโมเลกุล หัวมันสำปะหลังได้รับการล้างก่อนเข้าเครื่องบด กรองผ่านตะแกรงปล่อยให้น้ำแป้งตกตะกอน แยกแป้งชื้นมาตากแห้งบนพื้นคอนกรีตร้อน แล้วจึงบดแห้งเป็นผง แต่ปัจจุบันหันมาผลิตแบบใหม่ที่ใช้เครื่องจักรแทนโดยเป็นการผลิตแบบสลัดแห้ง ซึ่งคุณภาพดีกว่า และส่งออกไปขายต่างประเทศได้ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลังต่อหน่วยผลิตภัณฑ์จึงทำการคัดเลือกจากโรงงานผลิตตามกลุ่มกระบวนการผลิต

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การศึกษาครั้งนี้มีการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในส่วนของน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยในส่วนของน้ำมันปาล์มดิบจะแบ่งเป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน(หีบแยก) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐาน โดยคัดเลือกโรงงานสกัดในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก และแบบหีบรวมซึ่งเป็นที่นิยมในโรงงานขนาดเล็กระดับชุมชนทั้งในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงจุดด้อยในส่วนของการใช้ทรัพยากรน้ำของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบทั้ง 2 แบบ และ/หรือเผยแพร่ระบบการจัดการน้ำในการบวนการสกัดน้ำมันปาล์มที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ) ให้แก่โรงงานสกัดที่มีปัญหาในส่วนของการจัดการใช้น้ำสำหรับการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จะดำเนินการ 3 เขต คือ ภาคใต้, ภาคกลางและภาคตะวันออก

กิจกรรมที่ 5: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟโรบัสตา การคายระเหยน้ำ และค่าชักนำปากใบของกาแฟโรบัสตา และกาแฟอะราบิกาในแหล่งปลูกต่างๆ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาและกาแฟอะราบิกา โดยแบ่งการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงกล้ากาแฟ และช่วงให้ผลผลิต (ระยะพักตัว ระยะออกดอก และระยะให้ผล) จนกระทั่งได้ผลผลิตเมล็ดกาแฟ 1 ตัน โดยเลือกพื้นที่จากการสำรวจและพิจารณาจากแหล่งปลูกสำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวโพดหวานตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งได้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1 ตันด้วยวิธีการปลูกตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวโพดหวาน 1 ตัน สำหรับแปลงปลูกข้าวโพดหวานที่ควบคุมและติดตามข้อมูลการใช้น้ำที่แท้จริง และพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานของเกษตรกร โดยศึกษา10 จังหวัด (เลือกเฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานมากกว่า 5,000 ไร่)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งได้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1 ตันด้วยวิธีการปลูกตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 1 ตัน สำหรับแปลงปลูกข้าวโพดฝักอ่อนที่ควบคุมและติดตามข้อมูลการใช้น้ำที่แท้จริง และพื้นที่ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกร โดยศึกษา 9 จังหวัด (เลือกเฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนมากกว่า 1,000 ไร่)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งได้ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก 1 ตันด้วยวิธีการปลูกตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 ตัน สำหรับแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ควบคุมและติดตามข้อมูลการใช้น้ำที่แท้จริง และพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร โดยศึกษา 9 จังหวัด (เลือกเฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากกว่า 1,000 ไร่)

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการผลิตน้ำตาลทรายในเขตภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการจัดการการใช้น้ำในขบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากของโรงงานอุตสาหกรรม และแบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอนคือ การสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้น การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (5 การทดลอง)

การทดลองที่ 1.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตเมล็ดงอก

1. สำรวจแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ และบริษัทเอกชนที่เพาะเมล็ดงอกและผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 3 บริษัท เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 5 แหล่ง

2. เก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลายถึงระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า

กรมวิชาการเกษตร

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue+ WFgrey) การผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการในแต่ละแหล่ง

ขั้นตอนที่ 2 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1. เก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะกล้าเล็ก-กล้าใหญ่พร้อมปลูกจำนวน 5 แหล่ง โดยใช้แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์จากขั้นตอนที่ 1 ในการศึกษา

2. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะกล้าเล็ก-กล้าใหญ่พร้อมปลูก (WFgreen+WFblue+WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต, ความสูงของต้นพืช และการเจริญเติบโต วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

-การบันทึกข้อมูล ข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลาย-ระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า-ระยะกล้าเล็กและกล้าใหญ่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgreen+WFblue+WFgrey) ของการเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมันตั้งแต่ระยะเก็บเกี่ยวทะลาย-ระยะเมล็ดงอก-ระยะกล้าเล็ก-กล้าใหญ่พร้อมปลูก

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ บริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของเอกชน และแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้-ภาคตะวันออก

การทดลองที่ 1.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 4 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี มีการจัดการสวนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทั้งการใส่ปุ๋ย การจัดการน้ำกรณีมีแหล่งน้ำ การจัดการวัชพืชและศัตรูพืชและการเก็บเกี่ยว) จำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด และไม่เหมาะสม (ไม่ทราบแหล่งที่มาของพันธุ์หรือใช้ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี แต่มีการจัดการสวนที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสมในบางด้านหรือหลายด้าน) จำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา (พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างน้อย 5 ไร่ต่อแปลง)

2. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง 4 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสมจำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด และไม่เหมาะสมจำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

3. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน, ความลึกของระบบราก, พร้อมสอบถามข้อมูลการจัดการสวน (น้ำและธาตุอาหาร), บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 160 แปลง

4.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดินบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

- *การบันทึกข้อมูล* พิกัดตำแหน่งสวนปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปี และในระหว่างการศึกษา ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ความลึกของระบบราก ข้อมูลการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน (พันธุ์ การจัดการน้ำและธาตุอาหาร รอบการเก็บเกี่ยว) ทั้งก่อนหน้าและปัจจุบัน ข้อมูลการเจริญเติบโต (1-2 ครั้ง/ปี ขึ้นกับอายุปาล์มน้ำมัน) ข้อมูลผลผลิต (กรณีปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 3 ปี) และข้อมูล Water Footprint

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออก/ตะวันตก

การทดลองที่ 1.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและภาคตะวันตก

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออก/ตะวันตก ภาคละ 2 จังหวัด รวม 4 จังหวัด พร้อมกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) และไม่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) เพื่อเป็นตัวแทน

2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน, ความลึกของระบบราก, พร้อมสอบถามข้อมูลการจัดการสวน (น้ำและธาตุอาหาร), บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 80 แปลง

3.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

4. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดินบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออก/ตะวันตก

การทดลองที่ 1.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 3 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) และไม่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) เพื่อเป็นตัวแทน

กรมวิชาการเกษตร

2. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 3 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) และไม่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) เพื่อเป็นตัวแทน

3. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน, ความลึกของระบบราก, พร้อมสอบถามข้อมูลการจัดการสวน (น้ำและธาตุอาหาร), บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 120 แปลง

4.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดินบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การทดลองที่ 1.5 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือ ภาคละ 3 จังหวัด รวม 6 จังหวัด กำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) และไม่เหมาะสม (10 แปลง/จังหวัด) เพื่อเป็นตัวแทน

2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน, ความลึกของระบบราก, พร้อมสอบถามข้อมูลการจัดการสวน (น้ำและธาตุอาหาร), บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันจำนวน 120 แปลง

3.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

4. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคกลางและภาคเหนือ

กิจกรรมที่ 2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 2.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจและกำหนดแปลงอ้อยที่จัดเก็บข้อมูล ภายใต้สภาพปัจจัยการให้น้ำแบบจำกัด ในสภาพพื้นที่ปลูก 6 สภาพแวดล้อม (ขอนแก่น นครสวรรค์ เลย มุกดาหาร ปราจีนบุรีและกาญจนบุรี) ที่แตกต่างกันในปริมาณน้ำฝนรายปีเพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ จำนวน 18 แปลง (สภาพแวดล้อมละ 3 พันธุ์)

2. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสถานที่เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี โดยมีวิธีการเก็บ ดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพ เก็บเขตการผลิตละ 1 ตัวอย่าง (จำแนกเขตการผลิตโดยใช้อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน) โดยขุดหลุมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร จำแนกชั้นดินโดยสังเกตสีหรือเนื้อดิน บันทึกความหนาและสีแต่ละชั้น ใช้ชุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนดินและสว่านเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้น บริเวณกลางของแต่ละชั้น จำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 ชั้น โดยตัวอย่างที่ 1 ใช้วิเคราะห์ Bulk density และ Soil Moisture ตัวอย่างที่ 2 และ 3 วิเคราะห์ค่า Water content 3 ระดับ (จุดอิ่มตัวของดิน ที่จุดความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวรของพืช) Soil hydraulic conductivity % sand silt and clay Soil texture

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี ใช้เหล็กเจาะดินสุ่มเก็บตัวอย่างทั่วแปลงปลูก แยกตามชั้นดินที่จำแนกได้ข้างต้น นำมารวมให้ได้ 1 กิโลกรัม/1 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี % organic carbon ปฏิกิริยาดิน ค่า CEC ปริมาณไนโตรเจน (รูปของ NH_4^+และ NO_3^-) ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์

3. ปลูกอ้อย 3 ครั้งในเดือนตุลาคม มกราคม และพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวอ้อยเดือนธันวาคม มีนาคม และ พฤษภาคมตามลำดับ ขนาดแปลงทดลองย่อย 72 ตารางเมตร ปลูกเป็นหลุมโดยใช้อ้อยชำข้อ อายุ 45 วัน ใช้ระยะระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ใส่ตามคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน แบ่งใส่สองครั้ง ครั้งแรกใส่รองพื้นพร้อมปลูก

ให้น้ำแบบตามร่อง ทุก 1 สัปดาห์ จนอ้อยอายุครบ 45 วันหลังย้ายปลูก จากนั้นไม่มีการให้น้ำ (อาศัยน้ำฝน) เก็บความชื้นดินโดยใช้เครื่องวัดความชื้นดินแบบ TDR บันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติที่ความลึก 30 60 และ 90 เซนติเมตร กำจัดวัชพืช และดูแลรักษาไม่ให้เกิดการระบาดของโรคและแมลง ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังปลูก หลังจากนั้น 2 เดือนเก็บใบอ้อยวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยเก็บใบบนสุด (ใบที่เห็นคอใบสุดท้าย) หากพบว่าธาตุอาหารยังไม่เพียงพอให้ใส่เพิ่มตามความต้องการของอ้อย เมื่อเข้าสู่เดือนตุลาคม เก็บตัวอย่างอ้อยครั้งละ 10 ลำ ทุกๆ 15 วัน จนถึงเก็บเกี่ยว เพื่อวัดค่า C.C.S. เจาะดินขนาดหลุมหน้าตัด 1.5 นิ้ว ลึก 8 เมตร เพื่อวัดระดับน้ำใต้ดิน

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

กรมวิชาการเกษตร

- การบันทึกข้อมูล ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา ข้อมูลธาตุอาหารในใบอ้อย ปริมาณผลผลิตอ้อย ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 1 ตัน

การทดลองที่ 2.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจและกำหนดแปลงอ้อยที่จัดเก็บข้อมูล ภายใต้สภาพปัจจัยการผลิตไม่จำกัด ในสภาพพื้นที่ปลูก 6 สภาพแวดล้อม (ขอนแก่น นครสวรรค์ เลย มุกดาหาร ปราจีนบุรีและกาญจนบุรี) ที่แตกต่างกันในปริมาณน้ำฝนรายปีเพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ จำนวน 18 แปลง (สภาพแวดล้อมละ 3 พันธุ์)

2. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสถานที่เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี โดยมีวิธีการเก็บ ดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพ เก็บเขตการผลิตละ 1 ตัวอย่าง (จำแนกเขตการผลิตโดยใช้อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน) โดยขุดหลุมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร จำแนกชั้นดินโดยสังเกตสีหรือเนื้อดิน บันทึกความหนาและสีแต่ละชั้น ใช้ชุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนดินและสว่านเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้น บริเวณกลางของแต่ละชั้น จำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 ชั้น โดยตัวอย่างที่ 1 ใช้วิเคราะห์ Bulk density และ Soil Moisture ตัวอย่างที่ 2 และ 3 วิเคราะห์ค่า Water content 3 ระดับ (จุดอิ่มตัวของดิน ที่จุดความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวรของพืช) Soil hydraulic conductivity % sand silt and clay Soil texture

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี ใช้เหล็กเจาะดินสุ่มเก็บตัวอย่างทั่วแปลงปลูก แยกตามชั้นดินที่จำแนกได้ข้างต้น นำมารวมให้ได้ 1 กิโลกรัม/1 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี % organic carbon ปฏิกิริยาดิน ค่า CEC ปริมาณไนโตรเจน (รูปของ NH_4^+และ NO_3^-) ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์

3. ปลูกอ้อย 3 ครั้งในเดือนตุลาคม มกราคม และพฤษภาคม และเก็บเกี่ยวอ้อยเดือนธันวาคม มีนาคม และ พฤษภาคมตามลำดับ ขนาดแปลงทดลองย่อย 72 ตารางเมตร พันธุ์ละ 4 แปลงย่อย ปลูกเป็นหลุมโดยใช้อ้อยชำข้อ อายุ 45 วัน ใช้ระยะระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ใส่ตามคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน แบ่งใส่สองครั้ง ครั้งแรกใส่รองพื้นพร้อมปลูก ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังปลูก

ให้น้ำแบบสปริงเกอร์ เมื่อน้ำในดินลดลงเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ในปริมาณที่ทำให้น้ำเพิ่มขึ้นจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร เก็บความชื้นดินโดยใช้เครื่องวัดความชื้นดินแบบ TDR บันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติที่ความลึก 30 60 และ 90 เซนติเมตร กำจัดวัชพืช และดูแลรักษาไม่ให้เกิดการระบาดของโรคและแมลง ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 3 เดือนหลังปลูก หลังจากนั้น 2 เดือนเก็บใบอ้อยวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยเก็บใบบนสุด (ใบที่เห็นคอใบสุดท้าย) หากพบว่าธาตุอาหารยังไม่เพียงพอให้ใส่เพิ่มตามความต้องการของอ้อย เมื่อเข้าสู่เดือนตุลาคม เก็บตัวอย่างอ้อยครั้งละ 10 ลำ ทุกๆ 15 วัน จนถึงเก็บเกี่ยว เพื่อวัดค่า C.C.S. เจาะดินขนาดหลุมหน้าตัด 1.5 นิ้ว ลึก 8 เมตร เพื่อวัดระดับน้ำใต้ดิน

กรมวิชาการเกษตร

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบไปด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

- การบันทึกข้อมูล ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา ข้อมูลธาตุอาหารในใบอ้อย ปริมาณผลผลิตอ้อย ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 1 ตัน

กิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง (3 การทดลอง)

การทดลองที่ 3.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. คัดเลือกพื้นที่ที่มีการจัดการแตกต่างกัน 1) ให้น้ำไม่จำกัด 2) ให้น้ำแบบประหยัด และ 3) ไม่ให้น้ำ (แบบเกษตรกร) จาก 3 แหล่งปลูกใหญ่ในพื้นที่ จ.ระยอง จ.นครราชสีมา จ.กำแพงเพชร หรือสภาพแวดล้อมใกล้เคียง เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการแปลงมันสำปะหลัง (ดิน น้ำ ปุ๋ย) ในปีที่ผ่านมา

2. สำรวจและเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ ทำโปรไฟล์ดิน เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยเก็บตัวอย่างดินลึก 0-100 ซม.

3. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่และเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำแปลง

4. ปลูกและดูแลรักษาตามวิธีการให้น้ำต่าง ๆ ที่กำหนด และเก็บข้อมูลการดูแลปฏิบัติจริงในแปลง

5. วิเคราะห์และคำนวณรอยเท้าน้ำจากแปลงปลูกมันสำปะหลังที่มีการจัดการแตกต่างกันในแปลงจริงและสภาพภูมิอากาศในแปลง แล้วนำมาคำนวณรอยเท้าน้ำจาก WF=WFblue+WFgreen+WFgrey ควบคู่กับการคำนวณรอยเท้าน้ำโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 วิเคราะห์ข้อมูล

6. สุ่มเก็บข้อมูลการหยั่งลึกของรากมันสำปะหลังและการกระจายของมันสำปะหลังที่ 1 2 3 และ 4 เดือน

7. เก็บตัวอย่างวัดการเจริญเติบโต พัฒนาการของมันสำปะหลังในช่วง 3, 6 เดือน และช่วงเก็บผลผลิตแยกเป็นส่วนลำต้น หัว ใบ และก้านใบ

- การบันทึกข้อมูล

พันธุ์ที่ใช้ วันปลูก อัตราปลูก ปริมาณการใช้น้ำ ความถี่และวิธีการให้น้ำ การกำจัดวัชพืช ปริมาณและการใช้ปุ๋ยเคมี การกำจัดโรคและแมลง การเจริญเติบโต และการเก็บเกี่ยวและปริมาณผลผลิต รวมทั้งบันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในระหว่างการศึกษา คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน สัดส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะละลาย การแพร่กระจายและหยั่งลึกของรากมันสำปะหลัง การเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง

การทดลองที่ 3.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

รวบรวมข้อมูลจากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 200 ราย 2 รอบการผลิต เพื่อนำมาคำนวณรอยเท้าน้ำทำนองเดียวกับข้างต้น ใช้ CROPWAT 8.0 ซึ่งเป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำของพืช ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณแสงแดด ความเร็วลม ความ ชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน) แล้วนำมาคำนวณรอยเท้าน้ำจากปริมาณการชะล้างมลพิษที่ ไหลลงสู่แหล่งน้ำจาก WF=WFblue+WFgreen+WFgreyเปรียบเทียบผลการศึกษา ภายใต้การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมที่มีความต้องการใช้น้ำแตกต่างกัน

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกรในพื้นที่ 26 จังหวัด

การทดลองที่ 3.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจโรงงานแป้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล ตามกลุ่มกระบวนการการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

2. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลของโรงงานตั้งแต่กระบวนการในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบบละเอียด โดยการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ตลอดห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตจากจุดเริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบบละเอียด โดยการคำนวณหาปริมาณน้ำ ที่ใช้ตลอดห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตจากจุดเริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล โรงงานแป้งมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน (3 การทดลอง)

การทดลองที่ 4.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก)

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล จำนวน 10 โรงงาน

2. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์ สำหรับกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบรวมถึงผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบที่ได้

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

กรมวิชาการเกษตร

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก

การทดลองที่ 4.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการโดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ข้อมูลที่ต้องการได้แก่ การผลิต การใช้สารเคมีในโรงงาน พลังงาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายออกโรงงาน ราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้ ระบบบำบัดน้ำเสีย การขนส่งปาล์มทะลาย การขนส่งสารเคมีและน้ำมันดีเซล โดยเพชรดา สัตยากูล (2557)

2. การจัดทำบัญชีรายการ

การจัดทำบัญชีรายการเป็นการทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน โดยบัญชีรายการของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสารขาเข้า ได้แก่ ทะลายปาล์มสด สารเคมี น้ำมันดีเซล ไฟฟ้า น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

สำหรับบัญชีรายการของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสารขาออก ได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ เมล็ดใน กะลา เส้นใย ทะลายปาล์มเปล่า กากตะกอนดีแคนเตอร์ น้ำเสีย

3. การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์

สัดส่วนผลิตภัณฑ์คำนวณได้ 2 ประเภท คือ 1) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี หาค่าโดยใช้ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้นทางทฤษฎี 2) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง หาค่าโดยใช้ข้อมูลของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ คือข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้น (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2006) การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ใช้ข้อมูลทางทฤษฎีแสดงดังภาพที่ 1 คือ

- ทะลายปาล์มสด 1 ตัน เข้าสู่กระบวนการนึ่งปาล์ม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00
- ทะลายปาล์มสดเข้าสู่กระบวนการแยกผลปาล์ม ค่าทางทฤษฎีได้ทะลายปาล์มเปล่า 210 กิโลกรัม ผลปาล์มสด 790 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.79
- ผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการย่อยผลปาล์ม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00
- ผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการบีบผลปาล์ม ค่าทางทฤษฎีได้เส้นใย 130 กิโลกรัม กะลา 60 กิโลกรัม เมล็ดใน 60 กิโลกรัม และน้ำมันปาล์มดิบ 540 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.68
- น้ำมันปาล์มดิบผ่านตะแกรงสั่น มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00
- น้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่ถังตกตะกอน ค่าทางทฤษฎีได้กากตะกอนดีแคนเตอร์ 50 กิโลกรัม และน้ำมันปาล์มดิบ 490 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.90
- น้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่กระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ค่าทางทฤษฎีได้น้ำมันปาล์มดิบ 183 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.37

4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

กรมวิชาการเกษตร

กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สามารถแบ่งเป็นการใช้น้ำทางตรงและการใช้น้ำทางอ้อม กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำทางตรงได้แก่ การนึ่งปาล์ม ย่อยปาล์ม และบีบผลปาล์ม แต่กระบวนการที่กล่าวมานั้นไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำในแต่ละกระบวนการได้ ดังนั้นจึงใช้ค่าการใช้น้ำทั้งหมดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมคำนวณจากปริมาณสารเคมี ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการขนส่งและใช้ภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ แล้วนำมาคูณกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและไม่คิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งต้องการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบนอกจากคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดแล้วยังคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของประเทศไทยในการคำนวณ (Suttayakul *et al*., 2016)

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

การทดลองที่ 4.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.สำรวจโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในเขตภาคใต้และภาคกลาง เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล จำนวน 5 โรงงาน

2. จัดเก็บข้อมูลของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์ สำหรับกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ถึงการบรรจุและส่งจำหน่าย

3.คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์แต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคกลาง

กิจกรรมที่ 5: การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 5.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟโรบัสตา

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

ทำการศึกษาในถังปลูกพืชที่สามารถวัดปริมาณน้ำที่ระบายออกได้ (Lysimeter Percolation Type) เป็นถังวัดปริมาณการใช้น้ำ ประกอบด้วยถังปลูกพืช 4 ถัง และถังรับน้ำระบาย 4 ถัง (4 ซ้ำ)

<u>วิธีปฏิบัติการทดลองและการบันทึกข้อมูล</u>

กรมวิชาการเกษตร

1. เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-30 ซม. และ 30-60 ซม. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความสามารถในการดูดยึดน้ำของดิน ความหนาแน่นดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดิน

2. ศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆ โดยทำการเตรียมถังสำหรับปลูกพืชดังนี้

- ขุดพลิกดิน ตากแดดอย่างน้อย 2 สัปดาห์ นำดินใส่ถังตามลำดับชั้นดินเดิม ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 เดือน
- ทำการให้น้ำจนมีน้ำระบายออก ทิ้งไว้ 2-3 วัน จนน้ำหยุดระบายเพื่อให้ความชื้นของดินในถังปลูกพืชอยู่ที่ความชื้นชลประทาน (field capacity)
- ปลูกกาแฟโรบัสตาโดยใช้ต้นอายุ 1 ปี ปลูกในหลุมขนาด 50x50x50 เซนติเมตร และทำการให้น้ำแก่พืชจนถึงความชื้นชลประทาน (FC) เมื่อความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง 50%
- บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำที่ให้แก่พืช และน้ำที่ระบายออก ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช เก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศเกษตรที่มีเครื่องมือมาตรฐาน และเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของผลผลิตเมื่อสิ้นสุดการศึกษา

3. คำนวณปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชได้รับ หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟโรบัสตา (Crop Coefficient : Kc) ปริมาณการใช้น้ำของกาแฟโรบัสตา (Evapotranspiration : ET) ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหยเบ็ดเสร็จ (Overall Pan Coefficient : K/P) และค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration : ETo

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินการคายระเหยน้ำและค่าชักนำปากใบของกาแฟโรบัสตา (2560-61)

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u> วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้ 1) ไม่มีการให้น้ำ 2) ให้น้ำ 30 % AWC 3) ให้น้ำ 40 % AWC 4) ให้น้ำ 50 % AWC 5) ให้น้ำ 60 % AWC โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือใส่ปุ๋ยตามแบบเกษตรกร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ จนถึง 100 เซนติเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินเพื่อวิเคราะห์หาความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (Allowable Depletion Content, ADC) และเก็บตัวอย่างดินทั่วแปลงเพื่อวิเคราะห์หาระดับปริมาณธาตุอาหารในการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ปฏิบัติตามแผนการทดลอง คำนวณการให้น้ำของพืชจากการหาค่าความจุความชื้นสนาม (FC) และจุดเหี่ยวถาวรของพืช (PWP) ซึ่งจะได้ค่าความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (AWC) AWC = FC - PWP

ติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ของสถานีตรวจวัดอากาศแบบอัตโนมัติ โดยมีเครื่องมือ ดังนี้

- เครื่องมือวัดความชื้นและอุณหภูมิของอากาศที่ 2 ระดับความสูง โดยทำการติดตั้งเครื่องมือที่ระดับความสูงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษาตามช่วงอายุของการเจริญเติบโต
- เครื่องมือวัดรังสีดวงอาทิตย์และรังสีสุทธิ (pyrheliometer และ net radiometer)
- เครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน (tensiometer) ที่ระดับความลึก 150 เซนติเมตร จำนวน 3 เครื่อง โดยทำการติดตั้งบริเวณใกล้หอคอย

กรมวิชาการเกษตร

- วัดความชื้นของดินด้วยเครื่องมือวัดความชื้นแบบ Probe (PR2) ที่ระดับความลึก 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 และ 100 เซนติเมตร

- เครื่องวัดปริมาณความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในดิน (soil heat flux plate) ที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตร จำนวน 3 เครื่อง ใกล้หอคอย

- เครื่องมือวัดความเร็วลมและทิศทางลม (anemometer) โดยติดตั้งให้อยู่ตำแหน่งสูงสุดของหอคอย จำนวน 1 เครื่อง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ข้อมูลการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) นำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดทุก 1 นาที โดยเครื่องมือที่ติดตั้งขึ้นและผลรวมทุก 10 นาที จะถูกบันทึกลงในเครื่องเก็บรวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ (meteorological data logger) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาค่าการคายระเหยน้ำจริง (ET)

- ข้อมูลการชักนำของปากใบพืช (stomatal conductance) ทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง porometer โดยค่าที่อ่านได้เป็นค่าความต้านทานของปากใบพืช (r_s) ซึ่งเป็นส่วนกลับของค่าการชักนำของปากใบพืช (gc) ซึ่งจะเป็นการคำนวณโดยตรงจากการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิผิวใบ อุณหภูมิอากาศ และอัตราการเคลื่อนที่ของอากาศ ในการตรวจวัดนั้นเริ่มทำการวัดในช่วงเวลาประมาณ 08.00 – 16.00 น. ในแต่ละรอบวันที่ทำการตรวจวัดเพื่อเป็นตัวแทนในช่วงการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้ อุณหภูมิผิวใบ (leaf temperature) อุณหภูมิอากาศ (air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (photosymthetically active radiation) และค่าความต้านทานของปากใบพืช (stomatal resistance)

- ข้อมูลดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Leaf Area Index; LAI) เก็บด้วยเครื่อง Plant Canopy Analyser ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลตรงกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลการชักนำของปากใบพืช

- การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water use efficiency, WUE),ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของพืช (Irrigation water use efficiency, IWUE)

- วัดความสูง, พื้นที่ใบ และผลผลิต นำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple rank test โดยใช้โปรแกรม Irristat ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- เก็บตัวอย่างใบ วิเคราะห์การสะสมและการดึงดูดธาตุอาหารที่ระยะต่างๆ เช่น ก่อนออกดอก ช่วงออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

- เก็บตัวอย่างดินหลังปลูกในทุกกรรมวิธีเพื่อวิเคราะห์หาค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

การทดลองที่ 5.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประเมินปริมาณการใช้น้ำตลอดห่วงโซ่การผลิตเมล็ดกาแฟอะราบิกา โดยแบ่งการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงกล้ากาแฟ และช่วงให้ผลผลิต (ระยะพักตัว ระยะออกดอก และระยะให้ผล) จนกระทั่งได้ผลผลิตเมล็ดกาแฟ 1 ตัน จากบริษัทเอกชน และแปลงเกษตรกร

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพแปลงกาแฟในพื้นที่ศึกษา และกำหนดแปลงกาแฟที่มีการจัดการเหมาะสม (15 แปลง/พื้นที่) และไม่เหมาะสม (15 แปลง/พื้นที่) เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของการปลูกกาแฟอะราบิกา แบ่งเป็น ช่วงกล้ากาแฟ และช่วงให้ผลผลิต (ระยะพักตัว ระยะออกดอก และระยะให้ผล)

2. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการปลูกกาแฟอะราบิกา (WFgreen+WFblue+WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต (ตันต่อปี)

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 เทียบกับการคำนวณด้วยมือตามข้อมูลรายวัน

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ บริษัทเอกชน และแปลงเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือ 4 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอนและน่าน

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด (4 การทดลอง)

การทดลองที่ 6.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดหวานในสภาพแปลงทดลองและไร่เกษตรกรในแหล่งปลูกของประเทศเพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 10 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการปลูกข้าวโพดหวานตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (WFgreen+WFblue+WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต

4. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการแปรรูปข้าวโพดหวานเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของบริษัทเอกชน

5. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง นครสวรรค์ นครราชสีมา สระบุรี ลพบุรี ปทุมธานี กาญจนบุรี และราชบุรี

การทดลองที่ 6.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

กรมวิชาการเกษตร

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในสภาพแปลงทดลองและไร่เกษตรกรในแหล่งปลูกของประเทศ เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 9 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (WFgreen+WFblue +WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต

4. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของกระบวนการแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อนเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเอกชนในแต่แห่ง

5. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ไร่เกษตรกรจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง นครสวรรค์ นครราชสีมา สระบุรี ลพบุรี ปทุมธานี กาญจนบุรี และราชบุรี

การทดลองที่ 6.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกรเขตภาคเหนือ เพื่อใช้ศึกษา 3 จังหวัด

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgreen+WFblue +WFgrey) ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวโดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ไร่เกษตรกรเขตภาคเหนือ

การทดลองที่ 6.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกรเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้ศึกษา 3 จังหวัด

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgreen+WFblue +WFgrey) ของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวโดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ไร่เกษตรกรเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 7.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเขตหรือพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย จำนวนและที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นทำการคัดเลือกโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในเขตพื้นที่ภาคกลาง

2. การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารขาเข้าและออกของกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำ โดยบริษัทฯ ได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต น้ำตาลทราย ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำดังกล่าวมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์บลู ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจะนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์

4. การบันทึกข้อมูล การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย กำหนดรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเป็นแบบ Business-to-Business: B2B ซึ่งหมายถึงการประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนกระทั่ง ผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวที่พร้อมนำออกจำหน่าย

การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต (life Cycle Assessment; LCA) การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวเพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีการนำผลการคำนวณดังกล่าวมาประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณ ในรูปแบบของตัวชี้วัดอื่นๆ ในกลุ่มผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การแปลผล (life Cycle interpretation) การวิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปผลที่ได้จากผลลัพธ์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิต น้ำตาลทรายขาวในรูปแบบของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

การทดลองที่ 7.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเขตหรือพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย จำนวนและที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นทำการคัดเลือกโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กรมวิชาการเกษตร

2. การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารขาเข้าและออกของกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำ โดยบริษัทฯ ได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต น้ำตาลทราย ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำดังกล่าวมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์บลู ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจะนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์

4. การบันทึกข้อมูล การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย กำหนดรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเป็นแบบ Business-to-Business: B2B ซึ่งหมายถึงการประเมินตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบจนกระทั่ง ผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวที่พร้อมนำออกจำหน่าย

การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิต (life Cycle Assessment; LCA) การวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายขาวเพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีการนำผลการคำนวณดังกล่าวมาประเมินผลกระทบในเชิงปริมาณ ในรูปแบบของตัวชี้วัดอื่นๆ ในกลุ่มผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การแปลผล (life Cycle interpretation) การวิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปผลที่ได้จากผลลัพธ์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิต น้ำตาลทรายขาวในรูปแบบของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

<u>วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน</u> จากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงาน แหล่งผลิตต้นกล้า 7 หน่วยงาน ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2561 โดยสำรวจ สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าทุกขั้นตอนในแต่ละรอบต่อเนื่อง 3 ปี (3 รอบการผลิต) พบว่าหน่วยงาน D ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (เฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) การผลิตเมล็ดงอกน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ด ส่วนหน่วยงาน K ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันน้อยสุด 0.13–0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.08-0.09 0.04–0.10 และ 0.00 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้</u> ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคใต้ มีค่า 1,245-1,474 มิลลิเมตรต่อปี ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและค่าระเหยน้ำแต่ละจังหวัด ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 30 ปีของพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี คลองท่อม จังหวัดกระบี่ ท่าแซะ จังหวัดชุมพร สิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช คุระบุรี จังหวัดพังงา สิเกา จังหวัดตรัง มะนัง จังหวัดสตูล และกระบุรี จังหวัดระนองมีค่า 1,262 1,417 1,329 1,409 1,393 1,592 1,444 และ 1,502 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทาน จังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ระนอง (380 มิลลิเมตรต่อปี) สำหรับตรัง กระบี่ สตูล พังงา ชุมพร สุราษฎร์ธานีและ

กรมวิชาการเกษตร

นครศรีธรรมราช มีค่าการขาดน้ำ 350 290 283 264 231 217 และ 153 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันกระบุรี จังหวัดระนองมีค่าต่ำสุด 567 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมะนัง จังหวัดสตูล มีค่าสูงสุด 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยพบว่าในช่วงปาล์มอายุ 1-4 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงมาก ส่งผลต่อภาพรวมเฉลี่ยตลอด 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และชุมพร มีค่า 625 799 805 842 846 และ 979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก</u> ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก มีค่า 1,360-1,643 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ ของบ่อไร่จังหวัดตราด หนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี ทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่า 1,629.8 946.9 1,056.4 และ 873.0 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทาน จังหวัดที่ค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ชลบุรี (835 มิลลิเมตรต่อปี) สำหรับประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรีและตราด มีค่าการขาดน้ำ 804 641 และ 328 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีค่า 811.8 1,035.8 1,016.7 และ 972.3 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 25 ปี ของจังหวัดตราดและกาญจนบุรีมีค่า 1,020.1 และ 1,043.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u> ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่า 1,354-1,700 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยของจังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานีมีค่า 997 958 1,003 926 และ 981 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทาน ของจังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี มีค่า 1,503 1,621 1,354 1,367 และ 1,700 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันหนองคายมีค่าต่ำสุด 739 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของเลย อุบลราชธานี บึงกาฬ สกลนคร และอุดรธานี มีค่า 1,233.7 1,347.9 1,390.8 1,648.4 และ 2,187.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคเหนือและภาคกลาง</u> ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคเหนือมีค่า 1,261-1,761 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานีมีค่า 1,027 899 873 931 849 และ 923 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทานของอุทัยธานี ปทุมธานี สุโขทัย พิษณุโลก น่าน และเชียงรายมีค่า 916 862 788 658 567 และ 405 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของพิษณุโลก อุทัยธานี เชียงราย น่าน สุโขทัย มีค่า 906 1,102 1,188 1,378 และ 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีผลต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันประกอบด้วย <u>ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน</u> โดยปาล์มน้ำมันช่วง 3 ปีแรกยังไม่ให้ผลผลิต ในปีที่ 4 ผลผลิตมีค่าไม่มากนัก เนื่องจากเป็นระยะแรก ส่งผลให้ช่วงดังกล่าวเป็นช่วงใช้น้ำอย่างเดียว <u>ความเหมาะสมของพื้นที่ สมบัติของดินและสภาพภูมิอากาศ</u> โดยเฉพาะปริมาณและการกระจายตัวของฝน (จำนวนวันฝนตก) และค่าระเหยน้ำ และปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยคือ <u>การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน</u>ของเกษตรกรตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ทั้งการจัดการน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการ

กรมวิชาการเกษตร

เพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ผลผลิตสูง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่าต่ำ แต่หากผลผลิตต่ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูง) การจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยใช้การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการจากผลวิเคราะห์ดินใบ เป็นวิธีที่แม่นยำและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการปรับความสมดุลของธาตุอาหาร ไม่ให้ขัดแย้งกันเอง (antagonism) ปาล์มน้ำมันใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี (กรณีค่าขาดน้ำต่ำกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของการผลิตอ้อยในสภาพให้น้ำชลประทาน มีค่าเฉลี่ย 95.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน มีความแปรปรวนสูงตั้งแต่ 35.2-243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เนื่องมาจากความแตกต่างของพันธุ์ สภาพแวดล้อมและช่วงเวลาของการผลิต ดังนั้นการพิจารณาการให้น้ำให้เหมาะสมกับพันธุ์ ช่วงเวลาและสภาพแวดล้อม จะทำให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดต้นทุนการผลิตอ้อยได้ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของการผลิตอ้อยในสภาพอาศัยน้ำฝน มีค่าเฉลี่ย 71.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และมีความแปรปรวนสูง เนื่องจากความหลากหลายของการจัดการการผลิต และส่งผลโดยตรงต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ดังนั้นการจัดการการผลิตที่ดีเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง จะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตอ้อยได้

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน มันสำปะหลังที่ให้น้ำต่างกัน 3 ระดับคือ ให้น้ำไม่จำกัด (นครราชสีมา) ให้น้ำจำกัด (กำแพงเพชร) และอาศัยน้ำฝน (ระยอง) คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน 2 รอบการผลิตระหว่างปี 2558-2560 พบว่า คาเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 147-366 ลบ.ม.โดยเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 ลบ.ม.หรือร้อยละ 48-87 เป็นบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0-21 ลบ.ม.หรือร้อยละ 0-9 และเป็นเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 29-97 ลบ.ม.หรือร้อยละ 13-48 โดยพื้นที่ที่ให้น้ำไม่จำกัดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211 ลบ.ม. ส่วนพื้นที่ให้น้ำจำกัดและพื้นที่อาศัยน้ำฝน มีค่า 224 และ 301 ลบ.ม. ตามลำดับ ผลผลิตที่สูงให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ การให้น้ำถูกจังหวะตามความต้องการช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้ขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน การปลูกในช่วงปลายฝนมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลัง ต้องให้น้ำในพื้นที่ที่มีน้ำต้นทุนจำกัดต้องให้ในจำนวนที่เหมาะสมร่วมกับการเลือกช่วงปลูกให้เหมาะสม หลีกเลี่ยงการปลูกในช่วงมิถุนายน ซึ่งน้ำฝนไม่เพียงพอกับความต้องการของมันสำปะหลังในช่วงที่กำลังสะสมน้ำหนัก สำหรับพื้นที่อาศัยน้ำฝนการปลูกในเดือนพฤศจิกายน ทำให้เกิดขาดน้ำในช่วงอายุ 3-5 เดือนมากกว่าการปลูกช่วงมกราคม และหากเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของมันสำปะหลังของเกษตรกร ระหว่างฤดูกาลผลิต 2560/61 -2563/64 ใน 26 จังหวัดหลักที่ปลูกมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เนื่องมาจากสภาพดินฟ้าอากาศและการจัดการ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกมันสำปะหลังแบบอาศัยน้ำฝน นิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ส่วนใหญ่ปลูกช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคม ภาคตะวันออกปลูกเร็วกว่า ขณะที่ภาคเหนือปลูกช้ากว่าพื้นที่อื่น ระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยว 4-19 เดือน เฉลี่ย 10.4 เดือน ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กก.N/ ไร่ ชลบุรีมีการใช้สูงสุด 13.6 กก.N /ไร่ ส่วนตากใช้ต่ำสุด 1.8 กก.N/ไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย

กรมวิชาการเกษตร

4.1 ตัน/ไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตัน/ไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตัน/ไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังเฉลี่ย 268 ลบ.ม./ตัน แยกเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 ลบ.ม./ตัน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 42 ลบ.ม./ตัน สูงสุดที่พิษณุโลก 373 ลบ.ม./ตัน ต่ำสุดที่อุดรธานี 138 ลบ.ม./ตัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ศึกษา 3 โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในจังหวัดอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว ปีการผลิต 2563-2564 พบว่า การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน ใช้ผลผลิตหัวสด 4.35-4.55 ตัน เมื่อนำผลผลิตหัวสดเข้าสู่กระบวนการแปรรูปแป้งดิบมีการใช้ปริมาณน้ำสูงสุดในขั้นตอนการล้างหัวสดร้อยละ 57-71 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง พบว่า แป้งดิบ 1 ตันของแต่ละโรงงานมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 38.1 42.5 และ 53.0 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เฉลี่ย 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อแป้งดิบ 1 ตัน เมื่อวิเคราะห์รวมกับการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกร เ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของหัวสดต่อการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ในแต่ละจังหวัดมีค่า 1,079.6 908.7 และ 798.2 ลูกบาศก์เมตรต่อแป้งดิบ 1 ตัน ตามลำดับ เฉลี่ย 928.8 ลูกบาศก์เมตรต่อแป้งดิบ 1 ตัน เมื่อนำวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งการผลิตมันสำปะหลังและการแปรรูปในโรงงาน ผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,117.1 951.2 และ 851.2 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เฉลี่ย 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อแป้งดิบ 1 ตัน ซึ่งฐานข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยจะช่วยสนับสนุนข้อมูลการติดฉลากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในอนาคต การปรับปรุงการใช้น้ำในขั้นตอนการแปรรูป และทำให้เกิดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบหีบแยก โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5 โรงงานใช้ทะลายปาล์ม 4.05-6.05 ตัน (เฉลี่ย 5.38 ตัน) เพื่อผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน อัตราการสกัดมีค่าร้อยละ 16.5-24.7 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัดมีค่า 3.16-6.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (เฉลี่ย 4.75 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ) ผลการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัท ยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) บริษัท ลำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) บริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด บริษัทอีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด และบริษัทภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด มีค่า 6,437 6,259 6,004 4,309 และ 5,595 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้ทะลายปาล์ม 5.23 และ 5.09 ตัน รสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ 1 ตัน ที่อัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบร้อยละ 19.12 และ 19.65 และมีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน คิดเป็นอัตราการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ร้อยละ 96.11 และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาจังหวัดชุมพร ระนอง และสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2556-2560 พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตกาแฟโรบัสตามีค่า 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกาแฟโรบัสตาในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ระนองและชุมพร มีค่า 51.0 29.5 และ 26.5 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา ศึกษาในพื้นที่อำเภอแม่วาง สะเมิง และดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมือง เวียงป่าเป้า แม่สรวย และเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ปีการผลิต 2562/63–2563/64 พบว่า ส่วนใหญ่ปลูกกาแฟอะราบิการ่วมกับป่าธรรมชาติหรือไม้ผลเมืองหนาวและชาเมี่ยง เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เคมี ยกเว้นการผลิตกาแฟอินทรีย์ ผลวิเคราะห์พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตอะราบิกาในเชียงรายมีค่า 8.08 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 5.65 0 และ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และในเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 7.06 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน ที่ให้น้ำต่างกัน 6 ระดับที่อัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เท่า พบว่า ปี 2562 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 1.0 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 130 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ปี 2563 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 38 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 125-2537 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 15-224 69–2,316 และ 0.006-0.015 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือเป็นกรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 776 0.010 และ 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ที่ให้น้ำต่างกัน 6 ระดับที่อัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เท่า พบว่า ปี 2562 การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 103 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ปี 2563 การให้น้ำอัตรา IW/E 0.8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 93 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 268–17,584 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 2-205 267–17,474 และ 0.011-0.031 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือเป็นกรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 95 4,979 0.018 และ 5,074 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคเหนือ สัมภาษณ์เกษตรกร 137 ราย ใน 3 จังหวัดได้แก่ น่าน ตาก และเพชรบูรณ์ ระหว่างตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า จังหวัดน่านผลผลิตเฉลี่ย 540 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 220.08 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 219.98 และ 0.09 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดตาก ผลผลิตเฉลี่ย 525 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211.67 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 211.63 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลผลิตเฉลี่ย 413 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 310.79 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 310.69 และ 0.10 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาค

กรมวิชาการเกษตร

ตะวันออกเฉียงเหนือ สัมภาษณ์เกษตรกร 135 ราย ใน 3 จังหวัดได้แก่ เลย นครราชสีมา และชัยภูมิ ระหว่างตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า จังหวัดเลย ผลผลิตเฉลี่ย 601 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 1,088.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 30.9 1,057.23 และ 0.07 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดนครราชสีมา ผลผลิตเฉลี่ย 590 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 282.84 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 282.8 และ 0.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดชัยภูมิ ผลผลิตเฉลี่ย 508.45 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 242.58 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 242.07 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง ใช้ข้อมูลโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี ดำเนินการเดือนตุลาคม 2563 ถึงธันวาคม 2564 พบว่า การผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม ใช้อ้อย 450.0450-541.2566 กิโลกรัม หรือใช้อ้อยเฉลี่ย 10.1115 กิโลกรัมต่อน้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัมมีค่า 75.4975–93.3628 ลูกบาศก์เมตร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทรายคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 282.1819–336.9281 ลูกบาศก์เมตร และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทรายไม่คิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 75.5154–93.2636 ลูกบาศก์เมตร การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออก เฉียงเหนือ ใช้ข้อมูลโรงงานน้ำตาลทรายในจังหวัดอุดรธานี นครราชสีมา และบุรีรัมย์ ดำเนินการเดือนตุลาคม 2563 ถึงธันวาคม 2564 พบว่า การผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม ใช้อ้อย 404.2691-459.8760 กิโลกรัม หรือใช้อ้อยเฉลี่ย 8.6407 กิโลกรัมต่อน้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัมมีค่า 63.7616–103.7502 ลูกบาศก์เมตร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทรายคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 245.6827–298.1347 ลูกบาศก์เมตร และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทรายไม่คิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 63.7616–103.7502ลูกบาศก์เมตร

อภิปรายผล

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงานและแหล่งผลิตต้นกล้า 7 หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน มีค่าแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการในแต่ละขั้นตอนการผลิต ประกอบด้วยการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่มีจำนวนมากน้อยต่างกันเมื่อนำไปคำนวณกับปริมาณน้ำที่ให้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำต่างกัน ระบบการให้น้ำที่ต่างกัน ซึ่งช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำทำให้การใช้น้ำน้อยลง และการจัดการปุ๋ยในปริมาณที่ต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากมีระบบการจัดการที่ดีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี และต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม และหากเลือกผลิตในฤดูที่มีปริมาณฝนเหมาะสมจะลดต้นทุนการให้น้ำได้ สำหรับสาเหตุที่บางหน่วยงานมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่ำ เนื่องบางหน่วยงานไม่มีการ

กรมวิชาการเกษตร

ควบคุมการผลิตที่ได้มาตรฐาน แต่เมื่อได้รับคำแนะนำ หน่วยงานดังกล่าวได้มีการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนระบบการผลิตตามคำแนะนำเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำมีค่าสูงขึ้น (ใช้น้ำลดลงในการผลิตต้นกล้า)

การผลิตพืชปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟโรบัสตาและอะราบิกา ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ต้องคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติทั้งดินและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้เกษตรกรมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพจากการเป็นผู้ผลิตพืชเศรษฐกิจดังกล่าว และสิ่งที่เกษตรกรต้องคำนึงถึงในการผลิตพืช เกษตรกรจะต้องรู้จักความต้องการของพืช พันธุ์ของพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของเกษตรกร รวมถึงการจัดการเทคโนโลยีการผลิตพืชนั้นๆ ตามสมบัติของดิน สภาพภูมิอากาศ ระยะการพัฒนาของพืช และความต้องการของพืช รวมถึงการรู้จักเลือกช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมตามระยะการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้พืชดังกล่าวประสบสภาวะเครียดจากการขาดน้ำให้น้อยที่สุด โดยรายละเอียดของเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟโรบัสตาและอะราบิกา ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามปัจจัยที่มีผลกระทบต่อศักยภาพในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตได้นำเสนอในส่วนของผลการศึกษา ซึ่งมีคำแนะนำตามชนิดของพืชและพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน และสามารถทำให้การผลิตพืชบรรลุตามความต้องการในการเพิ่มศักยภาพผลผลิตของเกษตรกร หากมีการจัดการหรือลดผลกระทบทางลบในการผลิตพืช และเมื่อผลผลิตของพืชดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นจากการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม ประสิทธิภาพการใช้น้ำจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก หรือในการผลิตพืชนั้นๆ สามารถลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตพืชลงได้

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือการลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทั้ง การแปรรูปปาล์มน้ำมัน การแปรรูปอ้อย และการแปรรูปมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ แป้งมันและน้ำตาลทราย จากการศึกษาพบว่า ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้น ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 90 ของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบ (ปาล์มน้ำมัน อ้อย และมันสำปะหลัง) ดังนั้นในการลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ จึงต้องไปลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบ โดยเฉพาะกรีนและบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์จึงเป็นบทบาทหลักของเกษตรกรผู้ผลิตพืช ร่วมกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริมการผลิตพืชดังกล่าว โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสมทั้งการใช้พันธุ์ การเลือกช่วงเวลาปลูกเพื่อลดความเครียดจากการขาดน้ำ การให้น้ำและการจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของพืช ฯ เพื่อลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ซึ่งสัมพันธ์อย่างมากกับศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืชนั้น สำหรับการใช้น้ำในกระบวนการแปรรูปเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่กล่าวข้างต้น โดยภาพรวมปริมาณน้ำที่ใช้ในการแปรรูปมีการใช้น้ำในปริมาณที่แตกต่างกันตามประสิทธิภาพของโรงงาน โดยเฉพาะประสิทธิภาพของเครื่องจักรและการลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากกระบวนการผลิต ดังนั้นโรงงานที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง สามารถถอดบทเรียนเพื่อถ่ายทอดกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แก่โรงงานประเภทเดียวกัน เพื่อให้โรงงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ไปด้วยกัน ทำให้เกิดความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในคราวเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สรุปได้ว่า หน่วยงาน D ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (เฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) การผลิตเมล็ดงอกน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ด ส่วนหน่วยงาน K ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันน้อยสุด 0.13–0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.08-0.09 0.04–0.10 และ 0.00 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคใต้ จังหวัดระนองมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 380 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ระนองมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 567.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสตูลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,167.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก จังหวัดชลบุรีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 835 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ตราดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 811.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และชลบุรีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,035.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 859 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี หนองคายมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 739.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และอุดรธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 2,187.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 30 ปี จังหวัดอุทัยธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 1,403 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ปทุมธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 621 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสุโขทัยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคต่างๆ คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การให้น้ำตามความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน และการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 3.43-6.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดมีค่า 3.34-6.62 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มมีค่า 4,309-6,437 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน สรุปได้ว่า สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมเฉลี่ย 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของสหกรณ์

กรมวิชาการเกษตร

นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 3.16 และ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

2) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการผลิตอ้อยมีค่า 25.9-195.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สาเหตุของความแตกต่างมาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่มีค่าสูง 5.0-38.8 ตันต่อไร่ ดังนั้นการจัดการแปลงที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตสูงและทำให้อ้อยใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยเฉลี่ย 93.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ค่าต่ำสุด 35.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่วันปลูกที่ 1 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และสูงสุด 243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ K95-84 ที่วันปลูกที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ซึ่งการให้น้ำส่งผลให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น และขึ้นอยู่กับพันธุ์ วันปลูกและสถานที่ปลูก ค่าการใช้น้ำต่อตันอ้อยมีความแปรปรวนสูง

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง สรุปได้ว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.51–1.87 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 5.64–6.74 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 8.64 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.28–2.07 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 4.91–5.96 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย

3) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าเฉลี่ย 147-366 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 0-21 และ 29-97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ เมื่อแยกตามการให้น้ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ให้น้ำไม่จำกัด ให้น้ำจำกัด และอาศัยน้ำฝนมีค่า มีค่า 211 224 และ 301 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ การให้น้ำช่วง

ระบบการเกษตร

เหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกันแม้ปลูกในพื้นที่เดียวกัน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร สรุปได้ว่า ส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ช่วงปลูกมีนาคม-พฤษภาคม ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 4.1 ตันต่อไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตันต่อไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตันต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 268 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 และ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงสุดที่พิษณุโลกและต่ำสุดที่อุดรธานี 373 และ 138 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง สรุปได้ว่า การแปรรูปแป้งดิบ 1 ตัน ใช้หัวสด 4.35-4.55 ตัน ขั้นตอนล้างหัวสดใช้ปริมาณน้ำสูงสุดร้อยละ 57-71 ของน้ำทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า มีค่า 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ เมื่อวิเคราะห์รวมกับผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ

4) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาเฉลี่ย 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาในสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด ดังนั้นแนวทางลดปริมาณการใช้น้ำ ควรเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบให้น้ำให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา สรุปได้ว่า จังหวัดเชียงราย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 8.08 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 5.65 0 และ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจังหวัดเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 7.06 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

5) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน สรุปได้ว่า การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 และ 0.8 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 และ 38 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) ตามลำดับ การผลิตข้าวโพดหวานแปลงเกษตรกร ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็น กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 776 และ 0.010 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ให้น้ำต่างกัน สรุปได้ว่า การให้น้ำที่อัตรา 1.0 และ 0.8 มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 103 และ 93 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนแปลงเกษตรกรพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 5,074 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 95 4,979 และ 0.018 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดตาก น่าน และเพชรบูรณ์มีค่า 212 220 และ 311 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา และเลยมีค่า 243 283 และ 1,088 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยเกษตรกรจังหวัดเลยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ช่วงแล้งหรือปลูกหลังนาจึงส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิและนครราชสีมาที่ปลูกในช่วงฝน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 5

ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

Implication and Adaptations to Climate Change in Each Region of Thailand on Productivity of Durian

นายธีรวุฒิ ชุตินันทกุล นางสาวมาลัยพร เชื้อบัณฑิต นางอภิรดี กอร์ปไพบูลย์ นางสาวปิยะมาศ โสมภีร์ นายทวีศักดิ์ แสงอุดม นางปาริชาติ พจนศิลป์ นายธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์ นายสมพงษ์ สุขเขตต์ นางสาวณิชชา แหลมเพ็ชร์ นายไว อินต๊ะแก้ว นายฉัตรชัย กิตติไพศาล นางสาวพรพยุง คงสุวรรณ นางสาธิดา โพธิ์น้อย นางสาวรุ้งลาวัลย์ อินต๊ะวงค์ นางสาวอุทัยวรรณ ทรัพย์แก้ว

คำสำคัญ (Key words) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบ การปรับตัว ทุเรียน การผลิต

Climate change, impact, adaptation, durian, productivity

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

จากการที่ผลผลิตทุเรียนมีราคาสูงอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลให้มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็วและขยายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งที่การผลิตทุเรียนในแหล่งปลูกเดิมก็มีบางส่วนที่ยังไม่สามารถจัดการเพื่อให้ได้ทุเรียนที่มีคุณภาพได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากการที่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยสภาพภูมิอากาศแวดล้อมได้ ส่งผลต่อการผลิตทั้งการออกดอก ติดผลและคุณภาพผลผลิตอย่างมาก อีกทั้งบางปียังมีภัยธรรมชาติรุนแรงจนส่งผลเสียหายและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปลูกทุเรียนอย่างกว้างขวาง เช่น ภัยแล้ง วาตะภัย หรือการระบาดของโรคและแมลง เป็นต้น การศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตและคุณภาพของทุเรียนในแหล่งผลิตภาคต่างๆ ของประเทศไทย และเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการทุเรียนคุณภาพรวมถึงลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พบว่า จากการที่มีสภาพอากาศแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านพัฒนาการต้นส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต รวมถึงในแต่ละพื้นที่จะมีการประสบปัญหาวิกฤติของสภาพอากาศแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน ทางด้านแนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบเช่น สภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรงส่งผลให้ทุเรียนยืนต้นตายได้ สามารถลดผลกระทบดังกล่าวโดยการใช้สารเคลือบเพื่อลดการคายน้ำของต้น และการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ หรือ หากทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบานที่จะส่งผลต่อการติดผลเนื่องจาก

ศักยภาพของละอองเกสรต่ำลงอาจทำการลดผลกระทบด้วยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ นอกจากนี้การควบคุมการแตกใบอ่อนกรณีมีฝนตกช่วงพัฒนาการของผลด้วยชะลอการแตกใบอ่อนหรือหากมีใบอ่อนแล้วก็เพิ่มอาหารสะสมโดยการพ่นอาหารเสริมหรือปุ๋ยเกร็ดร่วมกับธาตุอาหารรองสามารถลดเปอร์เซ็นต์ผลด้อยคุณภาพได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาทางด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมควรมีการดำเนินโดยการเก็บข้อมูลพัฒนาการและการปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

Abstract

According to the price of durian's fruits is continuous increasing in recent year, leading to the increasing of planting area in every region of Thailand. However, climate change is a major hindrance in the production. So, the study on the implications and adaptations to climate change in each region of Thailand on productivity of durian was conducted. The 2 main objectives on the effect of climate in different production area to the development of durian and procedure to solute those problem were concerned. It was found that, different environment from different planting area not only affected to the different timing on the development and fruiting but also altered critical problem facing. In the term of technology developing for diminishing the damage from climate change, the result showed that the application of coating particle and brassinosteroid spraying could reduce the damage from water deficit. In case of unsuitable temperature during flowering, pollen of Chanthaburi 6 and Chanthaburi 3 were suggested to increase fruit setting in Monthong. Moreover, low quality of fruit from leaf flushing after raining during fruit development stage could solve with micronutrient and supplementary solvent foliar or new leaf breaking with mepiquat chloride. However, the study on climate change in durian production should be continuously done for more completely data.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

จากการที่ราคาผลผลิตทุเรียนราคาดี เป็นที่ต้องการของตลาดจีน ทำให้ที่ผ่านมาสามารถสร้างกำไรแก่ชาวสวนทุเรียนได้อย่างมาก ส่งผลให้มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกอย่างรวดเร็วและขยายไปทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งที่การผลิตทุเรียนในแหล่งปลูกเดิม ยังไม่ปัญหาไม่สามารถจัดการเพื่อให้ได้ทุเรียนที่มีคุณภาพได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากการที่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยสภาพภูมิอากาศแวดล้อมได้ ส่งผลต่อการผลิตทั้งการออก

ดอก ติดผลและคุณภาพผลผลิต อีกทั้งบางปียังมีภัยธรรมชาติรุนแรงจนส่งผลเสียหายและส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปลูกทุเรียนอย่างกว้างขวาง เช่น ภัยแล้ง วาตะภัย หรือการระบาดของโรคและแมลง เป็นต้น ดังนั้นการปลูกทุเรียนในพื้นที่ใหม่จึงทำให้มีประเด็นปัญหาหรือข้อจำกัดใหม่ที่ต้องหาทางแก้ไขเพิ่มเติม เช่น ช่วงฤดูหนาวในเขตพื้นที่ภาคเหนือซึ่งมีอุณหภูมิต่ำมาก ที่ส่งผลให้ต้นทุเรียนชะงักการเจริญเติบโต หรือปัจจัยอื่นๆ เช่นภัยแล้งที่อาจทำให้ต้นทุเรียนยืนต้นตาย หรือ ฝนตกช่วงพัฒนาการของผลทำให้มีการแตกใบอ่อนส่งผลให้ผลผลิตด้อยคุณภาพ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ภายใต้สถานการณ์เหล่านี้ ถือเป็นโอกาสที่ดีที่ใช้เป็นแนวทางในวิจัยถึงผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลและรูปแบบสำหรับตั้งรับและปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตทุเรียนคุณภาพที่มีอยู่เดิมให้สมบูรณ์ ทันสมัย และครอบคลุม เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตและคุณภาพของทุเรียน พันธุ์การค้า พันธุ์พื้นเมืองที่มีศักยภาพ ในแหล่งผลิตภาคต่างๆ ของประเทศไทย

2.2 เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการทุเรียนคุณภาพ และลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ และกิจกรรมที่ 2 การจัดการทุเรียนในสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยในกิจกรรมที่ 1 จะทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและพัฒนาการของทุเรียนในรอบปี ในพื้นที่แหล่งผลิต 6 พื้นที่ตามภูมิภาคของประเทศ ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ตอนบนและภาคใต้ตอนล่าง ร่วมกับการเก็บข้อมูลเชิงลึก เช่น การตอบสนองทางสรีรวิทยา พร้อมนี้ก็จะทำการศึกษาแนวทางในการจัดการเพื่อลดผลกระทบจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงในกิจกรรมที่ 2 ซึ่งอาจพบสภาพอากาศดังกล่าวในแต่ละแหล่งผลิตในกิจกรรมที่ 1 เช่น กรณีภัยแล้ง การมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปช่วงดอกบาน และการเกิดผลด้อยคุณภาพจากการแตกใบอ่อนหลังฝนตก

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ

การทดลองที่ 1.1 การผลิตทุเรียนคุณภาพในสภาพพื้นที่ปลูกแหล่งต่างๆ ของประเทศไทย (2563-2564)

วิธีการทดลอง

ศึกษาเปรียบเทียบการปรับตัวและการตอบสนองของต้นทุเรียน และการจัดการ ในแต่ละพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย ศรีสะเกษ อุตรดิตถ์ ตราด นนทบุรี ชุมพร และยะลา ศึกษาในทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีการ

กรมวิชาการเกษตร

จัดการต่างกัน 2 แบบคือ 1) ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่มีการดูแลจัดการต้นตามกรรมวิธีเกษตรกร และ 2) ทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ดูแลจัดการต้นตามคำแนะนำ คือเตรียมความพร้อมต้นหลังเก็บเกี่ยวโดยการ ใส่ปุ๋ย ตัดแต่งทรงพุ่ม เตรียมต้นเพื่อชักนำการออกดอก และงดน้ำเพื่อชักนำการออกดอก เป็นต้น

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ทำการคัดเลือกแปลงทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ของเกษตรกรหรือศูนย์วิจัยฯ ในพื้นที่ต่างๆ ดังนี้ ภาคเหนือ จังหวัดเชียงราย อุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคตะวันออก จังหวัดตราด ภาคกลางและภาคตะวันตก จังหวัดนนทบุรี ภาคใต้ จังหวัดชุมพร ยะลา

2. การดำเนินงานตามกรรมวิธี

2.1 คัดเลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุ 8-10 ปี ตามพื้นที่ต่างๆ ที่กำหนด (เก็บข้อมูลจำนวน 10 ต้น ต่อรูปแบบต่อพื้นที่)

2.2 ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดสภาพอากาศ และความชื้นดิน

2.3 เก็บตัวอย่างดินและส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน

2.4 เก็บตัวอย่างใบ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกในรอบปี

2.5 ดูแลจัดการต้นตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร และตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี

2.6 การจัดการต้นตามคำแนะนำ ประกอบด้วย

1) หลังตัดแต่งกิ่ง ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

2) ชักนำการออกดอก โดยการงดน้ำในต้นมีอาการใบตก แล้วจึงทำการให้น้ำครั้งแรก 10 มิลลิเมตร (1 มิลลิลิตร = น้ำ 1 ลิตร ต่อ พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม 1 ตารางเมตร) ทิ้งไว้จนสังเกตเห็นดอกระยะไข่ปลา จึงให้น้ำอัตราปกติ (60% ของอัตราการระเหยน้ำ) ร่วมกับพ่นปุ๋ยและอาหารเสริมทางใบเช่น ปุ๋ย 13-0-46 อัตรา 100-200 กรัม ร่วมกับสารสกัดจากสาหร่ายทะเลอัตรา 60 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร

3) เมื่อดอกบาน ช่วยผสมเกสรเพื่อเพิ่มการติดผลโดยการใช้แปรงขนอ่อนป้ายละอองเกสรให้ตกบนยอดเกสรตัวเมียโดยในช่วงเวลา 18.30 – 21.30 น.

4) ตัดแต่งดอก และผลอ่อน เพื่อควบคุมปริมาณผลให้เหมาะสม

5) พ่นสารป้องกัน กำจัดแมลง เมื่อพบการเข้าทำลายมากกว่าระดับเศรษฐกิจ

6) การควบคุมการแตกใบอ่อน เนื่องจากการแตกใบอ่อนช่วงพัฒนาการของผลจากการมีฝนตกในช่วงพัฒนาผล ที่ทำให้ไปแย่งอาหารในการพัฒนาของผลอ่อน และส่งผลให้คุณภาพของผลด้อยลง ควรใช้สารเมพิครอทคลอไรด์ เข้มข้น 37.5 ppm พ่นเพื่อชะลอการแตกใบอ่อน หรือพ่นปุ๋ยโปแตสเซียมไนเตรท อัตรา 100-200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ในระยะหางปลาเพื่อยับยั้งการพัฒนาของใบ (ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี, 2551)

กรมวิชาการเกษตร

2.7 ศึกษาความเป็นไปได้ในการกระจายการผลิตจากข้อมูลที่ได้ ผนวกกับข้อมูลความเหมาะสมในการปลูกทุเรียนจาก Agri-map

กิจกรรมที่ 2 การจัดการทุเรียนในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาความต้องการน้ำ และระดับวิกฤติของต้นทุเรียนในสภาวะขาดน้ำ

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB แบ่งกรรมวิธีออกเป็น 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้ 1) ให้น้ำ 1.0 เท่าของความต้องการ 2) ให้น้ำ 0.75 เท่าของความต้องการ 3) ให้น้ำ 0.5 เท่าของความต้องการ 4) ให้น้ำ 0.25 เท่าของความต้องการ 5) ไม่ให้น้ำ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมต้นทดลองให้มีความสมบูรณ์ ปลูกในเข่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร โดยใช้ต้นทุเรียนรวมพันธุ์ อายุ 5 ปี

2. จัดการน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยวางต้นภายใต้โรงเรือนพลาสติก เพื่อป้องกันน้ำฝน ในแต่ละต้นทำการหาปริมาตรของดินในเข่ง แล้วคำนวณค่าความชื้นชลประทาน (Field capacity) จากสูตร

ความชื้นชลประทาน = (ปริมาณน้ำ x 100) / น้ำหนักดินทั้งหมดในกระถาง

เมื่อ ปริมาณน้ำ = น้ำหนักของกระถางกับน้ำ – น้ำหนักน้ำที่ไหลออก

ปริมาณน้ำที่ต้องเติม = ปริมาณน้ำที่ความชื้นชลประทาน – (ปริมาณน้ำที่หายไปจากกระถางที่ไม่ปลูกพืช – ปริมาณน้ำที่หายไปจากกระถางที่ปลูกพืช)

ความลึกของน้ำที่ต้องส่งให้กับพืชตามค่าความลึกเขตรากพืช

$$d = (Pw \times As \times D) / 100$$

เมื่อ d = ค่าความลึกของน้ำที่ต้องส่งให้กับพืช (มิลลิเมตร)

Pw = ค่าความชื้นที่ต้องเติมให้แก่ดินที่ระดับความชื้นชลประทาน (%)

As = ค่าความถ่วงจำเพาะของดิน (1.32)

D = ค่าความลึกของเขตรากพืชหรือความลึกของดินที่ต้องการให้น้ำซึมลงไปถึงหลังการให้น้ำ (มิลลิเมตร)

การคำนวณปริมาตรของดินบริเวณรากพืช

$$v = \P r^2 h$$

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อ v = ปริมาตรของดิน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

r = รัศมีของราก (เซนติเมตร)

h = ความลึกของราก (เซนติเมตร)

ปริมาณน้ำที่ต้องให้ = ปริมาตรของดินบริเวณรากพืช x [(ค่าความชื้นชลประทาน – ค่าความชื้นที่วัดได้) / 100]

3. ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของต้น การเจริญเติบโต และเมื่อทำการทดลองผ่านไป 5 วัน ทำการตรวจวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นทุเรียน

4. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการทดลอง

การทดลองที่ 2.2 การใช้สารเพื่อเพิ่มความทนแล้งในต้นทุเรียน

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB ปี 2563 แบ่งกรรมวิธีออกเป็น 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้

1) ไม่ใช้สาร (ควบคุม) จัดการดูแลต้นทดลองตามปกติตามระยะพัฒนาการของต้นทุเรียน

2) พ่นสาร kaolin mineral particle film 6% w/v อัตรา 1 กก./น้ำ 200 ลิตร พ่น ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

3) พ่นสารละลายไมโครคริสตอไรด์ แวกซ์ 20% อัตรา 200 มล./น้ำ 200 ลิตร พ่น ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

ปี 2564 แบ่งกรรมวิธีออกเป็น 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้

1) ไม่ใช้สาร (ควบคุม) จัดการดูแลต้นทดลองตามปกติตามระยะพัฒนาการของต้นทุเรียน

2) พ่นสาร kaolin mineral particle film 6% w/v อัตรา 1 กก./น้ำ 200 ลิตร พ่น ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

3) พ่นสาร sunguard 6% w/v อัตรา 1 กก./น้ำ 200 ลิตร พ่น ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

4) พ่นสารละลาย Brassinosteroid 1 µM อัตรา 50 มล./น้ำ 200 ลิตร ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

กรมวิชาการเกษตร

5) พ่นสารไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ 20% อัตรา 200 มล./น้ำ 200 ลิตร ทุก 7-14 วัน โดยเริ่มพ่นครั้งแรกก่อนเข้าสู่ฤดูแล้ง 1 เดือน และหยุดพ่นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. คัดเลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีอายุ 10-15 ปี ที่มีความสมบูรณ์ต้นสม่ำเสมอกัน จำนวน 40 ต้น

2. จัดการเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นโดยการใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำของกรมวิชาการเกษตร

3. ป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

4. ชักนำการออกดอกโดยการงดน้ำ เพื่อให้มีการออกดอกพร้อมกัน

5. จัดการต้นตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยทุกกรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่าของความต้องการและให้น้ำทุก 10 วัน

6. บันทึกข้อมูล

7. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการทดลอง

การทดลองที่ 2.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิตของละอองเกสรทุเรียนลูกผสม

แบบและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB แบ่งกรรมวิธีออกเป็น 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ดอก ดังนี้ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 1-9 จัดการควบคุมอุณหภูมิเป็น 6 ช่วง ได้แก่ 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส

วิธีปฏิบัติการทดลอง

<u>ปีที่ 1 ตรวจเช็คความงอกบนจานเพาะ และยอดเกสรตัวเมียหมอนทอง ที่อุณหภูมิต่างๆ</u> ในห้องปฏิบัติการ

1. ตัดดอกทุเรียนในระยะดอกบานของทุเรียนทั้ง 9 พันธุ์
2. เคาะละอองเกสรลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารวุ้น เก็บรักษาในช่วงอุณหภูมิ ทั้ง 6 ช่วง
3. ตรวจเช็คการงอกของละอองเกสรเมื่อเวลาผ่านไป 2 และ 12 ชั่วโมง
4. ท้าการทดลองแบบเดียวกันแต่เคาะละอองเกสรของทั้ง 9 พันธุ์ บนยอดเกสรตัวเมีย ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ ทั้ง 6 ช่วง
5. ตรวจวัดการงอกของละอองเสกร ด้วยกล้องจุลทรรศน์

<u>ปีที่ 2 ตรวจเช็คการติดผลในแปลงทดลอง</u>

1. เก็บละอองเกสรที่คัดเลือกว่ามีการงอกดีที่สุด 1-3 พันธุ์แรก และเกสรของทุเรียนหมอนทอง มาผสมกับดอก ของต้นทุเรียนหมอนทอง

กรมวิชาการเกษตร

2. ควบคุมอุณหภูมิ 6 ช่วง โดยใช้กล่องโฟมควบคุมอุณหภูมิ

3. บันทึกการติดผลและคุณภาพผล

4. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการทดลอง

การทดลองที่ 2.4 การควบคุมการแตกใบอ่อนในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ทุเรียนคุณภาพ

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบ RCB แบ่งกรรมวิธีออกเป็น 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น ดังนี้

1. ปล่อยตามธรรมชาติ (control)

2. พ่นสาร เมพิควอทคลอไรด์ อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อชะลอการแตกใบอ่อน

3. พ่น 13-0-46 อัตรา 100-200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อปลิดใบอ่อน

4. พ่น อาหารเสริมทางใบ (คาร์โบไฮเดรตสำเร็จรูป อัตรา 20 มิลลิลิตร + ปุ๋ยเกร็ด 20-20-20 อัตรา 60 กรัม + กรดฮิวมิค อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร) เพื่อเพิ่มแหล่งอาหารสะสมให้ใบและผล

5. พ่น สารละลายกลูโคส 0.5-1.0% + สารละลายแมกนีเซียม อัตรา 5-10 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ใบ

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. เตรียมต้นทดลองให้มีความสมบูรณ์ โดยใช้ต้นทุเรียนในแปลงปลูกศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ห้วยสะพานหิน) หรือสวนเกษตรกรในพื้นที่ จ.จันทบุรี อายุ 10-15 ปี

2. ชักนำการออกดอกของต้นโดยการงดน้ำเพื่อให้ต้นมีการออกดอกพร้อมกัน ดูแลรักษาผลตามระยะพัฒนาการ

3. เมื่อผลอายุ 7-8 สัปดาห์ กระตุ้นการแตกใบอ่อนโดยการรดน้ำ หลังจากต้นแตกใบอ่อน ทำการจัดการตามกรรมวิธีที่กำหนด

4. ตรวจวัดการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของผล และใบอ่อน

5. เมื่อผลสุกแก่ ทำการตรวจวัดคุณภาพผล

6. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ

สภาพอากาศกับพัฒนาการของต้นทุเรียนในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนทั้งปี ย้อนหลังปี 2552-2562 ของแต่ละพื้นที่ที่ดำเนินการทดลอง สามารถแบ่งกลุ่มออกตามปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบปีได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากกว่า 3,000 มิลลิเมตร ได้แก่ จังหวัดตราด กลุ่มที่สองมีปริมาณฝนตก 2,000 -3,000 มิลลิเมตรต่อปี ได้แก่ ชุมพรและยะลา กลุ่มที่สามมีปริมาณฝนตกน้อยกว่า 2,000 มิลลิเมตร ได้แก่ ศรีสะเกษ อุตรดิตถ์ เชียงราย และ นนทบุรี ซึ่งนอกจากปริมาณน้ำฝน พบว่าการกระจายตัวในรอบปีมีผลพัฒนาการและการผลิตทุเรียน กล่าวคือ ในพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณฝนที่มีรูปแบบชัดเจนโดยฝนจะมีการตกกระจายตัวตั้งแต่ พฤษภาคม – ตุลาคม และจะมีช่วงที่มีปริมานฝนตกน้อยหรือช่วงปลอดฝนในฤดูหนาวคือ พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ซึ่งพบว่าในแหล่งผลิตกลุ่มนี้มีรอบการผลิตทุเรียนเพียง 1 รอบต่อปี ส่วนในภาคใต้พบว่า ทั้งภาคใต้ตอนบน (ชุมพร) และภาคใต้ตอนล่าง (ยะลา) มีปริมาณฝนตกตลอดปี แต่ละมีฝนตกมากในช่วง พฤศจิกายน – มกราคม โดยในภาคใต้เป็นพื้นที่ที่สามารถผลิตทุเรียนนอกฤดูได้ ทั้งตามธรรมชาติและการจัดการโดยการใช้สารชักนำการออกดอก

ทั้งนี้ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ดำเนินการทดลองคือ ปี 2563-2564 มีแนวโน้มคล้ายกับข้อมูลย้อนหลัง 2552-2562 แต่แนวโน้มปริมาณน้ำฝนในรอบปี 2563 ค่อนข้างน้อยกว่าปี 2564 ในส่วนใหญ่ของพื้นที่ดำเนินงานทดลอง และแสดงว่ารูปแบบการกระจายตัวของน้ำฝนในรอบปี มีผลต่อพัฒนาการหรือรอบการผลิตของทุเรียนในประเทศไทยที่จะจำกัดว่าแต่ละพื้นที่สามารถผลิตได้เพียงหนึ่ง หรือ สามารถผลิตนอกฤดูได้

จากการเก็บข้อมูลพัฒนาของแปลงทดลองในพื้นที่แหล่งผลิตต่างๆ โดยเน้นที่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นหลัก พบว่า ในแต่ละพื้นที่มีพัฒนาการที่แตกต่างกัน ตั้งแต่การแตกใบอ่อน การเกิดตาดอก ดอกบาน จนถึงเก็บเกี่ยว โดยในแหล่งผลิตภาคตะวันออกเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายน จังหวัดนนทบุรีเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤษภาคม จังหวัดอุตรดิตถ์และชุมพรที่มีการผลิตในฤดูเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน จังหวัดศรีสะเกษ เชียงราย และยะลา เริ่มมีการเก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม ส่วนการผลิตนอกฤดูของจังหวัดชุมพรมีการเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ อย่างไรก็ตามในพื้นที่จังหวัดชุมพรพบว่ามีการผลิตนอกฤดูได้เกือบตลอดปี ซึ่งพัฒนาการของทุเรียนในรอบปีที่แต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจมีอิทธิพลจากอุณหภูมิร่วมด้วย ซึ่งในรอบการผลิตของปีภาคตะวันออกจะมีการเก็บเกี่ยวก่อนภาคอื่นของประเทศ ถัดมาคือ ภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิต่ำสุด ซึ่งในรอบปีจะมีช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส โดยภาคตะวันออกมีการเพิ่มของอุณหภูมิที่สูงกว่า 20 องศาเซลเซียสเร็วกว่าในพื้นที่อื่นๆ ถัดมาคือนนทบุรี อุตรดิตถ์ ศรีสะเกษ และเชียงราย ตามลำดับ ส่วนในภาคใต้น่าจะมีอิทธิพลมาจากปริมาณฝนเป็นหลัก

กรมวิชาการเกษตร

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

เนื่องจากความแตกต่างกันรอบปีของแต่ละพื้นที่ภูมิภาคของประเทศคือ การแบ่งตามลักษณะการกระจายตัวของปริมาณฝนในรอบปี โดยทำการแบ่งออกเป็นช่วงที่มีประมาณฝนตกน้อยหรือฤดูแล้ว ช่วงที่มีปริมาณฝนตกปานกลางและช่วงที่มีปริมาณฝนตกมาก ซึ่งได้ทำการวัดการสนองทางสรีรวิทยาในรอบวันจำนวน 3 พื้นที่ คือ จังหวัดนนทบุรี ตราด ชุมพร และศรีสะเกษ โดยแต่ละช่วงของการวัดคือ ช่วงที่มีปริมาณฝนน้อยได้แก่เดือนธันวาคมถึงมีนาคม ช่วงที่มีปริมาณฝนปานกลางในเดือนมิถุนายน และช่วงที่ปริมาณฝนมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับช่วงที่ทำการวัด คือ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงปริมาณฝนน้อยมีค่าน้อยที่สุด และในช่วงปริมาณฝนมากมีค่ามากที่สุด ซึ่งความชื้นจะค่อยๆ ลดลงในช่วงสายถึงบ่าย และ อาจเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น

อัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวัน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในตอนเย็น และเมื่อเปรียบระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดพบว่า ในช่วงที่มีปริมาณฝนมากมีแนวโน้มอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันน้อยที่สุด ส่วนในช่วงที่มีปริมาณฝนตกปานกลางมีอัตราการสังเคราะห์ดีที่สุด

ค่าชักนำปากใบในรอบวัน มีแนวโน้มลดลงจากช่วงเช้าถึงเย็น โดยพบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการคายน้ำในรอบวัน ซึ่งอัตราการคายน้ำในช่วงที่มีปริมาณฝนตกปานกลางมีแนวโน้มสูงกว่าช่วงอื่น อย่างไรก็ตามไม่พบแนวโน้มความแตกต่างระหว่างแต่ละช่วงที่ทำการตรวจวัดของค่าชักนำปากใบในรอบวัน

ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างของเซลล์ บางพื้นที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวัน เช่น ในจังหวัดนนทบุรี แต่ในหลายพื้นที่ไม่มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน

นอกจากนี้ได้ทำการตรวจวัด ในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำในพื้นที่ จังหวัดนนทบุรี พบว่า มีอัตราการสังเคราะห์แสงและค่าชักนำปากใบในรอบวันค่อนข้างน้อยและจะมีเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น แต่ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงว่างของเซลล์มีแนวโน้มเพิ่มในช่วงเที่ยงและบ่าย ในขณะที่อัตราการคายน้ำในรอบวันค่อนข้างต่ำ

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนและปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบทุเรียนที่ระยะพัฒนาการต่างๆ กัน

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในใบของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง โดยทำการศึกษาฮอร์โมน 2 ชนิด ได้แก่ GA3 และ IAA พบว่า ในพื้นที่ จ.ตราด มีปริมาณ GA3 มากที่สุดในระยะออกดอก และปริมาณจะลดลงในระยะพัฒนาการผล จนถึงก่อนเก็บเกี่ยว ส่วน IAA มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ สำหรับผลการวิเคราะห์จากต้นทุเรียนใน จ.นนทบุรี พบว่า ปริมาณ GA3 พบมากที่สุดในระยะออกดอก รองลงมาคือระยะพัฒนาการของผล แต่ไม่พบในระยะการเตรียมต้น ส่วน IAA พบเฉพาะในระยะเตรียมต้นเพียงเล็กน้อย และไม่พบในระยะอื่นๆ

กรมวิชาการเกษตร

การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากการเก็บใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในแต่ละช่วงพัฒนาการ จากตัวอย่างทุเรียนในพื้นที่ จังหวัดตราด นนทบุรี และศรีสะเกษ พบว่า ปริมาณธาตุโตรเจนมีแนวโน้มลดลงในช่วงพัฒนาการของผล ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงในช่วงออกดอก แคลเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงออกดอก ส่วนธาตุอาหารรองอื่นๆ พบว่า เหล็กลดลงในช่วงก่อนเก็บเกี่ยว ทองแดงลดลงในช่วงออกดอก แมงกานีสและสังกะสีมีประมาณเพิ่มขึ้นในช่วงออกดอกและลดลงในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นมาตรฐานในใบทุเรียนตามรายงานของ สุมิตรา และคณะ (2544) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของทุเรียนจากจังหวัดนนทบุรี และศรีสะเกษ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือ 2.00-2.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจังหวัดตราดมีค่าน้อยกว่ามาตรฐาน ส่วนธาตุอื่นๆ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดิน ไม่พบรูปแบบความสัมพันธ์

พัฒนาการของผลและคุณภาพผลผลิต

จากการทดลองที่ทำการเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธีคือ ตามวิธีการปฏิบัติของเกษตร และ การจัดการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร พบว่า เมื่อได้ดำเนินการทดลอง เกษตรกรจะทำการเปลี่ยนการปฏิบัติเดิมของตนเอง ตามกรรมวิธีคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จึงทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างได้ในเกือบทุกพื้นที่ที่ทำการทดลอง โดยพัฒนาการของทุเรียนหลังติดผลมีรูปแบบคล้ายกัน

อย่างไรก็ตาม ในแปลงของ จ.อุตรดิตถ์ สามารถเห็นความแตกต่างในการไว้ผลผลิตบนต้น ซึ่งเป็นกรณีของต้นทุเรียนที่เพิ่มเริ่มมีการให้ผลผลิตในปีแรก เนื่องจากต้นทุเรียนที่ทำการทดลองมีอายุเพียง 6 ปี โดยพบว่า ตามกรรมวิธีของเกษตรกร มีการไว้ผลเฉลี่ย 7 ผลต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรที่มีการตัดแต่งผลให้เหมาะสมกระจายทั่วทั้งต้น จึงไว้ผลเฉลี่ยจำนวน 5.5 ผลต่อต้น โดยพบว่า ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ตามวิธีของเกษตรมีน้ำหนักผลต่อต้นเพียง 2.37 กิโลกรัม ในขณะที่การจัดการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีน้ำหนักผลเฉลี่ย 4.79 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อต้นตามวิธีเกษตรกรจะเท่ากับ 16.6 กิโลกรัม ในขณะที่การจัดการตามคำแนะนำของกรมฯ มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 26.3 กิโลกรัม

ผลของอุณหภูมิต่อการติดผลของทุเรียน

จากการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิในช่วงดอกบานต่อการติดผลของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ใน 4 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี ตราด อุตรดิตถ์ และ ศรีสะเกษ พบว่า ในแปลงจังหวัดนนทบุรี ช่วงดอกบานมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22-30 องศาเซลเซียส โดยพบว่าการติดผลมากเมื่ออุณหภูมิในช่วงดอกบานอยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการติดผลประมาณ 20-50 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่แปลงจังหวัดตราด มีการติดผลมากในช่วงอุณหภูมิ 25-26 องศาเซลเซียส โดยมีการติดผล 40-70 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่แปลงจังหวัดศรีสะเกษมีการติดผลในช่วงอุณหภูมิ 24-29 องศาเซลเซียส โดยมีการติดผล 5-12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในพื้นที่แปลงจังหวัดอุตรดิตถ์ ไม่พบการติดผลในช่วงอุณหภูมิที่ทำการเก็บข้อมูล สอดคล้องกับรายงานของ Kozai et al. (2014) ที่รายงานว่า อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป

กรมวิชาการเกษตร

ในช่วงดอกบานมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสรทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยจะส่งผลต่อการติดผลให้มีน้อยลงไปด้วย

สำหรับการที่เปอร์เซ็นต์การติดผลในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน นอกจากมีผลมาจากช่วงอุณหภูมิแล้ว ยังมีสาเหตุจากการจัดการ ซึ่งในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดตราดเกษตรกรจะทำการปัดดอกเพื่อช่วยผสมเกสรในช่วงกลางคือ ส่วนในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ เกษตรกรไม่มีการปัดดอกโดยเฉพาะในจังหวัดอุตรดิตถ์ซึ่งต้นทุเรียนมีการปลูกอยู่ตามไหล่เขา ยากต่อการเข้าทำงานในช่วงกลางคืนทำให้ไม่มีการติดผลในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้แนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มการติดผลอาจทำได้โดยการผสมด้วยละอองเกสรจากพันธุ์ทุเรียนที่มีศักยภาพเช่นทุเรียนลูกผสมจันทบุรี 6 และจันทบุรี 3

ผลกระทบจากสภาวะอากาศวิกฤติกรณีอุณหภูมิต่ำ

ในปี 2563 พบว่ามีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศต่อการผลิตทุเรียน คือในพื้นที่ภาคเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดอุตรดิตถ์ และจังหวัดเชียงราย มีสภาวะอากาศหนาวเย็น ส่งผลให้ ต้นทุเรียนในพื้นที่ดังกล่าว มีอาการใบร่วงอย่างรุนแรง โดยพบว่าใบจะเริ่มมีอาการเหี่ยว แห้ง แล้วค่อยๆ เหลือง และหลุดร่วงจากต้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากค่าของอุณหภูมิในพื้นที่ พบว่า ในสองพื้นที่ดังกล่าว มีช่วงที่อุณหภูมิต่ำสุด น้อยกว่า 20 องศาเซลเซียส คือ 13 องศาเซลเซียสในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ และ 6 องศาเซลเซียสในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าหากต้นทุเรียนได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้เกิดอาการใบร่วงได้

ดังนั้นการรองรับต่อสภาวะอากาศหนาวนอกจากจะต้องเพิ่มการวิจัยเพื่อลดผลกระทบจากอุณหภูมิต่ำในแต่ละช่วงพัฒนาการของทุเรียนแล้ว ควรมีแนวทางป้องกันเช่น การ zoning เพื่อกำหนดพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกทุเรียนตั้งแต่เริ่มแรก เพราะปัจจุบันจากการที่ทุเรียนมีราคาดีอย่างต่อเนื่องทำให้มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกอย่างกว้างขวางโดยไม่มีการคำนึงถึงความเหมาะสมเรื่องพื้นที่ปลูกและสภาพอากาศ ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องในอนาคตได้

กิจกรรมที่ 2 การจัดการทุเรียนในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาความต้องการน้ำ และระดับวิกฤติของต้นทุเรียนในสภาวะขาดน้ำ

ทำการเตรียมต้นทุเรียนในเข่งที่ปลูกภายในโรงเรือนพลาสติกให้มีความสมบูรณ์ ตรวจวัดต้นทุเรียนก่อนเริ่มการทดลอง เมื่อทำการจัดการน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนดโดยให้น้ำทุกวันตามค่าปริมาณน้ำที่กำหนด พบว่า เมื่อจัดการน้ำได้ 5 วัน กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำทำให้ต้นทุเรียนแสดงอาการเหี่ยวทั้งต้น และ ใบร่วงทั้งต้น ในขณะที่กรรมวิธีที่ให้น้ำ 1 เท่า และ 0.5 เท่า ใบยังไม่ร่วง เมื่อเวลาผ่านไปนาน 13 วัน กรรมวิธีที่ไม่งดน้ำใบร่วงเพียง 3.36% ในขณะที่กรรมวิธีที่งดน้ำ คือ ให้น้ำ 0.75 0.5 และ 0.25 เท่า มีใบร่วงของใบเท่ากับ 13.95, 13.43 และ 9.34%

กรมวิชาการเกษตร

ตามลำดับ และหลังงดน้ำไป 19 วัน ใบเริ่มร่วงมากขึ้น อยู่ในช่วง 12-20% สอดคล้องกับรายงานของ สายัณห์ (2534) ที่ว่า เมื่อพืชขาดน้ำกระบวนการตอบสนองที่เร็วที่สุดคือการร่วงของใบ เพื่อให้พืชสามารถอยู่รอดได้

เมื่อทำการตรวจวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาหลังจัดการน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนดเป็นเวลา 5 วัน พบว่า การสังเคราะห์แสงในรอบวันมีแนวโน้มเหมือนกัน คือ เพิ่มขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น แต่กรรมวิธีที่ไม่มีการให้น้ำเลย พบว่า ใบมีอัตราการสังเคราะห์ที่ต่ำมาก คืออยู่ในช่วง -0.51 ถึง 0.29 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ โดยกรรมวิธีที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงมากที่สุดคือ การให้น้ำ 0.5 เท่าของความต้องการ รองลงมาคือ ให้น้ำ 0.75 1.0 และ 0.25 เท่า ตามลำดับ ซึ่งช่วงที่ใบมีการสังเคราะห์แสงมากที่สุดคือเวลา 10.00 น. โดยแต่ละกรรมวิธีมีค่าเท่ากับ 10.93 10.00 5.38 และ 2.97 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างระหว่างเซลล์พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเลย มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบวันมากที่สุด คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 367.67 - 423.75 μmol CO_2 mol^{-1} ส่วนในอีก 4 กรรมวิธี มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกรรมวิธีให้น้ำ 0.25 เท่าของความต้องการมีแนวโน้มต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น โดยรูปแบบของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในช่องว่างระหว่างเซลล์ในรอบวัน มีแนวโน้มลดลงในช่วงเที่ยงและเพิ่มขึ้นในช่วงบ่ายถึงเย็น ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่ออัตราการสังเคราะห์แสงลดลง จะทำให้ความข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในใบสูงขึ้น (Martin et al, 1983 อ้างโดย สุนทรี 2537)

อัตราการคายน้ำ พบว่า ในรอบวันอัตราการคายน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น โดยกรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่าของความต้องการมีค่าสูงกว่าทุกกรรมวิธี รองลงมาคือ กรรมวิธีให้น้ำ 0.75 1.0 และ 0.25 เท่าของความต้องการ ส่วน กรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำเลย มีอัตราการคายน้ำในรอบวันน้อยที่สุด

ค่าชักนำปากใบในรอบวัน พบว่า มีความสอดคล้องกับอัตราการคายน้ำ โดยมีแนวโน้มสูงในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น โดยกรรมวิธีที่มีค่าชักนำปากใบสูงที่สุดคือ กรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่าของความต้องการ รองลงมาคือ ให้น้ำ 0.75 และ 1.0 เท่าของความต้องการ ส่วนกรรมวิธีให้น้ำ 0.25 เท่าของความต้องการและไม่ให้น้ำเลยมีค่าชักนำปากใบในรอบวันต่ำที่สุด วลัยพร และคณะ (2562) กล่าวว่าค่าชักนำปากใบ (Stomatal conductance) บ่งบอกถึงระดับการเปิดกว้างของปากใบ ค่าที่สูงแสดงว่าปากใบเปิดกว้างได้มากในสภาพขาดน้ำ จากการศึกษามันสำปะหลังต่อสภาวะแล้ง พบว่าทุกสายพันธุ์มีค่าชักนำปากใบลดต่ำลงในทุกช่วงเวลา ซึ่งการเปิดปิดปากใบเป็นกลไกสำคัญในการลดการสูญเสียน้ำของมันสำปะหลัง สังเกตได้จากใบที่แสดงอาการเหี่ยวและเริ่มสดชื่นในช่วงใกล้เย็น

ประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการให้น้ำมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีแนวโน้มลดลงจากเที่ยงถึงเย็น ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ให้น้ำ มีค่าต่ำที่สุด คืออยู่ในช่วง -0.70 ถึง 0.66 mol CO_2 /mmol H_2O สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhao et al. (2020) ที่พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงจะลดลงในสภาวะขาดน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

อัตราการไหลของน้ำในลำต้นทุเรียนที่วัดได้จากเครื่อง sap flow พบว่ากรรมวิธีที่งดการให้น้ำมีการไหลของน้ำในลำต้นน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยกรรมวิธีที่ให้น้ำอัตรา 1 เท่าของความต้องการมีอัตราการไหลของน้ำในลำต้นสูงที่สุด ส่วนการให้น้ำที่ระดับ 0.75 0.5 และ 0.25 เท่าของความต้องการมีอัตราการไหลของน้ำภายในลำต้นใกล้เคียงกัน

จะเห็นได้ว่า ต้นทุเรียนที่ทำการทดลองสามารถขาดได้ถึงระดับ 0.25 เท่าของความต้องการ แต่เมื่อดูจากประสิทธิภาพของใบพบว่า ระดับของให้น้ำที่ 0.5 เท่าของความต้องการยังทำให้ใบสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีที่สุด ดังนั้นในกรณีที่มีน้ำน้อยในทุเรียนเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อต้น ควรมีการให้น้ำอย่างน้อยที่สุดคือ 0.25 เท่าของความต้องการ ซึ่งการให้น้ำทุเรียนในระดับ 0.5 เท่าของความต้องการนอกจากจะไม่ส่งผลเสียหายต่อทุเรียนแล้วการบวนการทางสรีรวิทยาของใบยังคงมีประสิทธิภาพที่ดีอีกด้วย

จากการศึกษาในสภาพโรงเรือนกับต้นกล้าทุเรียน ได้ทำการปรับเพื่อทดลองกับต้นทุเรียนในแปลงปลูกช่วงระยะวิกฤติคือระยะพบว่า ต้นทุเรียนสามารถขาดน้ำได้มากกว่าในสภาพโรงเรือน กรรมวิธีที่ไม่มีการให้น้ำต้นมีอาการใบเหลืองในวันที่ 5 และ ใบร่วงทั้งต้นในวันที่ 6 ซึ่งในแปลงต้นที่ไม่มีการให้น้ำเลย มีอาการใบเหลืองเกิน 50% ในวันที่ 7 ซึ่งหลังจากนั้นจำเป็นต้องมีการให้น้ำเพื่อป้องกันต้นตายหรือเสียหาย อย่างไรก็ตามเนื่องจากระหว่างดำเนินการทดลองมีฝนตกอย่างต่อเนื่องทำให้ไม่สามารถงดน้ำให้อยู่ในระดับที่กำหนดตามแต่ละกรรมวิธีได้

การทดลองที่ 2.2 การใช้สารเพื่อเพิ่มความทนแล้งในต้นทุเรียน

ในปีแรก (2563) หลังจากที่ ดูแลต้นโดยการใส่ปุ๋ยบำรุง เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ต้น ใส่ปุ๋ยคอก 30 กิโลกรัม/ต้น ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 อัตรา 2 กิโลกรัม/ ต้น เพื่อกระตุ้นการแตกใบอ่อน และ เพิ่มความสมบูรณ์ต้น ดูแลรักษาใบอ่อนตามระยะพัฒนาการของใบ จนเมื่อต้นมีการออกดอกติดผล จึงทำการศึกษา เปรียบเทียบจำนวน 3 กรรมวิธี คือ การพ่นด้วยสารคาโอลิน และไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ เปรียบเทียบกับการไม่พ่นเป็นกรรมวิธีควบคุม ซึ่งแต่ละต้นทำการไว้ผล จำนวน 35 ผล พบว่า กรรมวิธีพ่นด้วยคาโอลิน มีจำนวนผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้มากที่สุด คือ 30.7 ผลต่อต้น รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นด้วย ไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ มีผลผลิต 27.4 ผลต่อต้น ส่วนกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นสารมีการร่วงของผลมากกว่ากรรมวิธีอื่น คือเหลือผลผลิตเฉลี่ยเพียง 10.3 ผลต่อต้น โดยทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักผลของทั้งสามกรรมวิธีก็มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน โดยกรรมวิธีพ่นด้วยคาโอลิน มีน้ำหนักผลเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.2 กิโลกรัม รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นด้วย ไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ มีน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม และกรรมวิธีที่ไม่มีการพ่นสารมีค่าน้อยที่สุด 2.6 กิโลกรัม

ในปีที่สอง (2564) ได้ทำการเพิ่มกรรมวิธี เป็น 5 กรรมวิธี คือ การพ่นด้วยการพ่นด้วยสารคาโอลิน ซันการ์ด บราสสิโนสเตอรอยด์ และไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ เปรียบเทียบกับการไม่พ่นเป็นกรรมวิธีควบคุม โดยทำการไว้ผล จำนวน 50 ผลต่อต้น พบว่า จำนวนผลผลิตที่เหลือสามารถเก็บเกี่ยวได้ของกรรมวิธีพ่นคาโอลินมีมากที่สุด คือ

40 ผลต่อต้น ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยที่กรรมวิธีพ่นสาร บราสสิโนเตอรอยด์ ซันการ์ด และ ไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ มีผลผลิตใกล้เคียงกัน คือ 33.8 33.6 และ 33.0 ผลต่อต้น ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้สารมีผลผลิตเหลือน้อยที่สุดคือ 25.4 ผลเท่านั้น โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักผลของกรรมวิธีที่ใช้สารเพิ่มความทนแล้งโดยใช้คาโอลินมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 3.3 กิโลกรัม รองลงมาคือ ซันการ์ด บราสสิโนสเตอรอยด์ และ ไมโครคริสตอไรด์แวกซ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.18 3.04 และ 3.0 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 กิโลกรัม

การทดลองที่ 2.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิตของละอองเกสรทุเรียนลูกผสม

การงอกของละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 1 – 9 ที่ควบคุมอุณหภูมิ10 15 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 90±5% พบว่า

ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 91.64 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 3 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 91.08 % และพันธุ์จันทบุรี 5 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 49.85 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 3.3, 2.4 และ 1.8 ตามลำดับ ร้อยละการงอกของละอองเกสรมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล

ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 93.78 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 8 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 92.53 % และพันธุ์จันทบุรี 4 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 88.19 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 0.8, 0.8 และ 1.5 ตามลำดับ ร้อยละการงอกของละอองเกสรมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล

ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 3 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 91.73 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 7 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 90.57 % และพันธุ์จันทบุรี 9 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 86.89 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 1.5, 1 และ 1.4 ตามลำดับ ร้อยละการงอกของละอองเกสรมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล

ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 9 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 86.88 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 2 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 57.50 % และพันธุ์จันทบุรี 3 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 48.60 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

เท่ากับ 2.4, 2.5 และ 3.1 ตามลำดับ ร้อยละการงอกของละอองเกสร มีการกระจายของข้อมูลมากกว่าในการทดลองที่ อุณหภูมิ 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส แต่ยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล

ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 52.54 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 3 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 50.00 % และพันธุ์จันทบุรี 8 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 43.67 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 3.8, 4.1 และ 7.1 ตามลำดับ ร้อยละการงอกของละอองเกสรมีการกระจายของข้อมูลมากกว่าในการทดลองทำที่ อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของข้อมูลเป็นผลมาจากอุณหภูมิทำให้การงอกผิดปกติหลอดเรณูงอกสั้นและไม่สมบูรณ์

ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 3 มีร้อยละการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เท่ากับ 55.40 % รองลงมา คือ พันธุ์จันทบุรี 6 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 51.11 % และพันธุ์จันทบุรี 8 มีร้อยละการงอกของละอองเกสร เท่ากับ 31.67 % ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 7.1, 5.9 และ 3.3 ตามลำดับ แสดงว่า ร้อยละการงอกของละอองเกสรมีการกระจายของข้อมูลมากกว่าในการทดลองทำที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของข้อมูลเป็นผลมาจากอุณหภูมิทำให้การงอกผิดปกติหลอดเรณูงอกสั้นและไม่สมบูรณ์

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Naoko (2015) ทำการศึกษาความมีชีวิตของละอองเกสรตัวผู้และความสามารถในการงอกของเกสรตัวผู้ ที่อุณหภูมิสูง 30 และ 35 องศาเซลเซียส หรือต่ำ 10 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิสูงและต่ำเกินไปมีผลกระทบต่อความมีชีวิต และความสามารถในการงอกของละอองเกสรตัวผู้ ทำให้ร้อยละการงอกต่ำ และแม้ว่าสามารถงอกได้แต่การงอกหลอดเรณูจะสั้น ไม่สมบูรณ์ กระทบกับความสามารถในการผสมกับรังไข่ ทำให้ไม่สามารถผสมได้ และจากการทดสอบการงอกของละอองเกสรของทั้ง 9 พันธุ์ บนยอดเกสรตัวเมียของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ ทั้ง 6 ช่วง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าละอองเกสรของทั้ง 9 พันธุ์สามารถงอกได้ดีที่บนยอดเกสรตัวเมียของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

คัดเลือกเกสรที่มีอัตราการร้อยละการงอกสูงที่สุดในทุกช่วงอุณหภูมิ จากการทดลองในปีแรก คือ พันธุ์จันทบุรี 6 และ 3 ตามลำดับ ทำการจำลองอุณหภูมิ 6 ช่วงและนำเกสรตัวผู้ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 และ 3 มาผสมกับเกสรเพศเมียทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90% พบว่า เมื่อผสมด้วยเกสรพันธุ์จันทบุรี 6 ที่อุณหภูมิควบคุม 25$\pm$2 องศาเซลเซียส มีร้อยละการติดผลสูงที่สุด คือ 54.18% อุณหภูมิที่มีการติดผลรองลงมาลำดับที่ 2 และ 3 ที่ 20$\pm$2 และ 30$\pm$2 องศาเซลเซียส คือ 27.09% และ 25.59% ตามลำดับ การติดผลรองลงมาลำดับที่ 4 ที่ 15$\pm$2 องศาเซลเซียส คือ 11.4% และที่อุณหภูมิ 35$\pm$2 และ 10$\pm$2 องศาเซลเซียสไม่สามารถติดผลได้ เนื่องจากละอองเกสรงอกได้ไม่ดี สั้น ไม่สมบูรณ์ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 2.5, 0.6, 1.9, 1.0, 0 และ 0 ตามลำดับ ร้อยละการติดผลมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล และในพันธุ์

กรมวิชาการเกษตร

จันทบุรี 3 ร้อยละการติดผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ที่อุณหภูมิควบคุม 25±2 องศาเซลเซียส มีการติดผลสูงที่สุด คือ 65.31% อุณหภูมิที่มีการติดผลรองลงมาลำดับที่ 2 และ 3 ที่ 20±2 และ 30±2 องศาเซลเซียส คือ 22.67% และ 20.34% ตามลำดับ การติดผลรองลงมาลำดับที่ 4 ที่ 15±2 องศาเซลเซียส คือ 6.71% และที่อุณหภูมิ 35±2 และ 10±2 องศาเซลเซียสทีการติดผลที่น้อยจนไม่สามารถติดผลได้ คือ 3.34% และ 0% ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 1.8, 1.9, 2.2, 0.8, 0.5 และ 0 ตามลำดับ ร้อยละการติดผลมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล การพัฒนาผลของดอกทุเรียนหมอนทองที่ผสมด้วยเกสรที่อุณหภูมิ 15±2 องศาเซลเซียส ไม่สามารถพัฒนาไปถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ เนื่องจากการติดผลไม่สมบูรณ์ ในขณะที่ดอกทุเรียนหมอนทองที่ผสมด้วยเกสรที่อุณหภูมิ 20±2, 25±2 และ 30±2 องศาเซลเซียส สามารถพัฒนาผลถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ โดยการพัฒนาของผล ตลอดจนคุณภาพผลผลิตส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน พบความแตกต่างในส่วนของน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย ที่เมื่อผสมด้วยเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 3 จะมีค่ามากกว่าพันธุ์จันทบุรี 6 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าทุเรียนหมอนทองที่ผสมด้วยเกสรของพันธุ์จันทบุรี 6 มีแนวโน้มให้ผลผลิตที่มีเมล็ดลีบมากกว่าที่ผสมด้วยเกสรของพันธุ์จันทบุรี 3 ผลทุเรียนทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน นำมาบ่มให้สุก ใช้เวลา 3-5 วัน มีการสุกปกติ เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตมีลักษณะตรงตามพันธุ์ทุเรียนหมอนทอง พบว่า มีน้ำหนักผลสุกเฉลี่ย 1.91-2.38 กิโลกรัม อัตราส่วนของเปลือก : เมล็ด : เนื้อ คือ เปลือกเฉลี่ย 58.49-62.59%, เมล็ดเฉลี่ย 4.66-7.9% และ เนื้อเฉลี่ย 31.85-36.45% ความกว้างผลเฉลี่ย 17.65-22.48 เซนติเมตร ความยาวผลเฉลี่ย 20.60-22.48 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ย 56.00-60.25 เซนติเมตร

การทดลองที่ 2.4 การควบคุมการแตกใบอ่อนในช่วงก่อนเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ทุเรียนคุณภาพ

โดยทั่วไปหากต้นทุเรียนมีการแตกใบอ่อนในช่วงระยะพัฒนาการของผล โดยเฉพาะช่วงก่อนเก็บเกี่ยว จะส่งผลต่อคุณภาพภายในผลทุเรียน ให้มีอาการเนื้อแก็รน หรือ เต่าเผา ซึ่งเป็นลักษณะของทุเรียนด้อยคุณภาพ เนื่องจากอาหารสะสมในต้นจะถูกดึงไปใช้ในการพัฒนาของใบใหม่ อาหารที่จะไปช่วยในการพัฒนาเนื้อจึงไม่เพียงพอจนแสดงเป็นอาการดังกล่าว

จากการดำเนินการศึกษาในต้นทุเรียนพันธุ์ชะนีที่มีอายุ 15 ปี ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาไม้ผลเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ห้วยสะพานหิน) ในปีแรก (2563) โดยการไว้ผลต้นละ 80 ผล และทำการจัดการตามกรรมวิธีที่กำหนดระหว่างช่วงพัฒนาการของผล พบว่า กรรมวิธีที่ปล่อยธรรมชาติไม่มีการจัดการมีจำนวนผลร่วงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 57.2 ผล คิดเป็น 71.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การพ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 มีจำนวนผลร่วงเฉลี่ย 50 ผล ในขณะที่การพ่น สารละลายกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม การพ่นสารเมพิควอทคลอไรด์ และการพ่นอาหารเสริมสำเร็จรูป มีจำนวนผลร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 38.4 34.8 และ 33.8 ผล ตามลำดับ

จากการทดลองซ้ำในปี 2564 พบว่า พัฒนาการของผลมีแนวโน้มแตกต่างกัน โดยกรรมวิธีที่ไม่มีการจัดการและ กรรมวิธีที่พ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 มีความยาวและความกว้างผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยความยาวผล

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่พ่นด้วยอาหารเสริม (คาร์โบไฮเดรตสำเร็จรูป ร่วมกับปุ๋ยเกร็ดด และกรดฮิวมิค) มีค่ามากที่สุด ส่วนความกว้างกรรมวิธีพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุด ซึ่งในปีนี้ต้นมีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงได้ทำการไว้ผลจำนวน 300 ผลต่อต้น พบว่าจำนวนผลร่วงมีความสอดคล้องกับปีที่ผ่านมา คือ กรรมวิธีปล่อยธรรมชาติมีการร่วงของผลมากที่สุดคือ 137 ผล หรือประมาณ 45.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 ที่มีการร่วง 127 ผล ส่วนกรรมวิธีพ่นสารละลายกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม การพ่นเมพิควอทคลอไรด์ และ การพ่นอาหารเสริม มีการร่วงของผลเท่ากับ 107 104 และ 103 ผล ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของใบพบว่า เมื่อจัดการตามกรรมวิธีที่กำหนดส่งผลต่อขนาดของใบใหม่ กล่าวคือ ใบใหม่ของกรรมวิธีที่พ่นด้วยอาหารเสริม (คาร์โบไฮเดรตสำเร็จรูป ร่วมกับปุ๋ยเกร็ด และกรดฮิวมิค) และการพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม มีความกว้างมากกว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วย 13-0-46 การพ่นด้วยเมพิควอทคลอไรด์และกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวของใบใหม่ พบว่า กรรมวิธีที่พ่นด้วยอาหารเสริม มีค่ามากที่สุดคือ 18.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียมซึ่งมีความยาวใบใหม่เท่ากับ 16.24 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ กรรมวิธีพ่นด้วย 13-0-46 การพ่นด้วยเมพิควอทคลอไรด์และกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.25 14.20 และ 13.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อทำการตรวจวัดคุณภาพผลผลิตของแต่ละกรรมวิธี พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม พบว่าแนวโน้มน้ำหนักผลของกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารเมพิควอทคลอไรด์มีค่ามากที่สุดคือ 3.8 กิโลกรัม รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13.-0-46 การพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม การปล่อยตามธรรมชาติ และการพ่นอาหารเสริม ซึ่งมีน้ำหนักผลเท่ากับ 3.4 3.21 3.18 และ 3.15 กิโลกรัม ตามลำดับ ความหนาเปลือกพบว่าแนวโน้มกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารเมพิควอทคลอไรด์มีค่ามากที่สุดคือ 5.77 เซนติเมตร รองลงมาคือการพ่นอาหารเสริม การพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม การพ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13.-0-46 และ การปล่อยตามธรรมชาติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.93 4.54 3.24 และ 2.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ความหนาเนื้อพบว่า แนวโน้มการพ่นอาหารเสริมค่ามากที่สุดคือ 10.74 เซนติเมตร รองลงมาคือ การพ่นด้วยสารเมพิควอทคลอไรด์ การพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม การพ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13.-0-46 และ การปล่อยตามธรรมชาติ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.45 8.01 6.29 และ 4.59 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้จากการตรวจสอบลักษณะเนื้อผิดปกติคือมีอาการแกร็นและเต่าเผา พบว่า มีมากที่สุดในกรรมวิธีที่ปล่อยตามธรรมชาติ คือ 12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การพ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13.-0-46 และ การพ่นด้วยสารเมพิควอทคลอไรด์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพ่นอาหารเสริม และการพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม มีอาการแกร็นและเต่าเผาน้อยที่สุดคือ 6 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล

ปริมาณ GA3 พบมากที่สุดในระยะออกดอก ส่วน IAA พบเฉพาะในระยะเตรียมต้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากโดยปกติ GA เป็นฮอร์โมน ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนจากระยะพัฒนาการทางด้านลำต้นไปสู่ระยะพัฒนาการในการติดดอกออกผล เช่น การกระตุ้นตาดอก จนถึงการติดผล (Taiz and Zeiger, 2002) ซึ่งในบางพืช เช่น พืชวันยาว และ พืชสองฤดู GA จะกระตุ้นการออกดอก (Gocal et al., 2001) แต่ในพืชอื่นๆ เช่น ไม้ผล GA จะยับยั้งการออกดอก (Goldberg-Moeller et al., 2013) แต่จากผลการวิเคราะห์ในใบทุเรียนจะเห็นได้ว่า GA น่าจะส่งเสริมการออกดอก สำหรับฮอร์โมน IAA นอกจากจะเกี่ยวข้องกับการยืดยาวของเซลล์ ในต้นและใบ ยังมีรายงานว่ามีบทบาทเกี่ยวข้องกับการออกดอก โดยจะไปกระตุ้นการสังเคราะห์ GA (O'Neill and Ross 2002) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่พบ IAA ช่วงเตรียมต้น แล้วส่งเสริมให้มีปริมาณ GA สูงในช่วงออกดอก อย่างไรก็ตาม Taiz and Zeiger (2002) กล่าวว่า การที่ GA จะส่งผลต่อการออกดอก มีอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อม และธาตุอาหารสะสมด้วย

จากการที่ใบในกรรมวิธีไม่ให้น้ำเลยมีค่าต่ำมาก เนื่องจากสภาวะขาดน้ำทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งพบว่าในพืชหลายชนิดมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงติดลบเมื่ออยู่ในสภาวะขาดน้ำ เช่น ในมันสำปะหลังพันธุ์ CMR 43-8-89 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงติดลบในการวัดที่เวลา 13.00 น. (วลัยพร และคณะ,2562) ในข้าวเมื่อขาดน้ำ 5 วัน ทำให้การสังเคราะห์แสงลดต่ำลงมาก (ชนินทร์ และฤทัย, 2558)

อัตราการคายน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น เนื่องจากการคายน้ำของพืช เป็นกระบวนการที่น้ำซึ่งพืชดูดไปจากดินไหลผ่านลำต้นไปสู่ใบและสูญเสียไปในบรรยากาศในรูปของไอน้ำทางรูปใบ การคายน้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของไอน้ำในใบกับบริเวณรอบๆต้นพืช ถ้าอากาศแห้งหรือมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ พืชจะมีการคายน้ำมาก พืชเกือบทุกชนิดจะมีการคายน้ำในช่วงกลางวัน โดยเฉพาะในเวลา 10.00 - 12.00 น. จะมีการคายน้ำมากที่สุด แสงจะมีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิของพืชและสิ่งแวดล้อมกับการคายน้ำโดยตรง (สมบุญ, 2548) พืชจะมีการคายน้ำได้ก็ต่อเมื่อมีน้ำใช้อยู่ตลอดเวลาถ้าหากความชื้นในดินลดลง หรืออัตราการคายน้ำสูงกว่าอัตราที่พืชดูดได้จากดิน พืชก็จะแสดงอาการเหี่ยวเฉา รูใบจะปิดและอัตราการใช้น้ำลดลง หรือหยุดการคายน้ำ จากการศึกษาของ อันธิพร และคณะ, (2557) อัตราการคายน้ำของยางพาราสายพันธุ์ RRLM 600 ก่อนตัดกิ่งออกจากต้น มีค่าอัตราการคายน้ำอยู่ระหว่าง 4.43 - 5.34 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที กิ่งที่ตัดออกจากต้นโดยไม่แช่น้ำพบว่า อัตราการคายน้ำมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 15 นาทีแรก แล้วค่าลดลงเรื่อยๆ จนถึงนาทีที่ 60 อัตราการคายน้ำมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.94 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที

จากการทดลองทั้งสองปี จะเห็นได้ว่า การใช้สารเพื่อเพิ่มความทนแล้งในทุเรียน สามารถลดความเสียหายของต้นทุเรียนลงได้ โดยจะเห็นได้จากจำนวนผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ มีปริมาณเยอะกว่าต้นที่ไม่มีการใช้สาร

กรมวิชาการเกษตร

สอดคล้องกับรายงานของ Mohmoudian et al., (2021) และ Brito et al., (2018) ซึ่งพบว่า การใช้คาโอลิน สามารถลดอาการใบไหม้ และความรุนแรงจากการขาดน้ำในวอลนัท และมะกอกได้ สารบราสสิโนเตอรอยด์ มีบทบาทหลายอย่างในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชรวมถึงความทนทานต่อความเครียด ทั้งในส่วนของความเค็มและอาการขาดน้ำ (Pattanachatchai, 2010)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การจัดการใบอ่อนเพื่อลดอาการผิดปกติของเนื้อทุเรียน มีการจัด 3 รูปแบบ คือ การชะลอการแตกใบอ่อนโดยใช้สารเมพิควอทคลอไรด์ การปลิดใบอ่อนด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 และการเพิ่มอาหารสะสมให้กับใบอ่อนด้วยการ พ่นอาหารเสริม และพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม ส่งผลต่อพัฒนาของใบใหม่ และผลที่แตกต่างกัน โดยการปลิดใบอ่อนด้วย 13-0-46 ทำให้ใบก่อนและหลังการทดลองมีขนาดใกล้เคียงกันทั้งนี้อาจเนื่องจากใบใหม่โดนทำลาย ในขณะที่ผลผลิตมีการร่วงและมีอาการแกร็นและเต่าเผามากกว่ากรรมวิธีที่ชะลอการแตกใบอ่อนและการเพิ่มอาหารสะสม ทั้งนี้เนื่องจากการปลิดใบอ่อนเป็นการสูญเสียอาหารสะสมบางส่วนไปกับใบที่ร่วง ส่วนกรรมวิธีการชะลอการแตกใบอ่อนให้ผลไม่แตกต่างกับการเพิ่มอาหารสะสม เนื่องจากการชะลอการแตกใบอ่อนต้นจะไม่มีการสูญเสียอาหารสะสมไปกับการสร้างใบอ่อนและใบที่มีอยู่ก็สามารถสร้างอาหารได้ในประมาณคงเดิม ส่วนการเพิ่มอาหารเสริมถือเป็นกรรมวิธีที่ชดเชยอาหารสะสมที่สูญเสียไปกับการแตกใบอ่อนซึ่งสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากกรณีอาหารไม่เพียงพอต่อผลผลิต นอกจากนี้เมื่อใบอ่อนมีการพัฒนาเต็มที่ยังเป็นการเพิ่มแหล่งสร้างอาหารให้กับต้นโดยจะเห็นได้จากการพัฒนาของผลค่อนข้างสูงกว่ากรรมวิธีอื่น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ

การศึกษาการปลูกทุเรียนในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย ทำให้ได้รูปแบบข้อมูลพัฒนาการที่มีผลมาจากสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะช่วงเวลาพัฒนาการของต้นซึ่งพบว่านอกจากจะมีผลมาจากสภาพอากาศได้แก่ ปริมาณน้ำฝนในรอบปี และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ แล้วการจัดการก็เป็นอีกปัจจัยที่จะส่งผลต่อพัฒนาการและการปรับตัวของทุเรียน ซึ่งพบว่า ในแหล่งผลิตภาคตะวันออกเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนเมษายน จังหวัดนนทบุรีเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤษภาคม จังหวัดอุตรดิตถ์และชุมพรที่มีการผลิตในฤดูเริ่มมีการเก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน จังหวัดศรีสะเกษ เชียงราย และยะลา เริ่มมีการเก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม ส่วนการผลิตนอกฤดูของจังหวัดชุมพรมีการเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหากมีค่าที่ต่ำมากจะส่งผลให้ใบร่วงทำให้ความสมบูรณ์ของต้นลดลง และจะมีผลมากต่อการติดผลโดยเฉพาะหากมีอุณหภูมิแปรปรวนในช่วงดอกบาน ส่วนการตอบสนองทางสรีรวิทยาภายในต้นนอกจากปัจจัยแวดล้อม การจัดการเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดความรุนแรงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงอากาศดังกล่าว

กรมวิชาการเกษตร

2. การจัดการทุเรียนในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

1) การให้น้ำทุเรียนที่ระดับ 0.25 จนถึง 0.75 เท่าของความต้องการ สามารถส่งผลให้ต้นทุเรียนไม่กระทบความเสียหายจนกระทั่งต้นตายได้ โดยพบว่าการให้น้ำที่ระดับ 0.5 เท่าของความต้องการยังสามารถรักษาศักยภาพของกระบวนการทางสรีรวิทยาในใบทุเรียนให้อยู่ในระดับดี ส่วนระดับวิกฤติต่อการขาดน้ำของต้นทุเรียนพบว่า ในต้นกล้าไม่ควรขาดน้ำเกิน 5 วัน และในแปลงปลูกไม่ควรขาดน้ำเกิน 7 วัน หากเกินกว่านี้อาจส่งผลให้มีอาการใบร่วงมากจนต้นตายได้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาในต้นที่ให้ผลผลิตแล้วในแปลงปลูกเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2) ในกรณีที่เจอสภาวะขาดแคลนน้ำ สามารถทำการลดความเสียหายกับต้นทุเรียนได้โดยการพ่นสารเพิ่มความทนแล้งกลุ่มสารเคลือบใบเพื่อลดการคายน้ำ เช่น สารคาโอลิน ซันการ์ด และ ไมโครคริสตอไรด์แวกส์ หรือใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม บราสสิโนสเตอรอยด์ ซึ่งสามารถช่วยให้ต้นทุเรียนผ่านช่วงขาดน้ำและให้ผลผลิตได้ ซึ่งควรมีการจัดการตั้งแต่ก่อนเข้าสู่ฤดูแล้วประมาณ 1 เดือน

3) ในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 10, 15 ,20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส ละอองเกสรทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 และจันทบุรี 3 มีการงอกของละอองเกสรมากที่สุด เมื่อนำมาผสมกับดอกทุเรียนพันธุ์หมอนทองในสภาพแปลง ร่วมกับการจำลองอุณหภูมิที่ 15 ,20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส ช่วยให้มีการติดผลสูง ดอกทุเรียนหมอนทองที่ได้รับการผสมที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส สามารถพัฒนาไปถึงระยะเก็บเกี่ยวได้ โดยที่การพัฒนาของผล ตลอดจนคุณภาพผลผลิตส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากความสามารถในการปรับตัวของละอองเกสรทุเรียนลูกผสมทั้งสองพันธุ์ให้ได้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการเก็บรักษาความชีวิตของละอองเกสรต่อไป

4) ในการจัดการเพื่อรักษาคุณภาพผลผลิตโดยการควบคุมใบอ่อน สามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ การชะลอการแตกใบอ่อนด้วยการพ่นเมพิควอทคลอไรด์ อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วน เมื่อต้นมีการแตกใบอ่อนควรทำการเพิ่มอาหารสะสม ด้วยการพ่นอาหารเสริมทางใบ (คาร์โบไฮเดรตสำเร็จรูป 20 มิลลิลิตร ปุ๋ยเกร็ด 20-20-20 60 กรัม และ กรมฮิวมิค 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร) หรือ สารละลายกลูโคส 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับแมกนีเซียม 5-10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

สวนวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 6

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

Impact of Climate Change on Beneficial Soil Microorganism for Increasing Crop Production Efficiency in Pai River

นายมนต์ชัย มนัสสิลา นางสาวจิตรา เกาะแก้ว นายอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์ นางสาวกัลยกร โปร่งจันทึก นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน นางสาวกนกอร บุญพา นายบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ นางสาวกิตจเมธ แจ้งศิริกุล นางนุชนารถ ตั้งจิตสมคิด นางสาวภรณี สว่างศรี นางสาวรุ่งนภา พิทักษ์ตันสกุล นางสาวสุภาวดี ง้อเหรียญ นางบุญเรือนรัตน์ เรืองวิเศษ นายสุริยนต์ ดีดเหล็ก

คำสำคัญ (Key words) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบ ลุ่มน้ำปาย การผลิตพืช จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์

climate change, impact, Pai river basin, crop production, beneficial soil microorganism

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ดำเนินการในพื้นที่อ่อนไหวบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในระหว่างปี 2559-2563 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณประชากรจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในระบบนิเวศน์ของพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งหาจุลินทรีย์ดินที่มีศักยภาพในการผลิตเอ็นไซม์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร และจุลินทรีย์ดินที่สร้างสารเร่งการเจริญเติบโตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ผลการดำเนินงาน พบว่า จำนวนประชากรและชนิดของแบคทีเรียจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย ซึ่งจำนวนประชากรแบคทีเรียที่พบในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันตามสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้ปริมาณแบคทีเรียที่พบขึ้นอยู่กับอยู่กับฤดูกาล แต่จำนวนประชากรแบคทีเรียขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย พบว่า ไรโซเบียมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนให้กับถั่วเหลืองสูงสุด 3 สายพันธุ์ได้แก่ DASA32019 DASA32025 และ DASA32116 สามารถจำแนกได้ 2 สกุล คือ *Azospirillum* และ *Azotobacter* ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ และกระเทียม พบว่า แบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดสูงสุด การคัดเลือกจุลินทรีย์

ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนสจากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย พบว่า สามารถคัดเลือกได้เชื้อ *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch 2.4 ซึ่งสามารถผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสได้ดี การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช คือ *Azospirillum* sp. ไอโซเลท AP1 และ *Azotobacter* sp. ไอโซเลท AT1 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปายในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ ผลของการใช้เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการผลิตกระเทียมในลุ่มน้ำปาย พบว่า การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตาม ควรสนับสนุนให้ใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 เป็นปุ๋ยชีวภาพเนื่องจากมีการสะสมธาตุอาหารสูงสุด

Abstract

Climate change may prevent some of the beneficial soil microorganisms from adapting. This project was conducted on study of the types and populations of useful soil microorganisms in the ecosystems of areas affected by climate change including screen and select soil microorganisms with potential to produce useful agricultural enzymes and the growth-promoting soil microorganisms at the Pai river basin of Mae Hong Son province during 2016-2020. The population and species of bacteria from areas affected by climate change in Pai River basin, where the number of bacterial populations found in each area varied according to land use conditions. In addition, the number of bacteria found depends on the season, however, bacterial populations depend on the land use nature. Study of the potential of rhizobium isolated from climate change-affected areas of Pai River Basin were found suitable and efficient in nitrogen fixation of soybeans namely DASA32019, DASA32025 and DASA32116. There were classified into two genera: *Azospirillum* and *Azotobacter*. It was found that bacteria isolate AP1 had the highest growth-promoting ability of all three test plants namely maize, upland rice and garlic. The results found that microbial selection namely *Bacillus velezensis* isolate 2CMC-1.1 and *Paenibacillus xylanilyticus* isolate 1Ch 2.4 to produce effectively agricultural enzymes i.e. cellulase and chitines could be selected from the soil of the Pai River basin. It was also found that the use of bacteria to promote the growth of both genus *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp. together with the

กรมวิชาการเกษตร

application of chemical fertilizers, the recommended rate based on soil analysis values can help increase the yield of indigenous rice cultivars. The results showed that the two genera of growth-promoting bacteria, *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp. area were not different in cultivation of maize and found that the use of bacteria promoted the growth of both genera combined with chemical fertilization could be improved yield and yield quality of maize. The effect of using bacteria promotes plant growth in garlic production in Pai River basin indicated that each type of growth-promoting bacteria was not different in garlic yield when compared with chemical fertilizers. However, the growth-promoting bacteria of *Azotobacter* sp. AT9 could be promoted as a bio-fertilizer due to show the highest nutrients accumulation.

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ ในระดับภูมิภาคของโลก หลายภาคส่วนได้ตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุหลักเกิดมาจากสภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น เช่น น้ำท่วม ฝนแล้ง พายุที่รุนแรง ส่งผลกระทบถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ภาคการเกษตรเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทำให้ศักยภาพในการผลิตลดลงเนื่องจากสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีระวิทยาของพืช ตัวอย่างเช่น ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบการผลิตข้าว พบว่าข้าวทุกสายพันธุ์มีความอ่อนไหวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ทำให้อายุข้าวสั้นลงและผลผลิตข้าวลดลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูข้าวด้วย สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรต่าง ๆ โดยปัจจัยทางภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน การกระจายของน้ำฝน การทิ้งช่วงของฝน พร้อมทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดที่เกิดขึ้นมีผลต่อ แหล่งที่อยู่อาศัย ชนิด และประชากรของจุลินทรีย์ดินทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศอาจทำให้จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตร บางชนิดไม่สามารถปรับตัวได้ ทำให้เกิดแรงกดดันในการเคลื่อนย้ายเพื่อหาที่อยู่อาศัยใหม่ที่เหมาะสม ซึ่งปัจจุบันมีอุปสรรคจากการทำการเกษตรที่มีการใช้สารเคมี และการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร ทำให้จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรหลายชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่อยู่อาศัยเดิม การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ดินที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยทำการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ป่ากับพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากการเขตกรรม ในแต่ละช่วงเวลาในรอบ 1 ปี ซึ่งสามารถระบุชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่าง ๆ ที่อาจพบเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปจากแหล่งอาศัยในระบบนิเวศน์นั้นๆ โดยข้อมูลเหล่านี้จะสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมทั้งการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดินบางชนิดที่สามารถปรับตัว และยังคงกิจกรรมที่ช่วยสนับสนุนเกื้อกูลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น ๆ โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ดินที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และนีมาโทดอิสระอีกกลุ่มที่เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินที่แยกได้จากพื้นที่ ที่ทำการศึกษาซึ่งเป็นจุลินทรีย์ดินที่ผ่านการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันระหว่างกลางวัน (อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ 2548 ถึงปัจจุบัน เท่ากับ 38.4 องศาเซลเซียส) และกลางคืน (อุณหภูมิเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ 2548 ถึงปัจจุบัน เท่ากับ 9.8 องศาเซลเซียส) และในปัจจุบันมีการบุกรุกพื้นที่ป่าบริเวณลุ่มน้ำปายที่เคยเป็นป่าอุดมสมบูรณ์มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ดินที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายเศษซากอินทรียวัตถุต่างๆ ให้เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ โดยการบุกรุกเข้าทำลายพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร และสร้างเป็นที่อยู่อาศัย รวมทั้งการพัฒนาเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวจำนวนมาก สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศที่ดีของพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนี้ทำให้จุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งอาจส่งผลต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ รวมทั้งการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินถูกควบคุมด้วยหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ปริมาณธาตุอาหาร และระดับของออกซิเจน แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์ดินไปในทิศทางบวกและลบ

ชุมชนจุลินทรีย์ดินจัดเป็นความเชื่อมโยงที่ซับซ้อนในระบบนิเวศเนื่องจากทำหน้าที่สำคัญในวัฏจักรคาร์บอนและไนโตรเจน ในปัจจุบันการศึกษาชุมชนจุลินทรีย์มีการพัฒนาวิธีที่รวดเร็ว แม่นยำ ไม่ต้องเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้สามารถศึกษาทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของชุมชนจุลินทรีย์ดินได้ในสภาพที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยส่วนใหญ่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้ เมตาจีโนมิกส์จึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการศึกษาประชากรของจุลินทรีย์ในธรรมชาติทั้งชนิดที่เพาะเลี้ยงได้และเพาะเลี้ยงไม่ได้ เช่น จุลินทรีย์ในน้ำ ในดิน ในลำไส้ของมนุษย์ ฯลฯ เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (Gill, 2006; Jones, 2008; Kurokawa, 2007; Manichanh, 2008; Sartor, 2008) เช่น การศึกษาประชากรจุลินทรีย์ที่ผลิตเอ็นไซม์ไลเปสและเอสเทอเรส ที่ใช้เร่งปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารเคมีอินทรีย์และกระบวนการทางอุตสาหกรรม จากดินบริเวณบ่อน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน (Tirawongsaroj *et al*., 2008) การศึกษาชุมชนจุลินทรีย์ดินโดยไม่มีการเพาะเลี้ยง ทำให้ลดข้อจำกัดในกลุ่มของจุลินทรีย์ดินที่ไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้โดยเฉพาะจุลินทรีย์ดินกลุ่มที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญ (anaerobic) รวมไปถึงประชากรจุลินทรีย์ดินที่มีความซับซ้อนก็สามารถทำการศึกษาได้ (Bastone and Tyson,

กรมวิชาการเกษตร

2014) การศึกษาชุมชนจุลินทรีย์ดินโดยการใช้ข้อมูลโดยรวมของ 16S rRNA ยีนเป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยมาก เมื่อมีการนำเทคนิค pyrosequencing เข้ามาประยุกต์ใช้ทำให้ความแม่นยำ ความน่าเชื่อถือ และโอกาสที่จะได้ข้อมูลของประชากรที่ต้องการศึกษาเพิ่มมากขึ้น pyrosequencing เป็นวิธีที่สามารถทำซ้ำแม่นยำครอบคลุมโครงสร้างประชากรทั้งหมดของชุมชนจุลินทรีย์ดินในสิ่งแวดล้อมที่ต้องการศึกษา (Pilloni *et al*., 2012) ชุมชนจุลินทรีย์ดินมีความแตกต่างกันอย่างมากเนื่องมาจากสภาพของดินมีความแตกต่างกันทั้งขนาดอนุภาคดิน ปริมาณน้ำในดินและช่องว่างภายในดินทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์แตกต่างกัน (Larsen *et al.,* 2012) จุลินทรีย์ในดินมีบทบาทที่สำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ รวมทั้งการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน กิจกรรมเหล่านี้ถูกควบคุมด้วยหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณธาตุอาหาร และระดับของออกซิเจน อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น มีการปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิที่สูงขึ้น และมีอัตราการเจริญที่เร็วขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและมีผลต่อวัฏจักรของธาตุอาหาร เพื่อให้เข้าใจถึงการตอบสนองของประชากรจุลินทรีย์ สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของชุมชนจุลินทรีย์ดินถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างแม่นยำถึงผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศและที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ดินที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ป่ากับพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากการเขตกรรม ในแต่ละช่วงเวลาในรอบ 1 ปี ซึ่งสามารถระบุชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่าง ๆ ที่อาจพบเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปจากแหล่งอาศัยในระบบนิเวศน์นั้น ๆ โดยข้อมูลเหล่านี้จะสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมทั้งการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดินบางชนิดที่สามารถปรับตัว และยังคงกิจกรรมที่ช่วยสนับสนุนเกื้อกูลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้น ๆ โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ดินที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินที่แยกได้จากพื้นที่ ที่ทำการศึกษาซึ่งเป็นจุลินทรีย์ดินที่ผ่านการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะผลิตพืชในชุมชนเกษตรของลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และเป็นพื้นที่ที่เริ่มมีการบุกรุกป่าเพื่อทำการเขตกรรม นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตพืชสำหรับพื้นที่อื่น ๆ ที่กำลังจะได้รับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง เพื่อบรรเทาหรือหยุดยั้งผลกระทบและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและทันต่อเหตุการณ์

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณประชากรจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในระบบนิเวศน์ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. เพื่อศึกษาจุลินทรีย์ดินที่มีศักยภาพในการผลิตเอ็นไซม์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตรและจุลินทรีย์ดินที่สร้างสารเร่งการเจริญเติบโตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช รวมถึงนีมาโทดอิสระที่เป็นตัวบ่งชี้สภาพของระบบนิเวศเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในการเพิ่มผลผลิตพืช ลดปัญหาการนำเข้าสารเคมีและปุ๋ยเคมีในการผลิตพืช นำไปสู่การทำการเกษตรแบบยั่งยืนต่อไป

วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรีย ในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.3 การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.4 การศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.5 การศึกษา ประชากรนีมาโทดอิสระเพื่อบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 2.6 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอ็นไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กิจกรรมที่ 3 การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 3.1 การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3.2 การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 3.3 การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การทดลองที่ 3.4 การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ระเบียบวิธีการวิจัย

โครงการวิจัยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1. การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำ และปลายน้ำ โดยจะเก็บดินในพื้นที่ทำการเกษตร และดินป่าที่ยังไม่ถูกรบกวนจากการทำเขตกรรม โดยขุดดินลึกจากผิวดิน 15 เซนติเมตร ขุดอย่างน้อย 5 หลุม ในพื้นที่ 25 ตารางเมตร ตักดินมาหลุมละ 1 กิโลกรัม นำดินที่ได้มาผสมให้เข้ากัน ตักใส่ถุงพลาสติกประมาณ 2 กิโลกรัม ปิดปากถุงให้แน่น บรรจุในถังน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดินทุกตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิต่ำจนกว่าจะทำการวิเคราะห์ ทุกๆ 4 เดือนในรอบ 1 ปี ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย และบันทึกข้อมูลพื้นที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ พิกัด เนื้อดิน พืช pH ของดิน อุณหภูมิอากาศ วิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของดิน ได้แก่ ประเภทของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน นับปริมาณของแบคทีเรียแต่ละชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อ NA (Nutrient agar) โดยวิธี plate count จำแนกชนิดแบคทีเรียด้วยชุดยีน 16S rRNA อ่านลำดับเบสของดีเอ็นเอจากตัวอย่างที่เพิ่มปริมาณได้ด้วยเทคนิค Next generation sequence และจำแนกแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตรออกเป็นกลุ่มต่างๆ ทำการเปรียบเทียบชนิดของแบคทีเรียที่พบในแต่ละครั้งของการเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มและปริมาณประชากรแบคทีเรียแต่ละชนิดตามพื้นที่เก็บในแต่ละช่วงเวลา

2. การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ ต้นน้ำ และปลายน้ำ โดยเก็บดินในพื้นที่ทำการเกษตร และดินป่าที่ยังไม่ถูกรบกวนจากการทำเขตกรรม โดยขุดดินลึกจากผิวดิน 15 เซนติเมตร ขุดอย่างน้อย 5 หลุม ในพื้นที่ 25 ตารางเมตร ตักดินมาหลุมละ 1 กิโลกรัม นำดินที่ได้มาผสมให้เข้ากัน ตักใส่ถุงพลาสติกประมาณ 2 กิโลกรัม ปิดปากถุงให้แน่น บรรจุในถัง

กรมวิชาการเกษตร

น้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดินทุกตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิต่ำจนกว่าจะทำการวิเคราะห์เก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาตามกรรมวิธี ทุกๆ 4 เดือนในรอบ 1 ปี ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย และบันทึกข้อมูลพื้นที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ พิกัด เนื้อดิน แหล่งอาศัย พืช และสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศและดิน ความชื้นในอากาศ pH ของดิน และปริมาณน้ำฝน วิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของดิน ได้แก่ ประเภทของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนสะสมในดิน จำแนกชนิดราดินโดยวิธีสกัดดีเอ็นเอโดยตรงจากตัวอย่างดิน เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของชุดยีน ITS อ่านลำดับเบสของดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ด้วยเทคนิค Next generation sequence และจำแนกราดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ทำการเปรียบเทียบชนิดของราดินที่พบในแต่ละครั้งของการเก็บ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มราดินต่าง ๆ ด้วยเทคนิค Principal components analysis (PCA) เพื่อพิจารณาการกระจายตัวของราดินในแต่ละพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มและปริมาณประชากรราดินแต่ละชนิดตามพื้นที่เก็บในแต่ละช่วงเวลา

3. การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ประกอบด้วย พื้นที่ต้นน้ำ และปลายน้ำ โดยจะเก็บดินในพื้นที่ทำการเกษตร และดินป่าที่ยังไม่ถูกรบกวนจากการทำเขตกรรม โดยขุดดินลึกจากผิวดิน 15 เซนติเมตร ขุดอย่างน้อย 5 หลุม ในพื้นที่ 25 ตารางเมตร ตักดินมาหลุมละ 1 กิโลกรัม นำดินที่ได้มาผสมให้เข้ากัน ตักใส่ถุงพลาสติกประมาณ 2 กิโลกรัม ปิดปากถุงให้แน่น บรรจุในถังน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดินทุกตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิต่ำจนกว่าจะทำการวิเคราะห์ ทุกๆ 4 เดือนในรอบ 1 ปี ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย และบันทึกข้อมูลพื้นที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ พิกัด เนื้อดิน พืช pH ของดิน อุณหภูมิอากาศ วิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของดิน ได้แก่ ประเภทของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน จำแนกชนิดแอคติโนมัยสีทโดยวิธีสกัดดีเอ็นเอโดยตรงจากตัวอย่างดิน เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของ 16S rRNA อ่านลำดับเบสของดีเอ็นเอด้วยเทคนิค Next generation sequence และจำแนกแอคติโนมัยสีทที่มีประโยชน์ทางการเกษตรออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ทำการเปรียบเทียบชนิดของแอคติโนมัยสีทที่พบในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มแอคติโนมัยสีทต่าง ๆ ด้วยเทคนิค Principal components analysis (PCA) เพื่อพิจารณาการกระจายตัวของแอคติโนมัยสีทในแต่ละพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มและปริมาณประชากรแอคติโนมัยสีทแต่ละชนิดตามพื้นที่เก็บในแต่ละช่วงเวลา

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1. การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

คัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมในห้องปฏิบัติการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อ นำเชื้อมาเลี้ยงในอาหาร yeast mannitol agar ที่มีการเติม bromthymol blue บ่มเลี้ยงเป็นเวลา 3-7 วัน ทดสอบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมที่คัดเลือกได้กับถั่วสายพันธุ์ที่มีการปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย โดยการทดลองสายพันธุ์ถั่วแต่

กรมวิชาการเกษตร

ละชนิดแต่ละพันธุ์ทำแยกจากกันแต่มีวิธีการดำเนินงานเหมือนกัน โดยปลูกถั่วในขวดบรรจุทรายปราศจากเชื้อปนเปื้อนและใส่เชื้อไรโซเบียม เมื่อต้นถั่วออกดอกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ บันทึกประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน จำนวนปม น้ำหนักปมแห้ง และน้ำหนักต้นแห้ง พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลทางสถิติและคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อนำไปทดสอบในกระถางทดลองต่อไป

ทดสอบการทำงานของเชื้อไรโซเบียมกับถั่วที่ปลูกในกระถางทดลองในสภาพโรงเรือน การทดสอบในกระถางทดลองจะทำการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนและหลังปลูกถั่ว เปรียบเทียบ กรรมวิธีการใส่เชื้อไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยเคมีสูตรแนะนำ บันทึกข้อมูลเมื่อถั่วออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์โดยบันทึกค่าการตรึงไนโตรเจน จำนวนปม น้ำหนักปมแห้ง และน้ำหนักต้นแห้ง และที่ระยะเก็บเกี่ยวบันทึก ผลผลิตฝักสดและฝักแห้งพร้อมเปลือก วิเคราะห์ผลทางสถิติ เลือกกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงเพื่อทำการทดสอบในแปลงทดลอง

2. การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่การผลิตพืชในชุมชนเกษตรของลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ในห้องปฏิบัติการด้วยอาหารเฉพาะสำหรับแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตวัดประสิทธิภาพของเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้ ประกอบด้วยประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน การผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การเพิ่มประโยชน์ธาตุอาหารพืช และกิจกรรมอื่นๆ จำแนกสกุลและชนิดโดยวิธีทางสรีระวิทยา ชีวเคมี เคมี และชีววิทยาโมเลกุล ศึกษาศักยภาพของกิจกรรมกลไกในการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การวัดการตรึงไนโตรเจน การเพิ่มความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารพืช การผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในอาหารจำเพาะของเชื้อแต่ละสกุล ศึกษาประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในระดับห้องปฏิบัติการ เรือนทดลอง

3. การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราสาเหตุโรคพืชในอาหาร PDA เป็นเวลา 2-3 วัน จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะโคโลนีของเชื้อราปฏิปักษ์ และเชื้อราสาเหตุโรคพืชวางบนอาหาร PDA ในจานเลี้ยงเชื้อขนาด 9.0 เซนติเมตร โดยวางห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร เป็นเวลา 4 วัน หลังจากนั้นนำเชื้อราปฏิปักษ์ที่ต้องการทดสอบมาวางไว้ฝั่งตรงข้ามและห่างจาก ขอบจานเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกผลการยับยั้ง และหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ (percent inhibition of radial growth-PIRG) คำนวณได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง} = \left\{ \frac{R1 - R2}{R1} \right\} \times 100$$

R1 = ความยาวรัศมีของโคโลนีเชื้อสาเหตุโรคพืชในจานควบคุม

R2 = ความยาวรัศมีของโคโลนีเชื้อสาเหตุโรคพืชในจานทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

หาค่าเฉลี่ยความยาวรัศมีของโคโลนีแล้วนำมาคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์การยับยั้งแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดย Duncan's multiple range ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

ทดสอบความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส โดยเพาะเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร Carboxyl methyl cellulose (CMC) agar ที่อุณหภูมิ 28°C เป็นเวลา 3 วัน เทสารละลาย Gram's Iodine ให้ท่วมผิวหน้าอาหารและโคโลนีเชื้อรา เป็นเวลา 5 นาทีแล้วเทออกจากนั้นวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของการเกิดบริเวณใส (clear zone) ในหน่วยเซนติเมตร (cm) โดยในการทดสอบนี้ใช้เอนไซม์ cellulase จาก *Aspergillus niger* (Sigma) 10 mg/ml (2.41 Unit/ml) เป็น positive control และใช้น้ำกลั่นเป็น negative control

ทดสอบศักยภาพในการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต

การวัดศักยภาพในการผลิต indole acetic acid (IAA) การวัดศักยภาพในการผลิต IAA โดยการเลี้ยงเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อและวัดปริมาณ IAA

4. การศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

เตรียมแบคทีเรียสำหรับทดสอบโดยเลี้ยงในอาหารเหลว Nutrient Broth (NB) นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปรับความขุ่นของเซลล์ด้วยเครื่องตรวจวัดสารด้วยการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่าความขุ่นของเซลล์เท่ากับ 0.25 ทดสอบความสามารถของแอคติโนมัยสีทในการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบโดยใช้วิธีราดทับ (agar overlay) ซึ่งเป็นวิธีดัดแปลงของ Anand et al. (2006) เตรียมสปอร์แขวนลอยของ แอคติโนมัยสีท โดยเลี้ยงแอคติโนมัยสีทให้เจริญบนอาหาร ISP medium 3 จากนั้นขูดสปอร์และเซลล์ผสมลงในสารละลาย ¼ Ringer ให้เข้ากัน หยดสปอร์แขวนลอย 10 ไมโครลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร ISP medium 2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นดูดสารแขวนลอยของแบคทีเรียทดสอบที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่มีผงวุ้น 0.6เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน นำไปเทราดทับโคโลนีของแอคติโนมัยสีท ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตรวจสอบความสามารถในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยดูจากการเกิดบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ที่อยู่รอบโคโลนีของแอคติโนมัยสีท นำมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งและเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแอคติโนมัยสีท และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

$$\text{ค่าการยับยั้ง} = \frac{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง}}{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแอคติโนมัยสีท}}$$

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ใช้วิธีของ Yuan and Crawford (1995) โดยเตรียมสปอร์แขวนลอยของแอคติโนมัยสีท ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น หยดสปอร์แขวนลอยให้ห่างจากขอบจานอาหาร PDA ประมาณ 1 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน เลี้ยงราทดสอบบนจานอาหารแข็ง PDA จนเจริญดี จากนั้นใช้ cork borer เบอร์ 2 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) เจาะบริเวณปลายเส้นใยรา นำมาวางบริเวณกลางจานอาหารและห่างจากโคโลนีแอคติโนมัยสีทอายุ 7 วัน เป็นระยะ 3 เซนติเมตร ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ส่วนจานอาหารควบคุมให้วางเส้นใยราที่เจาะด้วย cork borer เบอร์ เดียวกันบริเวณกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

วัดระยะการยับยั้งการเจริญของเส้นใยราเมื่อรัศมีการเจริญของเส้นใยราในจานอาหารควบคุมมีขนาด 3 เซนติเมตร และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

$$\text{ค่าการยับยั้ง} = \frac{\text{รัศมีการเจริญของราในจานอาหารทดลอง}}{\text{รัศมีการเจริญของราในจานอาหารควบคุม}}$$

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีสมบัติไม่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ (non-antagonistic) ต่อไรโซเบียม เตรียมเชื้อไรโซเบียมสำหรับทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร Yeast Extract-Mannitol (YEM) บ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปรับความขุ่นของเซลล์ด้วยเครื่องตรวจวัดสารด้วยการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ให้มีค่าความขุ่นของเซลล์เท่ากับ 0.2 วิธีการทดสอบทำได้โดยหยดสปอร์แขวนลอยของแอคติโนมัยสีท 10 ไมโครลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร ISP medium 2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็ฯเวลา 7 วันจากนั้นดูเชื้อไรโซเบียมที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมลงในอาหาร YEM ที่มีผงวุ้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน นำมาเทราดทับโคโลนีแอคติโนมัยสีทปั่นผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง และเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแอคติโนมัยสีท และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

$$\text{ค่าการยับยั้ง} = \frac{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง}}{\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแอคติโนมัยสีท}}$$

5. การศึกษาประชากรนีมาโทดอิสระเพื่อบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

เก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่ทำการศึกษาต้นน้ำและปลายน้ำ นำตัวอย่างดินมาแยกนีมาโทดอิสระโดยใช้เทคนิค Whitehead tray ตรวจนับจำนวนนีมาโทดอิสระภายใต้กล้องจุลทรรศน์. จำแนกกลุ่ม/ชนิด โดยพิจารณาจากลักษณะสำคัญทางสัณฐานวิทยา และถ่ายภาพ เทียบกับคีย์มาตรฐาน.

การทดสอบกลุ่มนีมาโทดอิสระกินแบคทีเรีย และกินรา โดยทำการทดสอบจำนวนนีมาโทดในการกินแบคทีเรียและรา ในระดับห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ Factorial in RCB ประกอบ ด้วย 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1) จำนวนนีมาโทดอิสระ 2 ระดับ (10 และ 100 ตัว) และปัจจัยที่ 2) อุณหภูมิ 3 ระดับ (อุณหภูมิดินที่วัด

กรมวิชาการเกษตร

ได้จากพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ) รวม 6 กรรมวิธี 5 ซ้ำ บันทึกผล จำนวนแบคทีเรียและราที่ถูกกิน และการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนของนีมาโทดกินแบคทีเรีย และกินรา ทุก 24 ชม. เป็นเวลา 7 วัน

6. การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอ็นไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

เก็บตัวอย่างดิน/เศษวัสดุในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน วิเคราะห์ความหลากหลายของจุลินทรีย์เบื้องต้นจากการใช้แหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ กระตุ้น/คัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ในอาหาร enrichment medium และ Screening medium ซึ่งมี CMC-Na, Chitin เป็นองค์ประกอบ

วิเคราะห์ความหลากหลายและจำแนกชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล

สกัด Total DNA จากดิน/สารละลายในอาหาร enrichment medium ที่ผ่านการกระตุ้นให้ผลิตเอ็นไซม์ชนิดนั้นๆเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนของบริเวณ 16S rDNA และ ITS โดยใช้เทคนิค PCR วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเครื่องวิเคราะห์สารพันธุกรรมแบบอัตโนมัติแล้วเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นดีเอ็นเอกับฐานข้อมูล NCBI เพื่อบ่งชี้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ คัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอ็นไซม์ Cellulase หรือ Chitinase รวบรวมข้อมูลลำดับเบสของยีน ออกแบบและสังเคราะห์ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะกับยีน ใช้ไพรเมอร์ที่สังเคราะห์ได้มาเพิ่มปริมาณในส่วนของยีนโดยปฏิกิริยา PCR โคลนยีนที่ได้เข้าสู่เวคเตอร์พาหะและถ่ายฝากชิ้นส่วนของยีนเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน (*E. coli*) ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นยีนด้วยเทคนิค PCR, ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ ตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน เชื่อมต่อชิ้นยีนเข้าสู่ protein expression vector และถ่ายฝากเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน ทดสอบการแสดงออกของโปรตีนด้วยวิธี SDS-PAGE

กิจกรรมที่ 3 การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1. การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ทดลองในสภาพไร่ที่แปลงเกษตรกร จ.แม่ฮ่องสอน โดยเตรียมแปลงทดลอง เพื่อปลูกถั่วเหลือง ขนาดแปลงทดลอง 4x6 เมตร ระยะปลูก 50 x 25 เซนติเมตร 2 ต้นต่อหลุม แปลงละ 6 แถว คลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมท้องถิ่นที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักรวม เป็นต้น หลังเก็บเกี่ยวบันทึกข้อมูล น้ำหนักฝักรวม น้ำหนักต้นแห้ง จำนวนปม และน้ำหนักปมทั้งสดและแห้ง บันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในต้น และใบ หาการสะสมธาตุอาหารในต้นและผลผลิต บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ กรรมวิธี 1. ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม) กรรมวิธี 2. ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว กรรมวิธี 3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธี 4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0

กรมวิชาการเกษตร

กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม กรรมวิธี 5. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ กรรมวิธี 6. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม

2. การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลูกข้าวในแปลงทดลองขนาด 6X5 เมตร และใส่จุลินทรีย์ตามกรรมวิธีพร้อมปลูก 1 ครั้ง พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้น และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 110 – 125 วัน ในพื้นที่ 3X2 เมตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักผลผลิตสด และจำนวนรวง หลังเก็บเกี่ยวหาน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง การสะสมไนโตรเจนในต้น และเมล็ด และอัตราการตรึงไนโตรเจน บันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในต้น และเมล็ด อัตราการตรึงไนโตรเจน นับปริมาณแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชรอบๆราก และองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารดินก่อนปลูกและหลังปลูก

3. การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลูกข้าวโพดในแปลงทดลองขนาด 6X5 เมตร ระยะปลูก 75X25 ซม. แปลงละ 8 แถวๆละ 20 หลุมๆละ 1ต้น และใส่จุลินทรีย์ตามกรรมวิธีพร้อมปลูก 1 ครั้ง พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้น และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่ออายุ 15 วัน ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 55-65 วัน ในพื้นที่ 3X2 เมตร บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักผลผลิตสด และจำนวนฝัก หลังเก็บเกี่ยวบันทึกข้อมูล น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักผลผลิตแห้ง การสะสมไนโตรเจนในต้น และเมล็ด และอัตราการตรึงไนโตรเจน บันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในต้น และเมล็ด อัตราการตรึงไนโตรเจน นับปริมาณแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชรอบๆราก และองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารดินก่อนปลูกและหลังปลูก

4. การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลูกกระเทียมในแปลงทดลองต้นน้ำ ต. แม่นาเติง อ. ปาย จ. แม่ฮ่องสอน แปลงทดลองปลายน้ำ ต. ผาบ่อง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน แปลงทดลองขนาด 6X5 เมตร ระยะปลูก 10 X 10 เซนติเมตร และใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชตามกรรมวิธี พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้น ½ N-P-K ก่อนปลูก และใส่ปุ๋ย ½ N หลังจากปลูก 30 วัน หลังปลูก 45-50 วัน วัดอัตราการเจริญเติบโตของกระเทียม ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 110 – 125 วัน ในพื้นที่ 2X2 เมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำประกอบด้วย กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการ

กรมวิชาการเกษตร

เจริญเติบโตของพืช *Azospirillum brasilense* TS13 กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 กรรมวิธีที่ 5 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ความสูง น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด บันทึกข้อมูลผลผลิต เช่น น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักผลผลิตสด และน้ำหนักผลผลิตแห้ง

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1) การศึกษาจำนวนประชากรและชนิดของแบคทีเรียจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย ทำการทดลองตั้งแต่ ฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2559 (เดือนธันวาคม 2559) ถึง ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2562 (เดือนสิงหาคม 2562) เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรแบคทีเรียในแต่ละฤดู รวมถึงจำนวนประชากรแบคทีเรียในสภาพที่มีการใช้ประโยชน์ต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ปริมาณแบคทีเรียจากตัวอย่างดินปี พ.ศ. 2560-2562 ในแต่ละฤดูมีปริมาณอยู่ระหว่าง $1.36 \times 10^6 - 1.23 \times 10^7$ เซลล์ต่อดิน 1 กรัม ปริมาณแบคทีเรียมากที่สุดพบในดินป่าต้นน้ำ (UF) ในฤดูหนาวปี 2560 มีปริมาณ 1.23×10^7 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม ปริมาณแบคทีเรียน้อยที่สุดพบในดินป่าปลายน้ำ (DF) ในฤดูฝนปี 2560 มีปริมาณ 1.36×10^6 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม ความหลากหลายของแบคทีเรียที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ปี 2560 มีจำนวนชนิดของแบคทีเรียที่พบในพื้นที่เกษตรปลายน้ำจำนวน 1,852 ชนิด ป่าปลายน้ำจำนวน 2,567 ชนิด เกษตรต้นน้ำจำนวน 1,838 ชนิด และป่าต้นน้ำจำนวน 2,511 ชนิด ปี 2561 ปริมาณแบคทีเรียที่พบในพื้นที่เกษตรปลายน้ำ 928 ชนิด ป่าปลายน้ำ 987 ชนิด เกษตรต้นน้ำ 941 ชนิด และป่าต้นน้ำ 955 ชนิด ปี 2562 ปริมาณแบคทีเรียที่พบในพื้นที่ เกษตรต้นน้ำ 806 ชนิด ป่าต้นน้ำ 1,199 ชนิด เกษตรปลายน้ำ 955 ชนิด และป่าปลายน้ำ 1,163 ชนิด ประชากรแบคทีเรียของชุมชนแบคทีเรียในพื้นที่ลุ่มน้ำปายมีอัตราส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละปี ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สัดส่วนของโครงสร้างประชากรแบคทีเรีย แตกต่างกันตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าที่ไม่ถูกรบกวนจะมีความหลากหลายของประชากรแบคทีเรียมากกว่าพื้นที่ทำการเกษตร นอกจากนี้ข้อมูลประชากรตามการใช้พื้นที่สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อจัดการใช้ประโยชน์แบคทีเรียให้เหมาะสมในพื้นที่

2) การศึกษาพบว่าเชื้อราที่พบทั่วไปมีความหลากหลายและยังคงมีความสมบูรณ์ โดยตัวอย่างดินทั้งในป่าและทางการเกษตรมีเชื้อราที่สำคัญ 5 ไฟลัม ได้แก่ Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota และ Zygomycota ซึ่ง Ascomycota เป็นไฟลัมที่พบมากที่สุดรองลงมาคือไฟลัม Basidiomycota Chytridiomycota, Glomeromycota และ Zygomycota นอกจากนี้มีเชื้อราจำนวนมากที่ไม่สามารถจำแนกได้ (incertae sedis) ด้วยการศึกษา ITS rDNA กลุ่มเชื้อราในดินที่พบมากที่สุด คือ อวงศ์ Nectriaceae ราชนิดเด่นที่พบมาก ได้แก่ รา *Fusarium* เห็นได้ชัดว่าข้อมูลทางอนุกรมวิธานที่ละเอียดยังคงเป็น

กรมวิชาการเกษตร

สิ่งจำเป็นเพื่อทำการเปรียบเทียบเชิงปริมาณของ phylotype สัมพัทธ์ของข้อมูล อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยในอนาคตและอาจเป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราที่มีการตอบสนองต่อสภาพอากาศเย็น ร้อน แห้ง และเปียก

3) ชุมชนแอคติโนแบคทีเรียในดินส่วนใหญ่มีไฟลัมเด่นอยู่ 3 ไฟลัม ได้แก่ Proteobacteria, Acidobacteria และ Actinobacteria ความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนแอคติโนแบคทีเรียในดินจากการเก็บรวบรวมตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างใน 1 ปี ได้หน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTUs) 5,963 หน่วย จำนวนการอ่าน 92,871 ครั้งและจำแนกแบคทีเรียได้ทั้งหมด 43 phyla 820 สกุล (genera) ในจำนวนนี้มี 92 สกุล ที่เป็นของ Actinobacteria ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียสูงที่สุดในพื้นที่ต้นน้ำโดยเฉพาะในดินเกษตร class เด่นที่พบมีความอุดมสมบูรณ์สูงและพบได้บ่อยในทุก ๆ พื้นที่ ได้แก่ class Actinobacteria และ Thermoleophilia ใน class Actinobacteria order Streptomycetales เป็น order ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด และ family Streptomycetaceae เป็น family ที่มีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดของ order นี้ สกุลเด่นที่พบมากได้แก่ Streptomyces ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนแอคติโนแบคทีเรียในดิน การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างชุมชนมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์มากกว่าการมี / ไม่มี OTUs ซึ่งบ่งชี้ว่ามีชุมชนแอคติโนแบคทีเรียอยู่ทุก ๆ ที่ทั้งต้นน้ำ – ปลายน้ำทั้งพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรม

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1) การคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมกับถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน โดยทำการคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนให้แก่ถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน พบว่ามีสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมจำนวน 3 สายพันธุ์ จาก30 สายพันธุ์ ได้แก่ DASA 32116 DASA 32019 และ DASA 32025 เชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน ในสภาพกระถางทดลอง ผลปรากฏว่ากรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสายพันธุ์ DASA 32025 มีจำนวนปม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งปม มากที่สุด น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ในกรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สายพันธุ์ DASA 32019 มีน้ำหนักมากที่สุดและ มีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 5 ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมผสม สายพันธุ์ DASA 32116 DASA 32019 และ DASA 32025 และกรรมวิธีที่ 7 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้นในกรรมวิธีที่ 3 (ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสายพันธุ์ C) มีค่ามากที่สุด โดยกรรมวิธีที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 7 และค่าการตรึงไนโตรเจนพบว่ากรรมวิธีที่ 7 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน) มีค่าการตรึงไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 4 (ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเป้าหมาย) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสายพันธุ์ DASA 32025 และพบว่ากรรมวิธีที่ 1, 2 และ 6 ค่าการตรึงไนโตรเจนน้อยและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 7 ผลผลิตของถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน เก็บ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เกี่ยวเมื่ออายุ 105 วันหลังปลูกจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และ น้ำหนัก 100 เมล็ดในทุก ๆ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่เชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ B เพียงอย่างเดียวให้จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ดทั้งหมด นน.เมล็ดทั้งหมด มากที่สุด และพบว่าการนำเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายมาผสม 3 สายพันธุ์ พบว่าให้ผลผลิตที่ดีกว่าปุ๋ยชีวภาพสำหรับถั่วเหลืองที่ผลิตโดยกรมวิชาการเกษตร

2) เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเติบโตของพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนอาหารวุ้นได้จำนวน 33 ไอโซเลท และจำแนกเป็น 2 สกุล คือ สกุล *Azospirillum* และ สกุล *Azotobacter* ผลของการวัดความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและความสามารถในการผลิต IAA ของเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้ชี้ให้เห็นว่า เชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า ส่วนการศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ 999 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง และกระเทียมพันธุ์พื้นเมือง แบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ แบคทีเรียไอโซเลท AT1

3) การศึกษาความหลากหลายของราดินในพื้นที่ป่าและพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนพบราทั้งหมด 350 สายพันธุ์ จำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ทั้งหมด 18 สกุล 20 ชนิด แบ่งเป็นราในกลุ่ม Zygomycota 4 สกุล Ascomycota 13 สกุล Basidiomycota 1 สกุล ราที่พบมากในทุกพื้นที่ ได้แก่ *Aspergillus niger* (32 สายพันธุ์) รองลงมาได้แก่รา *Talaromyces* spp. (30 สายพันธุ์) และ *Neosartorya* spp. (23) ตามลำดับ ราที่พบเฉพาะในพื้นที่ทำการเกษตรได้แก่ รา *Fusarium solani*, *Sclelotium rolfsii* และ*Trichoderma harzianum* ราที่พบเฉพาะในดินป่าได้แก่รา *Myrothecium verucaria* ผลการทดสอบประสิทธิภาพของราดิน พบราดินจำนวน 10 สายพันธุ์สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ ราดินจำนวน 53 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้างสาร siderophore และพบราดินจำนวน 91 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้าง Indole acetic acid (IAA) นอกจากนี้ยังพบว่ามีราดินหลายสายพันธุ์สามารถยับยั้งราสาเหตุโรครากเน่าของพืชหลายชนิด อย่างรา *R. silani* พบราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญได้จำนวน15 สายพันธุ์ รา *S. rolfsii* พบราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญได้จำนวน 11 สายพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีราดินจำนวน 15 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งรา *F. oxysporum* และ ราดิน 24 สายพันธุ์ สามารถยับยั้งการเจริญของรา *C. gloeosporioides* ได้ ซึ่งราดินส่วนใหญ่ที่สามารถยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคพืชได้ในระดับดีเป็นราในสกุล *Trichoderma* spp.

4) เชื้อ *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีความสามารถในการสร้าง siderophore ดีที่สุด *Streptomyces* sp. WF 10-1 มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตดีที่สุด ส่วนแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนที่มีการสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวนทั้งหมด 42 32 และ 29 ไอโซเลท ตามลำดับ เมื่อคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช 10 ไอโซเลทมาทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับ

กรมวิชาการเกษตร

เชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora*, *R. solanacearum*, *X. axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วน *Streptomyces* sp. WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช พบว่า *Streptomyces* sp. RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าวได้ทุกชนิด และพบว่า *Streptomyces* sp. WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิด คือ *B. japonicum* DASA 02006, B. *liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 ดังนั้นจึงสามารถใช้ *Streptomyces* sp. WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ร่วมกับการใช้ไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิดได้ เมื่อคัดเลือกแอคติโนมัยสีท *Streptomyces* sp. WF 4-1 และ *Streptomyces* sp. RF 12-4 ไปทำการทดสอบในระดับโรงเรือน พบว่า ต้นกล้าถั่วเขียวมีอาการเน่าตายเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *S. rolfsii* แม้จะปลูกเชื้อแอคติโนมัยสีท *Streptomyces* sp. WF 4-1 ร่วมด้วย ส่วนต้นกล้าที่มีการปลูกเชื้อ *Streptomyces* sp. RF 12-4 มีการเกิดโรคปานกลางในระดับ 2 ส่วนการปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora* ทำให้ต้นกล้าถั่วเขียวเกิดโรคเล็กน้อยในระดับ 1 แต่ความสูงของต้น น้ำหนักสด ความยาวรากและจำนวนปมรากของแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ข้อมูลจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาและทดสอบรูปแบบของการนำแอคติโนมัยสีทไปใช้ในการส่งเสริมการเจริญของพืชหรือการยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลองต่อไปได้

5) ผลการสำรวจประชากรนีมาโทดในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน 4 ช่วงต่อปี ได้แก่ ช่วงที่ 1 เดือนพฤศจิกายน 2559 ช่วงที่ 2 เดือนมกราคม 2560 ช่วงที่ 3 เดือนมีนาคม 2560 และช่วงที่ 4 เดือนพฤษภาคม 2560 โดยใช้เทคนิค Whitehead tray ในการแยกนีมาโทดออกจากตัวอย่างดิน สามารถแยกได้นีมาโทดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่กินแบคทีเรีย กลุ่มที่กินเชื้อรากลุ่มที่เป็น Predator และกลุ่มที่เป็นศัตรูพืช กลุ่มที่พบจำนวนประชากรนีมาโทดมากที่สุดในตัวอย่างดินต้นน้ำ คือ กลุ่มกินแบคทีเรีย รองลงมาคือกลุ่มกินเชื้อรา เท่ากับ 132 และ 98 ตัวต่อดิน 500 กรัม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่พบประชากรนีมาโทดมากที่สุดรวมเท่ากับ 334 ตัวต่อดิน 500 กรัม และพบน้อยที่สุดในช่วงเดือนมีนาคม เท่ากับ 180 ตัวต่อดิน 500 กรัม เป็นผลจากในช่วงพฤศจิกายน มีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงมีนาคม สำหรับพื้นที่ปลายน้ำมีจำนวนประชากรนีมาโทดเป็นในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่ต้นน้ำ แต่จำนวนประชากรต่ำกว่า เป็นผลจากการทำเกษตรซึ่งมีการไถพรวนพลิกหน้า ส่งผลให้ประชากรนีมาโทดลดลง แต่พบว่าในกลุ่มนีมาโทดที่เป็นศัตรูพืชเพิ่มขึ้นในช่วงพฤศจิกายน และมกราคม ผลการจำแนกสกุลของนีมาโทดของ 4 กลุ่ม พบว่ากลุ่มกินแบคทีเรีย คือ Dolichorhabditis และ Rhabditis กลุ่มกินเชื้อรา ได้แก่ Aphelenchus กลุ่มที่เป็น Predator คือ Mononchus และกลุ่มศัตรูพืช ได้แก่ Helicotylenchus, Hoplolaimus, Paratylenchus และ Rotylenchuslus

กรมวิชาการเกษตร

6) การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนสจากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย จำนวน 4 แหล่ง ได้แก่ พื้นที่ป่าปลายน้ำ พื้นที่เกษตรปลายน้ำ พื้นที่เกษตรต้นน้ำ และ พื้นที่ป่าธรรมชาติต้นน้ำบ้านแม่นะ ในช่วงฤดูกาลต่างๆ พบว่า สามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนส บนอาหาร selective medium ที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลส และไคติน สามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 296 ไอโซเลท แบ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส จำนวน 198 ไอโซเลท และจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ไคติเนส จำนวน 98 ไอโซเลท การโคลนยีน chitinase สามารถเพิ่มปริมาณในส่วนของยีน ที่มีขนาดประมาณ 2,103 bp เมื่อนำไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์แล้วเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีความคล้ายคลึงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ส่วนของยีน chitinase type II gene ของเชื้อ *Paenibacillus xylanilyticus* (Accession no. MN597082.1) ที่ identity 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแปรรหัสเป็นลำดับของกรดอะมิโน พบว่า มีความคล้ายคลึงกับอะมิโนแอซิดของยีน chitinase (*Paenibacillus* sp.) (Accession No. WP_095290735.1) ที่ identity 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการทดสอบการแสดงออกในระดับโปรตีนของเอนไซม์ chitinase พบว่า รีคอมบิแนนท์เอนไซม์ chitinase ที่ได้มีขนาดประมาณ 74 กิโลดาลตัน การโคลนยีน cellulase สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนของยีน cellulase ที่มีขนาดประมาณ 1,500 bp เมื่อนำไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์แล้วเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีความคล้ายคลึงกับลำดับนิวคลีโอไทด์ส่วนของยีน endoglucanase gene ของเชื้อ *Bacillus velezensis* (Accession no. KY427020.1) ที่ identity 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแปรรหัสเป็นลำดับของกรดอะมิโน พบว่า มีความคล้ายคลึงกับอะมิโนแอซิดของยีน cellulase family glycosylhydrolase [Bacillus] (Accession No. WP_025851060.1) ที่ identity 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการทดสอบการแสดงออกในระดับโปรตีนของเอนไซม์ cellulase พบว่า รีคอมบิแนนท์เอนไซม์ cellulase ที่ได้มีขนาดประมาณ 55 กิโลดาลตัน ซึ่งตรวจพบกิจกรรมของรีคอมบิแนนท์เอนไซม์ cellulase มีผลทำให้ recombinant *E. coli* สามารถผลิตเอนไซม์ cellulase ได้

กิจกรรมที่ 3 การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1) ผลการทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินที่ใช้ปลูกถั่วพบว่าดินมีค่าอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูงเมื่อพิจารณาจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในการผลิตถั่วเหลืองของกรมวิชาการเกษตร การปลูกถั่วครั้งนี้ควรใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าจำนวนปมรากของถั่วเหลืองตาแดงในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียจะมีจำนวนปมรากมากกว่ากรมมวิธีอื่น ๆ ค่าการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองตาแดงเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใสปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ การทดลองครั้งนี้พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธี โดยเฉพาะในกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ แต่กลับให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงเทียบเท่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ ชี้ให้เห็นว่าสภาพดินที่ใช้ปลูกถั่วในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการผลิตถั่วเหลืองแม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ผลผลิตก็ยังสูง สาเหตุอีกประการคือดินในพื้นที่ปลูกถั่วนี้มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมอยู่ในดินค่อนข้างมากและอาจเป็นไรโซเบียมที่สามารถเข้าแข่งขันกับเชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปุ๋ยชีวภาพที่ใช้คลุกเมล็ดปลูกในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี

2) การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ*Azotobacter* sp. ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองในปี พ.ศ. 2562–2563 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

3) การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลที่คัดเลือกได้ คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. และ *Azospirillum brasilense* (DASF04003) ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ชัดเจนมากขึ้น

4) ผลผลิตกระเทียมจากแปลงทดลองต้นน้ำปายพบว่ากรรมวิธีที่ 3 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum brasilense* TS13 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด 2,435 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control) และกรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 5 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. AP1 ผลผลิตกระเทียมจากแปลงทดลองปลายน้ำปายพบว่ากรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด 3,245 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่ 5 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. AP1 ให้น้ำหนักใบแห้งมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีที่ 3 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum brasilense* TS13 ให้น้ำหนักหัวแห้งมากที่สุด และกรรมวิธีที่ 5 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. AP1 ให้น้ำหนักรากแห้งมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตกระเทียมจากแปลงทดลองต้นน้ำปายพบว่ากรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตน้ำหนักสดต่อไร่มากที่สุด 2,170 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลผลิตกระเทียมจากแปลงทดลองปลายน้ำปายพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตมากที่สุด 3,076 กิโลกรัมต่อไร่ การสะสมธาตุอาหาร ในราก หัว และใบ ของกระเทียมจากแปลงทดลองต้นน้ำปาย พบว่า การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในหัวการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมไนโตรเจน และโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรีย

กรมวิชาการเกษตร

ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มีการสะสมไนโตรเจน และโพแทสเซียมมากที่สุดที่ 1.63 % และ 1.29 % ตามลำดับ ในใบการสะสมโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มีการสะสมไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ 0.91 % และ 20 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสะสมธาตุอาหาร ในราก หัว และใบ ของกระเทียมจากแปลงทดลองปลายน้ำปาย พบว่าการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในหัวการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมไนโตรเจนพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 สะสมไนโตรเจนมากที่สุดที่ 2.41 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในใบการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมไนโตรเจน ในกรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิด B มากที่สุดที่ 0.94 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสะสมฟอสฟอรัสในกรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มากที่สุดที่ 1.6 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตยังจะสามารถลดต้นทุนการผลิตกระเทียมได้แต่ต้องมีการทดลองเพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจร่วมด้วย

อภิปรายผล

ประชากรแบคทีเรียในพื้นที่ลุ่มน้ำปายมีความแตกต่างกันจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน สอดคล้องกับรายงานของ Christian *et. al*., (2008) พบว่าลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อสภาพดิน และชุมชนจุลินทรีย์มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และลักษณะเนื้อดินเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีขององค์ประกอบชุมชนแบคทีเรีย องค์ประกอบของชุมชนแบคทีเรียมีความใกล้ชิดกับคุณลักษณะของดิน แต่ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้ในการทำนายองค์ประกอบของชุมชนจุลินทรีย์ได้ และสมบัติทางดินก็ไม่จำเป็นที่จะต้องสอดคล้องกันในแต่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้การใช้วิธีการอ่านลำดับเบสเพื่อวิเคราะห์ประชากรในชุมชนแบคทีเรีย ให้ข้อมูลรายละเอียดของวิวัฒนาการของประชากรในแต่ละชุมชน และเป็นการประเมินรูปแบบทางชีววิทยาของชุมชนจุลินทรีย์นั้น จากการศึกษาของ Kamlesh *et. al*., (2011) สรุปได้ว่า ประวัติของการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดองค์ประกอบของชุมชนจุลินทรีย์มากกว่าคุณสมบัติของพืชและดิน นอกจากนี้ชุมชนจุลินทรีย์ในดินที่ถูกรบกวนดูเหมือนจะกลับสู่สภาพเดิมเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง

ประชากรของชุมชนแบคทีเรียที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำปายมีสัดส่วนขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษา การทดลองของ Sheik *et al*., (2011) ในสภาวะปกติ พบว่า กรรมวิธีที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 ℃ จำนวนประชากรแบคทีเรียมีขนาดเพิ่มขึ้น 40-150% แต่ความหลากหลายของชนิดแบคทีเรียลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม นอกจากนี้ในสภาวะแห้งแล้ง กรรมวิธีที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 ℃ ขนาดชุมชนแบคทีเรียมีขนาดลดลง 50-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีควบคุม การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชากรแบคทีเรีย นอกจากนี้ผลกระทบทางอ้อมของปรากฏการณ์โลกร้อน โดยเฉพาะการลดลงของความชื้นในดินมีผลโดยตรงต่อชุมชนประชากรแบคทีเรียมากกว่าผลกระทบโดยตรงของอุณหภูมิที่อุ่นขึ้น ปริมาณฝนที่ตกควบคู่กับอากาศที่อุ่นขึ้นมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อชุมชนแบคทีเรียและมีบทบาทสำคัญในการควบคุมจุลินทรีย์ในวัฏจักรคาร์บอนและไนโตรเจน ในขณะเดียวกัน Mellissa *et al*., (2012) พบว่า ชุมชนแบคทีเรียในฤดูแล้งมีความแตกต่างจากฤดูมรสุม แสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับความชื้นในดินในระยะต่าง ๆ ในฤดูมรสุมชุมชนแบคทีเรียมีขนาดใหญ่กว่าฤดูแล้งถึง 4.7 เท่า และยังพบว่าชุมชนแบคทีเรียใต้ต้นสน pinon pine และ juniper มีความแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฟังก์ชันของจุลินทรีย์ที่อยู่ใต้ต้นไม้เหล่านี้มีความแตกต่างกัน สามารถคาดการณ์การตอบสนองของชุมชนจุลินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลของฤดูกาล ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นดิน และองค์ประกอบของชุมชนเหนือพื้นดินที่เกี่ยวข้อง สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าชุมชนแบคทีเรียพื้นที่การเกษตรในฤดูฝนมีขนาดและความหลากหลายของแบคทีเรียมากที่สุด และพื้นที่ป่าปลายน้ำในฤดูร้อนมีความหลากหลายของแบคทีเรียน้อยที่สุด จำนวนประชากรแบคทีเรียพื้นที่ป่าปลายน้ำในฤดูหนาวมีปริมาณมากที่สุด และประชากรแบคทีเรียพื้นที่ป่าปลายน้ำฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด

การศึกษาความหลากหลายของชุมชนเชื้อราในดินโดยการระบุลักษณะของชุมชนเชื้อราในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำของลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของเชื้อราที่สูงมาก phylotypes ของเชื้อราที่ถูกระบุมากที่สุด คือ ไฟลัมไฟลัม Ascomycota ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่ระบุถึงความอุดมสมบูรณ์และการแพร่กระจายของรา ascomycetes ในดินทั่วโลก (Prober *et al*., 2014) การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่า ไฟลัม Ascomycota เป็นชุมชนเชื้อราในดินที่มีความโดดเด่นและพบได้มากที่สุด (Sterflinger *et al*., 2012; Abed *et al*., 2013; Bastida *et al*., 2013) สำหรับองค์ประกอบชุมชนราดินโดยรวมของพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้พบว่าลำดับเบสของเชื้อราส่วนใหญ่แบ่งออกได้ 5 ไฟลัม สำคัญ ได้แก่ Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota และ Zygomycota ซึ่งคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ของ OTUs ทั้งหมดที่ตรวจพบ โดย ไฟลัม Ascomycota เป็น ไฟลัมที่พบมากที่สุด (79.3 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ Basidiomycota เป็นชุมชนเชื้อราที่พบรองลงมาเมื่อคิดเป็น 4.32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการตรวจสอบพบว่าชุมชนของเชื้อรา Ascomycota ในดินถูกพบมากในพื้นที่เกษตรต้นน้ำ ป่าปลายน้ำ และป่าต้นน้ำ

จุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ cellulase (เซลลูเลส) และ chitinase (ไคติเนส) บริเวณลุ่มน้ำปาย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และไคติเนส ซึ่งเป็นชนิด/สายพันธุ์ที่ผ่านการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เป็นแนวทางในการใช้เอนไซม์เซลลูเลส และ ไคติเนส (Ridout *et al.,* 1988 ; Millati *et al*., 2005) ในการย่อยสลาย และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้จำพวกเซลลูโลส (เปลือกหรือแกนสับปะรด ทลายปาล์ม น้ำกากส่าจากโรงงานสุรา เศษไม้ขี้เลื่อยจากโรงงานทำไม้ ของเสียจากโรงงานทำกระดาษ ของเหลือใช้หลังจากการเก็บเกี่ยว เช่น

กากถั่วเหลือง ฟางข้าว รำข้าว ชานอ้อย ขี้เลื่อย ซังและเปลือกข้าวโพด) และของเหลือทิ้งไคติน (เปลือกกุ้ง และกระดองปูที่มีจำนวนมากจากอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ) ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆต่อไป โดยจุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลส อาทิเช่น *Geobacillus pallidus* *G. debilis* (Lynd *et al*., 2002) *Bacillus subtilis* (Koide *et al*., 1986) เอนไซม์ไคติเนส พบได้ทั่วไปในแบคทีเรีย *Aeromonas* sp. และ *Bacillus sterothermophilus* (Ueda and Arai, 1992) เป็นต้น ซึ่งนับเป็นการใช้ประโยชน์จากความสามารถของจุลินทรีย์ในการย่อยสารประกอบเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ผลจากการนำเชื้อไรโซเบียม 3 สายพันธุ์ซึ่งเป็น *Bradyrhizobium elkanii* ที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อใช้ในการทดลองระดับแปลงทดลอง พบว่า ผลการทดลองในระยะเวลา 2 ปี ผลผลิตถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ แต่กับให้ผลผลิตเทียบเท่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ ไรโซเบียมที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในดินที่ใช้ปลูกถั่วมีจำนวนเชื้อไรโซเบียมในดินอยู่ค่อนข้างมากและจากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพบว่าดินในแปลงปลูกถั่วเป็นดินที่มีค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณที่สูงซึ่งถ้าจะนำมาปลูกถั่วเหลืองให้ได้ผลผลิตดีจะต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามอัตราแนะนำสำหรับการปลูกพืชตระกูลถั่ว ซึ่งสามารถคำนวนอัตราการใช้ปุ๋ยในการทดลองครั้งนี้ได้ดังนี้ ปุ๋ยยูเรีย(46-0-0) ในอัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) ในอัตรา 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ในอัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) เป็นที่ทราบดีว่าอิทธิพลของธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินมีผลต่อการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมดินที่มีระดับไนโตรเจนสูงประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนจะลดลง (สำเนา, 2539) เช่นเดียวกับการทดลองของ พรพิมลและคณะ (2540) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้จำนวนปมที่เกิดลดลง ทั้งกรรมวิธีที่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียมและกรรมวิธีที่ไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองจะไม่ได้ผลมากนัก หากมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน เพราะไนเตรทจากการใช้ปุ๋ยทำให้การสร้างปมรากถั่ว ช้าลง และมีปริมาณน้อยลง (จิระศักดิ์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่ชี้ให้เห็นว่าในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่จะมีจำนวนปมที่น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย ในส่วนของธาตุฟอสฟอรัสพบว่าธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับพืชถือเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอจะจำกัดจำนวนของไรโซเบียม และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตของถั่วเหลือง (สำเนา, 2539) การผลิตถั่วเหลืองโดยอาศัยการตรึงไนโตรเจนจากเชื้อไรโซเบียม นับว่ามีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ การใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วเหลืองในพื้นที่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วมาก่อน สามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (Boonkerd and Weaver, 1982) สำหรับพื้นที่ซึ่งปลูกถั่วเหลืองมานานจะไม่ให้ผลตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียมอย่างเด่นชัด (Ellis *et al*., 1984) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีเชื้อไรโซเบียมในดินโดยธรรมชาติปริมาณมาก หากเชื้อไรโซเบียมที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อที่มีอยู่ในดินได้ ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อไรโซเบียมจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่คลุกเชื้อ ไรโซเบียม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้

กรมวิชาการเกษตร

ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองและทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญอันดับแรกคือ เชื้อไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการปลูกถั่วเหลืองได้ดี ได้แก่ สร้างปม และการตรึงไนโตรเจนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไรโซเบียมดั้งเดิมที่อยู่ในธรรมชาติ (ศิริลักษณ์และศศิษา, 2553)

จำนวนประชากรแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ก่อนการทดลองพบว่า *Azotobacter* sp. ไม่สามารถตรวจนับได้ ยกเว้น *Azospirillum* sp. ในขณะที่ จำนวนประชากรหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า *Azospirillum* sp. เพิ่มขึ้น แต่ *Azotobacter* sp. นับไม่ได้ได้ และไม่สามารถตรวจนับจำนวนประชากรของ ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Bashan and Levanony (1990), Meunchang *et al*. (2 006a) และ Meunchang *et al*. (2006b) ที่รายงานว่า โดยทั่วไปหลังการใส่ปุ๋ยชีวภาพปริมาณประชากรแบคทีเรียจะลดอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของสภาพแวดล้อมซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ จึงมักพบว่าผลการทดลองในสภาพปลอดเชื้อกับในธรรมชาติมีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้ความหนาแน่นหรือปริมาณของเชื้อ *Azotobacter* ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรดด่างของดิน ความชื้นของดิน ปริมาณเกลือในดิน พืชอาศัย จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (antagonistic microorganism) อุณหภูมิ และคุณลักษณะของเชื้อเอง (Tchan *et al*., 1984; Kizilkaya, 2009) ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้อาจมีผลทำให้ไม่สามารถตรวจพบเชื้อในดินได้ ส่วนเชื้อ *Azospirillum* สามารถเจริญได้ดีที่ pH เป็นกรด (5.7-6.8) อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 32-40 องศาเซลเซียส และมีพืชอาศัยได้กว่า 113 ชนิด (species) เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว ข้าวสาลี ทานตะวัน อ้อย และพืชอาหารสัตว์ เป็นต้น (Baldani *et al*., 1986; Fages and Arsac, 1991; Pereg *et al*., 2016; Cassan *et al*., 2020) ทำให้สามารถตรวจพบเชื้อ *Azospirillum* ได้มากกว่า

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

จำนวนประชากรและชนิดของแบคทีเรียจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย ปี 2560 มีจำนวนชนิดของแบคทีเรียที่พบในพื้นที่เกษตรปลายน้ำจำนวน 1,852 ชนิด ป่าปลายน้ำจำนวน 2,567 ชนิด เกษตรต้นน้ำจำนวน 1,838 ชนิด และป่าต้นน้ำจำนวน 2,511 ชนิด ปี 2561 ปริมาณแบคทีเรียที่พบในพื้นที่เกษตรปลายน้ำ 928 ชนิด ป่าปลายน้ำ 987 ชนิด เกษตรต้นน้ำ 941 ชนิด และป่าต้นน้ำ 955 ชนิด ปี 2562 ปริมาณแบคทีเรียที่พบในพื้นที่ เกษตรต้นน้ำ 806 ชนิด ป่าต้นน้ำ 1,199 ชนิด เกษตรปลายน้ำ 955 ชนิด และป่าปลายน้ำ 1,163 ชนิด ซึ่งจำนวนประชากรแบคทีเรียที่พบในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันตามสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้ปริมาณแบคทีเรียที่พบขึ้นอยู่กับอยู่กับฤดูกาล แต่จำนวนประชากรแบคทีเรียขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุมชนของเชื้อราที่เป็นผลมาจากสภาพภูมิอากาศหรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ต้น

กรมวิชาการเกษตร

น้ำและปลายน้ำ พบว่าสามารถจำแนก phylotype เชื้อราที่สำคัญได้ 5 ไฟลัม เรียงตามลำดับดังนี้ Ascomycota, Basidiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota และ Zygomycota ซึ่งพบในทุกพื้นที่ทั้งในดินป่าและดินในแปลงเกษตร กลุ่มเชื้อราในดินที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ Nectriaceae และมีรา *Fusarium* เป็นราชนิดเด่นที่ตรวจพบได้มากในการศึกษาครั้งนี้ ชุมชนของเชื้อราส่วนใหญ่จัดอยู่ในไฟลัม Ascomycota และ Basidiomycota แต่มีปริมาณที่แตกต่างกัน ความหลากหลายภายในพื้นที่หรือระบบนิเวศเฉพาะซึ่งโดยปกติจะแสดงด้วยจำนวนของสิ่งมีชีวิต เช่นความอุดมสมบูรณ์ของชนิดพันธุ์ (Alpha diversity) ในระบบนิเวศนั้นจะลดลงตามระยะทางจากต้นน้ำและปลายน้ำซึ่งจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหลากหลายของเชื้อรา ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรีย ตลอดระยะเวลา 3 ปี (2560-2562) มี 92 สกุลที่เป็น Actinobacteria ความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียสูงที่สุดในพื้นที่ต้นน้ำโดยเฉพาะในดินเกษตร class เด่นที่พบมีความอุดมสมบูรณ์สูงและพบได้บ่อยในทุกๆ พื้นที่ได้แก่ class Actinobacteria และ Thermoleophilia ใน class Actinobacteria order Streptomycetales เป็น order ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด และ family Streptomycetaceae เป็น family ที่มีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดของ order นี้ สกุลเด่นที่พบมาก ได้แก่ Streptomyces

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย โดยคัดเลือกไรโซเบียม 30 สายพันธุ์ พบไรโซเบียมที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนให้กับถั่วเหลืองสูงที่สุด 3 สายพันธุ์ได้แก่ DASA32019 DASA32025 และ DASA32116 เมื่อนำเชื้อผสม 3 สายพันธุ์มาใช้ร่วมกัน พบว่าให้ผลผลิตที่ดีกว่าปุ๋ยชีวภาพสำหรับถั่วเหลืองที่ผลิตโดยกรมวิชาการเกษตร การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์จากดินที่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารวุ้นแข็งได้จำนวน 33 ไอโซเลท และจำแนกด้วยเทคนิคมัลดิทอฟ (MALDI-TOF) ได้ 2 สกุล คือ *Azospirillum* และ *Azotobacter* เชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า เมื่อนำ *Azospirillum* 5 สายพันธุ์ และ *Azotobacter* 4 สายพันธุ์ มาศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ 999 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง และกระเทียมพันธุ์พื้นเมือง พบว่าแบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ แบคทีเรียไอโซเลท AT1 ความหลากหลายและประสิทธิภาพของราดินด้วยวิธีการแยก ได้แก่ soil dilution plate, soil plate, alcohol treatment และ heat treatment บนอาหาร Glucose Ammonium Nitrate Agar (GAN) พบราดินทั้งหมด 350 สายพันธุ์ จำแนกได้เป็น 18 สกุล 20 ชนิด ชนิด ได้แก่ Zygomycota 4 สกุล (*Absidia*, *Gongronella*, *Mucor* และ *Rhizopus*) Ascomycota 13 สกุล (*Aspergillus*, *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Hamigera*, *Myrothecium*, *Neosartorya*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Talaromyces*, *Trichoderma*, *Verticillium* และ*Xylaria*) Basidiomycota 1 สกุล (*Sclerotium* ทดสอบประสิทธิภาพการสร้างเอนไซม์ ความสามารถในการย่อยสลายฟอสเฟต การสร้างสาร

กรมวิชาการเกษตร

เร่งการเจริญเติบโต พบราดินจำนวน 24 สายพันธุ์ สร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ ราดิน 10 สายพันธุ์สามารถย่อยสลายฟอสเฟตได้ ราดิน 53 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้างสาร siderophore และพบราดินจำนวน 91 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้าง Indole acetic acid (IAA) ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคพืช 4 ชนิดพบว่ามีราดิน 15 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Rhizoctonia solani* ราดิน 11 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Sclerotium rolfsii* ราดิน 15 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium oxysporum* และราดิน 24 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Colletotrichum gloeosporioides* ศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน โดยการทดสอบคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การทดสอบการสร้าง siderophore การทดสอบความสามารถในการละลายฟอสเฟต และการทดสอบการสร้างกรดอินโดลอะซีติก (IAA) พบว่า *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีความสามารถในการสร้าง siderophore สูงที่สุด *Streptomyces* sp. WF 10-1 มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตสูงที่สุด มีการสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวนทั้งหมด 42 32 และ 29 ไอโซเลท ตามลำดับ ความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืช *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วน *Streptomyces* sp. WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืช *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช ได้แก่ *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia* sp. และ *Sclerotium rolfsii* พบว่า *Streptomyces* sp. RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราก่อโรคทดสอบได้ทุกชนิด การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีสมบัติไม่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ (non-antagonistic) ต่อไรโซเบียม พบว่า *Streptomyces* sp. WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียม 3 ชนิด คือ *Bradyrhizobium japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 การทดลองในระดับโรงเรือนพบว่า ต้นกล้าถั่วเขียวมีอาการเน่าตายเมื่อได้รับการปลูกเชื้อราก่อโรคพืช *S. rolfsii* แม้จะปลูกเชื้อแอคติโนมัยสีท *Streptomyces* sp. WF 4-1 ร่วมด้วย ส่วนต้นกล้าที่มีการปลูกเชื้อ *Streptomyces* sp. RF 12-4 มีการเกิดโรคปานกลางในระดับ 2 ส่วนการปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora* ทำให้ต้นกล้าถั่วเขียวเกิดโรคเล็กน้อยในระดับ 1 การศึกษาประชากรนีมาโทดในพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน โดยใช้เทคนิค Whitehead tray ในการแยกนีมาโทดออกจากตัวอย่างดิน สามารถแยกได้นีมาโทดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่กินแบคทีเรีย จำแนกได้เป็นสกุล *Dolichorhabditis* และ *Rhabditis* กลุ่มกินเชื้อราจำแนกเป็นสกุล *Aphelenchus* กลุ่มที่เป็น Predator จำแนกเป็นสกุล *Mononchus* และกลุ่มศัตรูพืชจำแนกเป็นสกุล *Helicotylenchus, Hoplolaimus, Paratylenchus* และ *Rotylenchuslus* กลุ่มที่พบจำนวนประชากรนีมาโทดมากที่สุดในตัวอย่างดินต้นน้ำคือ กลุ่มกินแบคทีเรีย รองลงมาคือกลุ่มกินเชื้อรา เท่ากับ 132 และ 98 ตัวต่อดิน 500 กรัม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่พบประชากรนีมาโทดมากที่สุดรวมเท่ากับ 334 ตัวต่อ

กรมวิชาการเกษตร

ดิน 500 กรัม และพบน้อยที่สุดในช่วงเดือนมีนาคม เท่ากับ 180 ตัวต่อดิน 500 กรัม การคัดเลือกจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และไคติเนส จากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย สามารถคัดเลือกได้เชื้อ *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch 2.4 ซึ่งสามารถผลิตเอ็นไซม์ไคติเนสได้ดี

กิจกรรมที่ 3 การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

การใช้เชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองจำนวนปมของถั่วเหลืองตาแดงที่ปลูกในช่วงฤดูฝนทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ น้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และค่าการตรึงไนโตรเจน ทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความสูงของต้นระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ของการทดลองทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 2 พบว่าจำนวนเมล็ดต่อต้นของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียมมีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 124 เมล็ดต่อต้น กระบวนการการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างปี พ.ศ. 2562–2563 โดยใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชสองสกุลที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย คือ *Azospirillum* sp. ไอโซเลท AP1 และ *Azotobacter* sp. ไอโซเลท AT1 เปรียบเทียบกับแบคทีเรียอ้างอิง *Azospirillum brasilense* ไอโซเลท DASF04005 ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-ทู สำหรับข้าว ของกรมวิชาการเกษตร ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ต้นน้ำ (อำเภอปาย) และปลายน้ำ (อำเภอเมือง) จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการทดลอง พบว่า การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองสกุลที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย (AP1 และ AT1) ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองให้ผลไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างกับแบคทีเรียอ้างอิงของกรมวิชาการเกษตร (DASF04005) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองได้ กระบวนการในการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการทดลองพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปายในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ได้ ผลของการใช้เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการผลิต

กรมวิชาการเกษตร

กระเทียมในลุ่มน้ำปาย ผลการศึกษาการพบว่ากระเทียมให้ผลผลิตระหว่าง 1,499 – 3,076 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดที่ 3,076 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่ปลายน้ำ การสะสมธาตุอาหาร ในราก หัว และใบ ของกระเทียมจากแปลงทดลองต้นน้ำปาย พบว่า การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในหัวการสะสมฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมไนโตรเจน และโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มีการสะสมไนโตรเจน และโพแทสเซียมมากที่สุดที่ 1.63 เปอร์เซ็นต์ และ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในใบการสะสมโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มีการสะสมไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ 0.91 เปอร์เซ็นต์ และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสะสมธาตุอาหาร ในราก หัว และใบ ของกระเทียมจากแปลงทดลองปลายน้ำปาย พบว่าการสะสมฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในราก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในหัวการสะสมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่การสะสมไนโตรเจนพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 สะสมไนโตรเจนมากที่สุดที่ 2.41 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในใบการสะสมโพแทสเซียมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมไนโตรเจนในกรรมวิธีที่ 5 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azospirillum* sp. AP1 มากที่สุดที่ 0.94 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสะสมฟอสฟอรัสในกรรมวิธีที่ 4 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *Azotobacter* sp. AT9 มากที่สุดที่ 1.6 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

1. ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในแหล่งปลูกมะพร้าวภาคใต้และการควบคุมอย่างยั่งยืน

การสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงดำหนามมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี และหนอนหัวดำมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สรุปได้ว่า การเข้าทำลายและประชากรแมลงดำหนามมะพร้าวมีความแปรผันตามฤดูกาล (seasonal) และสัมพันธ์กับการตกของฝน เปอร์เซ็นต์ทางใบแรกที่ถูกทำลาย อุณหภูมิและความชื้น ส่วนการสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนหัวดำมะพร้าว สรุปได้ว่า จำนวนหนอนรวมมีความสัมพันธ์กับจำนวนทางใบที่ถูกหนอนหัวดำมะพร้าวทำลาย ปริมาณฝนรวม จำนวนวันฝนตกก่อนหน้า จำนวนหนอนรวมของเดือนก่อน ในท้องที่ที่ฝนน้อยและสภาพอากาศร้อนทำให้การทำลายเพิ่มขึ้น พื้นที่เปิดโล่งถูกทำลายก่อนและมีทิศทางไปทางตะวันตกเฉียงใต้

2) การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ จากการสำรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของหนอนหน้าแมวในปาล์มน้ำมัน สรุปได้ว่า การเข้าทำลายรวดเร็วมาก ฤดูกาลการระบาด ส่วนใหญ่พบช่วงปลายฝนต้นหนาว ฝนตกสามารถหยุดการระบาดได้ สภาพอากาศแห้งแล้ง ฝนน้อยกว่าค่าปกติ พบการทำลายสูงขึ้น พื้นที่ที่มีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวนทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป พบการระบาดในช่วงแล้งถึงต้นฝน โดยเป็นแปลงที่มีประวัติพบมาก่อน

3) การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน สรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมกับการระบาดของทั้ง 3 แมลงศัตรูพืชมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง สามารถใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการทำนายการระบาดล่วงหน้าได้ จากข้อมูลตามความต้องการของแต่ละโมเดลที่พัฒนาขึ้นในแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวมีความแม่นยำสูง ขณะที่หนอนหน้าแมวที่ข้อมูลเหตุการณ์การระบาดมีน้อยมากการทำนายมีความแม่นยำต่ำสุด เลือกโมเดลที่มีค่าความจำเพาะ (specificity) ในการทำนายการระบาดที่สูงของแมลงดำหนามมะพร้าว ซึ่งต้องการข้อมูลหลักจากสภาพอากาศรายวันและการประเมินทางใบแรกมาพัฒนาต้นแบบให้บริการข้อมูลทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวผ่านอินเตอร์เน็ต ที่ https://fc.doa.go.th/pest เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจเตือนการระบาดและการป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงอาการใบขาวของอ้อย เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึง

กรมวิชาการเกษตร

ความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเกิดอาการใบขาวแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.40 และ 0.46 ตามลำดับ ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่า พันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินมีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0092 0.0001 และ 0.0064 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย ในกรณีของความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวของอ้อยต่อข้อมูลสภาพอากาศ พบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดมีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0150 0.0004 และ 0.0011ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อยเช่นเดียวกัน

2) การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก แต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.25 และ 0.41 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่า พันธุ์ ปริมาณแมกนีเซียมในดินต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0237 และ 0.0024 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ในกรณีของความสัมพันธ์ของร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก ต่อข้อมูลสภาพอากาศพบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0142 0.0342 และ 0.0031 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเช่นเดียวกัน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วัน อายุและชนิดของอ้อย ส่งผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0239 0.0272 และ 0.0029 ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.44

3) ความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงมี ค่า R^2=0.27 ซึ่งอาจจะไม่สามารถทำนายการระบาดของแมลงนูนหลวงได้อย่างแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนหลวงต่อข้อมูล พบว่า เนื้อดิน และอายุของอ้อยมีผลต่อการระบาดของแมลงนูนหลวงโดยมีค่า P-Value เป็น 0.0041 และ 0.0333 ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีมีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวง แต่เนื่องจากค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการดำเนินงานได้นำผลงานวิจัยที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาว ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กและแมลงนูนหลวงในพื้นที่ เพื่อการผลิตอ้อยอย่างยั่งยืน

3. ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การศึกษาลักษณะอากาศและการให้ผลผลิตทะลายสดและผลผลิตน้ำมันของปาล์มน้ำมันในพื้นที่ปลูกสำคัญของภาคใต้ตอนบน คือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพร ต่อเนื่องเป็นเวลา 6 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559-2560 เพื่อตรวจสอบลักษณะอากาศในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนตรวจสอบการตอบสนองการให้ผลผลิต และสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิต สรุปได้ว่า สภาพอากาศที่มีความแตกต่างสูงในช่วงการทดสอบ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ โดยในปี พ.ศ. 2560 มีค่าสูงสุด (2,277.33 มิลลิเมตร และ 83.89% ตามลำดับ) แต่ต่ำสุดในปี พ.ศ. 2562 คือ 1,490 มิลลิเมตร/ปี และ 81.30% ตามลำดับ

2) ปริมาณผลผลิตทะลายสดในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 คือ 325.28 กิโลกรัม/ต้น และ 19.47 ทะลาย/ต้น ปริมาณน้ำมันต่อทะลายมีมากที่สุดในปี พ.ศ. 2560 และ 2561 (28.73 และ 28.81%) และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศ พบว่า ปริมาณน้ำฝนต่อปี จำนวนวันฝนตกต่อปี และอุณหภูมิสูงสุดต่อปี มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน

3) ได้สมการสำหรับการคาดคะเนผลผลิตทะลายสดที่สอดคล้องกับสภาพอากาศแต่ละปีที่ทำการทดลอง จำนวน 5 ปี 6 สมการ และเมื่อทดลองใช้สมการกับการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันในปี พ.ศ. 2564 พบว่า สมการน้ำหนักทะลายสด = 2.997 + (0.1291 x ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 ปีก่อนเก็บเกี่ยว) ให้ค่าผลผลิตทะลายสดใกล้เคียงกับปริมาณผลผลิตที่แท้จริงมากที่สุด โดยมีความแม่นยำร้อยละ 56.08 สำหรับการคาดคะเนการให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนล่วงหน้า 2 ปี

จากการศึกษานี้ทำให้เกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนมีข้อมูลการตอบสนองของการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อลักษณะอากาศที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ และมีสมการสำหรับเป็นเครื่องมือในการช่วยประเมินผลผลิตล่วงหน้าเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและการใช้ประโยชน์เบื้องต้นได้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน</u> สรุปได้ว่า หน่วยงาน D ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (เฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) การผลิตเมล็ดงอกน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ด ส่วนหน่วยงาน K ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันน้อยสุด 0.13–0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.08-0.09 0.04–0.10 และ 0.00 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ

กองวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคใต้ จังหวัดระนองมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 380 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ระนองมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 567.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสตูลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,167.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก จังหวัดชลบุรีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 835 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ตราดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 811.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และชลบุรีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,035.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 859 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี หนองคายมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 739.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และอุดรธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 2,187.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 30 ปี จังหวัดอุทัยธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 1,403 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ปทุมธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 621 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสุโขทัยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคต่างๆ คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การให้น้ำตามความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน และการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 3.43-6.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดมีค่า 3.34-6.62 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มมีค่า 4,309-6,437 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน สรุปได้ว่า สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมเฉลี่ย 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 3.16 และ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

2) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน</u> สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการผลิตอ้อยมีค่า 25.9-195.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สาเหตุของความแตกต่างมาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่มีค่าสูง 5.0-38.8 ตันต่อไร่ ดังนั้นการจัดการแปลงที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตสูงและทำให้อ้อยใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน</u> สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยเฉลี่ย 93.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ค่าต่ำสุด 35.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่วันปลูกที่ 1 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และสูงสุด 243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ K95-84 ที่วันปลูกที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ซึ่งการให้น้ำส่งผลให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น และขึ้นอยู่กับพันธุ์ วันปลูกและสถานที่ปลูก ค่าการใช้น้ำต่อตันอ้อยมีความแปรปรวนสูง

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง</u> สรุปได้ว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.51–1.87 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 5.64–6.74 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u> สรุปได้ว่า น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม ใช้อ้อยเฉลี่ย 8.64 กิโลกรัม และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายไม่รวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 1.28–2.07 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย และวอเตอร์ฟุตพรินต์การผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 4.91–5.96 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมน้ำตาลทราย

3) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน</u> สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าเฉลี่ย 147-366 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 0-21 และ 29-97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ เมื่อแยกตามการให้น้ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ให้น้ำไม่จำกัด ให้น้ำจำกัด และอาศัยน้ำฝนมีค่า มีค่า 211 224 และ 301 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ การให้น้ำช่วงเหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกันแม้ปลูกในพื้นที่เดียวกัน

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร</u> สรุปได้ว่า ส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ช่วงปลูกมีนาคม-พฤษภาคม ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 4.1 ตันต่อไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตันต่อไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตันต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 268 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 และ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงสุดที่พิษณุโลกและต่ำสุดที่อุดรธานี 373 และ 138 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

สำนักวิชาการ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง สรุปได้ว่า การแปรรูปแป้งดิบ 1 ตัน ใช้หัวสด 4.35-4.55 ตัน ขั้นตอนล้างหัวสดใช้ปริมาณน้ำสูงสุดร้อยละ 57-71 ของน้ำทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า มีค่า 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ เมื่อวิเคราะห์รวมกับผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ

4) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาเฉลี่ย 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาในสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด ดังนั้นแนวทางลดปริมาณการใช้น้ำ ควรเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบให้น้ำให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา สรุปได้ว่า จังหวัดเชียงราย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 8.08 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 5.65 0 และ 2.43 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และจังหวัดเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 7.06 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

5) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน สรุปได้ว่า การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 และ 0.8 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 และ 38 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) ตามลำดับ การผลิตข้าวโพดหวานแปลงเกษตรกร ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็น กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 776 และ 0.010 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่ให้น้ำต่างกัน สรุปได้ว่า การให้น้ำที่อัตรา 1.0 และ 0.8 มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 103 และ 93 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ปี 2562 และ 2563) การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนแปลงเกษตรกรพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 5,074 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน คิดเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 95 4,979 และ 0.018 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดตาก น่าน และเพชรบูรณ์มีค่า 212 220 และ 311 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา และเลยมีค่า 243 283 และ 1,088 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยเกษตรกรจังหวัดเลยปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ช่วงแล้งหรือปลูกหลังนาจึงส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกษตรกรจังหวัดชัยภูมิและนครราชสีมาที่ปลูกในช่วงฝน

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

5. ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ผลจากการที่มีสภาพอากาศแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านพัฒนาการต้นส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต รวมถึงในแต่ละพื้นที่จะมีการประสบปัญหาวิกฤติของสภาพอากาศแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน

2) แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบ เช่น สภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรงส่งผลให้ทุเรียนยืนต้นตายได้ สามารถลดผลกระทบดังกล่าวโดยการใช้สารเคลือบเพื่อลดการคายน้ำของต้น และการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ หรือ หากทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบานที่จะส่งผลต่อการติดผลเนื่องจากศักยภาพของละอองเกสรต่ำลงอาจทำการลดผลกระทบด้วยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ นอกจากนี้การควบคุมการแตกใบอ่อนกรณีมีฝนตกช่วงพัฒนาการของผลด้วยชะลอการแตกใบอ่อนหรือหากมีใบอ่อนแล้วก็เพิ่มอาหารสะสมโดยการพ่นอาหารเสริมหรือปุ๋ยเกร็ดร่วมกับธาตุอาหารรองสามารถลดเปอร์เซ็นต์ผลด้อยคุณภาพได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาทางด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมควรมีการดำเนินโดยการเก็บข้อมูลพัฒนาการและการปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ประชากรแบคทีเรียของชุมชนแบคทีเรียในพื้นที่ลุ่มน้ำปายมีอัตราส่วนที่แตกต่างกันในแต่ละปี ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สัดส่วนของโครงสร้างประชากรแบคทีเรีย แตกต่างกันตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ป่าที่ไม่ถูกรบกวนจะมีความหลากหลายของประชากรแบคทีเรียมากกว่าพื้นที่ทำการเกษตร นอกจากนี้ข้อมูลประชากรตามการใช้พื้นที่สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อจัดการใช้ประโยชน์แบคทีเรียให้เหมาะสมในพื้นที่ ข้อมูลชุมชนแบคทีเรียในลุ่มน้ำปายสามารถใช้ในการทำนายแนวโน้มของจำนวนประชากรและชนิดของแบคทีเรียในลุ่มน้ำปาย เพื่อใช้ในการจัดการแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตร และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรียเพื่อใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในลุ่มน้ำปายต่อไป นอกจากนี้ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนแอคติโนแบคทีเรียในดิน การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างชุมชนมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์มาก ซึ่งบ่งชี้ว่ามีชุมชนแอคติโนแบคทีเรียอยู่ทุกๆที่ทั้งต้นน้ำ–ปลายน้ำทั้งพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรมองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกแอคติโนแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตรเช่นนำไปทดสอบการตรึงไนโตรเจนร่วมกับเชื้อไรโซเบียม หรือทดสอบความสามารถในการละลายฟอสเฟตหรือโพแทชเซียม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชได้

2) การคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนให้แก่ถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน พบสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ DASA 32019 DASA 32025 และ DASA 32116 โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่ว

กรมวิชาการเกษตร

เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อไป และคัดเลือกได้เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเติบโตของพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี จำแนกเป็น 2 สกุล คือ สกุล *Azospirillum* และ สกุล *Azotobacter* โดยเชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า

ได้ศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่พื้นเมือง และกระเทียมพื้นเมืองแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 3 ชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ แบคทีเรียไอโซเลท AT1 นำเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากการทดลอง (AP1 AT1 และ AT9) ไปศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียม ข้าวโพด และข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย เพื่อนำข้อมูลและเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตสูงสายพันธุ์ใหม่ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกกระเทียม ข้าวโพด และข้าวไร่ต่อไป

ได้เชื้อ *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch 2.4 เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลาย cellulose และ chitin สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอนไซม์ cellulase และ chitinase ได้ดี รีคอมบิแนนท์ *E. coli* ของยีน cellulase และ chitinase สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการพัฒนากรรมวิธีการผลิตรีคอมบิแนนท์เอนไซม์ cellulase และ chitinase ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนสารชีวภาพ ในการประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร พลังงาน และอุตสาหกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องต่อไป

3) การทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน พบผลผลิตของถั่วเหลืองทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะในกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย แต่กลับให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงเทียบเท่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ แสดงให้เห็นว่าสภาพดินที่ใช้ปลูกถั่วในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการผลิตถั่วเหลืองแม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยผลผลิตก็ยังสูง สาเหตุอีกประการคือดินในพื้นที่ปลูกถั่วนี้มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมอยู่ในดินค่อนข้างมากและอาจเป็นไรโซเบียมที่สามารถเข้าแข่งขันกับเชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปุ๋ยชีวภาพที่ใช้คลุกเมล็ดปลูกในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี เชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการนำไปทดสอบกับการปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอนในระดับแปลงทดลองของพื้นที่ลุ่มน้ำปาย โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิต

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ*Azotobacter* sp. ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ให้ผลไม่แตกต่างกันและยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ ข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาต่อยอด เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวในการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต

กรมวิชาการเกษตร

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลที่คัดเลือกได้ คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. และ *Azospirillum brasilense* (DASF04003) ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์-วัน ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุลร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ ข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาต่อยอด เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยเฉพาะ *Azotobacter* sp. AT9 ในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตยังจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตกระเทียมได้แต่ต้องมีการทดลองเพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและพัฒนาของแผนวิจัยย่อย ตั้งแต่ ระบบการเตือนภัยศัตรูพืช การเฝ้าระวัง การคาดคะเนผลผลิต และการพยากรณ์ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ รวมทั้งระบบการจัดการสวนไม้ผลให้มีคุณภาพเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ สามารถนำไปทดสอบและปรับใช้ในพื้นที่อ่อนไหวของเกษตรกรและผู้ประกอบการภาคเอกชนในทุกภูมิภาคของประเทศ รวมทั้งจัดทำแปลงต้นแบบเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และขยายผลไปสู่ชุมชนต่างๆในแต่ละพื้นที่ โดยร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่ ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์กรเอกชน และภาคประชาชน ภาคเอกชน รวมทั้งหน่วยงานราชการต่างๆ ในพื้นที่ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมพัฒนาชุมชน กรมการศึกษานอกโรงเรียน เป็นต้น และมีการจัดงานเยี่ยมชมดูงานแปลงต้นแบบ รวมทั้งการฝึกอบรมเกษตรกรและการจัดแสดงนิทรรศการต่างๆ ซึ่งตามกระบวนการดำเนินงานที่แผนงานวิจัยย่อยนี้ใช้ดำเนินการในเชิงรุก ซึ่งจะทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการในพื้นที่ได้มีทางเลือกที่จะใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตพืชเพื่อพัฒนามาตรฐานคุณภาพของผลผลิต ในแต่ละระบบพืชและในแต่ละพื้นที่เป้าหมายที่เข้าไปดำเนินงาน เกษตรกรมีความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น และชุมชนมีความเข้มแข็ง และยืดหยุ่นในสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบันและในอนาคต

2. ในระหว่างดำเนินงานวิจัยจนกระทั่งสิ้นสุดแผนงานวิจัยย่อย ได้มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยอย่างต่อเนื่องในสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ได้แก่ นสพ. กสิกร ผลิใบ วารสารวิชาการเกษตร วารสารในประเทศ วารสารต่างประเทศ และนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการในระดับชาติและนานาชาติ และเมื่อสิ้นสุดแผนงานวิจัยย่อยจะนำผลงานวิจัยเกี่ยวกับระบบเตือนภัยและการคาดคะเนหรือพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้าสู่ website เพื่อให้เกษตรกร นักวิจัย และผู้สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็วต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

3. ผลงานวิจัยของแผนวิจัยย่อย สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (ปี 2563-2580) ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และใช้เป็นข้อมูลเตรียมความพร้อมในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรและป่าไม้ตามข้อเสนอเจตจำนงค์การมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationally Determined Contribution หรือ NDC) ตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20-25 ในปี 2573 ต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กรมควบคุมโรค. มปป. แอปพลิเคชั่นในการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยไข่หนอนพยาธิด้วยปัญญาประดิษฐ์.55 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.* กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. ISBN: 978–974–436–749–5

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. รายงานสถานการณ์หนอนหัวดำมะพร้าว ศูนย์ปฏิบัติการควบคุมการระบาดศัตรูพืช. แหล่งข้อมูล : http://www.agriqua.doae.go.th/coconut_list_54.html. สืบค้นเมื่อ: 13 กพ. 2557.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2555. รายงานสถานการณ์ ศัตรูมะพร้าว ศูนย์ประสานงานการจัดการศัตรูพืช. แหล่งข้อมูล: http://www.agriqua.doae.go.th/coconut_list_55.html. สืบค้นเมื่อ:13 กพ. 2557.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2555. การจัดการสมดุลธาตุอาหารเพื่อเพิ่มความทนทานต่อโรคใบขาว ของอ้อยผลิตท่อนพันธุ์. ในเอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลักสูตร “การถ่ายทอดเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อย” วันที่ 24-25 กรกฎาคม 2555 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรสุพรรณบุรี

กาญจนา วาระวิชะนี, วันเพ็ญ ศรีทองชัย และปริเชษฐ์ ตั้งกาญจนภาสน์. 2555. พัฒนาเทคนิคการตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมา สาเหตุโรคใบขาวอ้อยด้วยกรดนิวคลีอิกตัวตรวจ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 2218-2232.

เกริก ปั้นเหน่งเพชร วินัย ศรวัต สมชาย บุญประดับ สุกิจ รัตนศรีวงษ์ สหัสชัย คงทน สมปอง นิลพันธ์ อิสระพุทธสิมมา ปรีชา กาเพ็ชร แคทลิยา เอกอุ่น วิภารัตน์ ดำริเข้มตระกูล ชิษณุชา บุดดาวงษ์ และ กิ่งแก้ว คุณเขต. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).

จิราวรรณ ศรีใส. 2553. ผลผลิตและปฏิกิริยาของสายพันธุ์อ้อยต่อการเข้าทำลายของหนอนกอ ปลวกและโรคอ้อยในสภาพพื้นที่ปลูกต่างกัน. (Yields and reaction of sugarcane lines to sugarcane borers, termites and diseases in different planting areas). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 157 หน้า.

จิระศักดิ์ อรุณศรี. 2545. ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของเชื้อ ไรโซเบียม. น. 23-62. *ใน*: เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพ. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร ปี พ.ศ. 2545.

เจษฎา ภัทรเลอพงศ์ .2553. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงด้วยแสงสุทธิและศักย์ของน้ำในใบอ้อยเพื่อหาค่าสอบเทียบแบบจำลองมวลชีวภาพของอ้อย หน้า .58-95 *ใน*รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสร้างองค์ความรู้และพัฒนาด้านอ้อยภายใต้แผนแม่บทโครงการสร้างพื้นฐานทางปัญญา โครงการระยะยาว ปี 2552: เล่มที่ 2 ด้านดิน น้ำและปุ๋ยกรุงเทพฯ .

กรมวิชาการเกษตร

จรัสศรี วงศกำแหง. 2550. การใชระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GPS) สำรวจการแพรกระจายแมลงดำหนาม มะพร้าว (*Brontispa longissima*) และ แตนเบียน (*Tetrastichus brontispae*) แมลงศัตรูธรรมชาติในท่อง ถิ่นพื้นที่ภาคใต้ตอนลาง (สงขลา สตูล พัทลุง ตรัง).

เฉลิม สินธุเสก และวัชร สมสุข. 2547. แมลงดำหนามมะพร้าวตัวใหมและแนวทางการปองกันกำจัด. หนา 1-4. *ใน:* เอกสารประกอบการฝกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การใชแตนเบียนกำจัดแมลงดาหนามมะพร้าว. กลุมกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 30 ตุลาคม 2547 ณ หอประชุมกาญจนาภิเษก เทศบาลตำบลเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎรธานี.

เฉลิม สินธุเสก อัมพร วิโนทัย รุจ มรกต ประภัสสร เชยคำแหง ยุพิน กสินเกษมพงศ์ สุภาพร ชุมพงษ์ จรัสศรี วงศ์กำแหง ยิ่งนิยม ริยาพันธุ์. 2549. การควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissimi* (Coleoptera : Chrysomelidae) แบบชีววิธี. กรุงเทพ : กรมวิชาการเกษตร. 65 หน้า.

เฉลิม สินธุเสก อัมพร วิโนทัย รุจ มรกต ประภัสสร เชยคำแหง ยุพิน กสินเกษมพงษ์ สุภาพร ชุมพงษ จรัสศรี วงศกำแหง และยิ่งนิยม ริยาพันธ. 2551. การควบคุมแมลงดำหนามมะพราว *Brontispa longis*sima Gestro (Coleoptera: Chrysomelidae) แบบชีววิธี. http://www.doa.go.th/research/files/644_2551.pdf.

แฉล้ม มาศวรรณา และ สุพัตรา ดลโสภณ. 2551. โรคใบขาวอ้อย การระบาดที่เรื้อรังและรุนแรง. กสิกร 81(3): น. 45-54.

ชนินทร์ อัมพรสถิร และฤทัยรัตน์ โพธิ. 2558. รายงานการวิจัยเรื่อง ผลของการเพิ่มของคาร์บอนไดออกไซด์และสภาวะเครียดแล้งที่มีต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตของข้าว. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ชูชาติ สุขมาก. 2558. ข่าวเกษตรน่ารู้. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2563. จาก https://ewt.prd.go.th/ewt/region4/ewt_news.php?nid=71395&filename=index

ณัฐกฤต พิทักษ์ และอนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ. 2544. เอกสารวิชาการแมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 102 หน้า.

ณัฐกฤต พิทักษ์ อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ ดารารัตน์ มณีจันทร์ ดุจลดา พิมรัตน์ และสุรีรัตน์ ทองคำ. 2558. เอกสารวิชาการแมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 94 หน้า.

ถนอม นามวงศ์ แมนแสงภักดิ์ สุกัญญา คำพัฒน์ จรรยา ดวงแก้ว และสมพร จันทร์แก้ว. 2562. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาและระบบติดตามการควบคุมโรคไข้เลือดออก ตามมาตรการ 3-3-1 โดยใช้ Applications จาก Google Drive พื้นที่จังหวัดยโสธร. ว.วิชาการสาธารณสุข. 28 (3): 402-410.

ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันในประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 126 น.

ทรงวุฒิ พจนานุวงศ์ สมบูรณ์ ทองสกุล ดำรง เวชกิจ สมภพ สถิโรภาส ดำรงค์ จิระสุทัศน์ และอรัญ ขีดเขียน. 2529. การศึกษาอัตราการพ่นยาทางอากาศที่เหมาะสมในการในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูปาล์ม

กรมวิชาการเกษตร

น้ำมัน. หน้า 291 - 309. *ใน* รายงานผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2529. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ชโยภาส และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2539. การสำรวจการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูของปาล์มน้ำมัน. หน้า 293-302. *ใน*: ประชุมสัมนาเรื่อง การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน ครั้งที่ 2. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นิลุบลและคณะ, 2555. การจัดการโรคใบขาวอ้อยด้วยการใช้พันธุ์ปลอดโรค. แก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 3 : 241-248 (2555). 241-2

ประภัสสร เชยคำแหง รจนา ไวยเจริญ และอัมพร วิโนทัย. 2553. ศึกษาการใช้และประเมินประสิทธิภาพศัตรูธรรมชาติในการควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าว. แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/files/1614_2553.pdf. สืบค้นเมื่อ: 13 กพ. 2557.

พงศกร ธีรรัศมี.2558. วิธีการหาค่าเคที่เหมาะสมในการจำแนกแบบเคเนียร์เรสเนเบอร์กับข้อมูลทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยสุรนารี.

พัชรีวรรณ จงจิตเมตต์ อัมพร วิโนทัย เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ อิศเรส เทียนทัด วิไลวรรณ เวชยันต์ ยุทธนา แสงโชติ พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท สุภางคนา ธิรวุธ ยุพิน กสินเกษมพงษ์ ประภาพร ฉันทานุมัติ ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ และพัชราพร หนูวิสัย.2561. เทคโนโลยีการจัดการหนอนหัวดำมะพร้าว. เงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 34 หน้า.

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. 2546. ความหลากชนิดและการแพรกระจายของมดในไร่อ้อยพฤติกรรมการกินและประสิทธิภาพของมดชนิดที่สำคญในการควบคุมหนอนกอออยในสภาพไร่. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เพชรดา สัตยากูล. 2557. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, จันทนา ศิริไพบูลย์, นันทกร บุญเกิด และเธียรชัย อารยางกูร. 2540. การเพิ่มผลผลิตและการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองในประเทศไทย. วาสารวิชาการเกษตร. 15(1): 4-23.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 529 หน้า.

เรวดี พรหมเกิด ลาวัลย์ จีระพงษ์ และพัชรี มีนะกนิษฐ์. 2549. ผลของการเบียนและประชากรแตนเบียนหนอนแมลงดำหนามมะพร้าว (*Asecodes hispinasrum* Boucek) ต่อขนาดมัมมี่หนอนแมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissimi* Gastro.*ใน* ·การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

รจนา ไวยเจริญ อัมพร วิโนทัย และประภัสสร เชยคำแหง. 2553ก. การเพาะเลี้ยงแตนเบียนชนิด *Tetrastichus brontispae* Ferriere เพื่อใช้ควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าว. หน้า 669-686. *ใน* รายงานผลการวิจัยปี 2553. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

รจนา ไวยเจริญ อัมพร วิโนทัย และประภัสสร เชยคำแหง. 2553ข.ทดสอบผลของสารป้องกันกำจัดแมลงต่อแตนเบียนควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าว. หน้า 546-558. *ใน* รายงานผลการวิจัยปี 2553. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.กรมวิชาการเกษตร.

วลัยพร ศะศิประภา สุวัฒน์ พูลพาน และณิชา โป๋ทอง. 2557. การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหัวดำและแมลงดำหนามมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี. แก่นเกษตร. 42 (พิเศษ 2) :198-207.

วลัยพร ศะศิประภา นรีรัตน์ ชูช่วย สุวัฒน์ พูลพาน และณิชา โป๋ทอง. 2559. การเข้าทำลายของแมลงศัตรูและการฟื้นตัวของมะพร้าวในพื้นที่อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ว.วิชาการเกษตร. 34 (1): 28-44.

วลัยพร ศะศิประภา วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์ และกุสุมา รอดแผ่วพาล. 2562. การตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของมันสำปะหลังต่อสภาพแห้งแล้ง. วารสารวิชาการเกษตร. 37 (1): 94 – 104.

ศูนย์ภูมิอากาศ. 2564. ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2564. กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพ.

ศุภกร ชินวรรโณ. 2557. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับยุทธศาสตร์การพัฒนา. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 52 หน้า.

ศิริลักษณ์ จิตรอักษร และ ศศิษา สังข์วิเศษ. 2553. การวิจัยพัฒนาปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลืองเพื่อให้มีศักยภาพในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน. น. 97-104. *ใน*: ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องและเหมาะสม. สิทธิประเสริฐพริ้นติ้ง สุราษฎร์ธานี.

สำเนา เพชรฉวี. 2539. ข้อจำกัดการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพของพืชตระกูลถั่ว. วาสารดินและปุ๋ย. 12: 87-8.

สำนักข่าวไทยแลนด์พลัสออนไลน์. 2564. เกษตรพัฒนาแอพพลิเคชั่นพยากรณ์ศัตรูพืช และโรคพืช ร่วมกับ วิศวะลาดกระบัง หวังช่วยเกษตรกรป้องกันผลผลิตได้ทันท่วงที. แหล่งข้อมูล: https://www.thailandplus.tv/archives/344884. สืบค้นเมื่อ: 12 กย. 2564

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7. 2561. ปาล์มน้ำมัน “แนวคิดในการทำสวนปาล์มน้ำมัน”. สิทธิประเสริฐพริ้นติ้ง สุราษฎร์ธานี.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2563. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5702-2562 ทะลายปาล์มน้ำมัน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2563. แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ. 179 หน้า

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2555. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557 มะพร้าว: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2553 -2555. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/coconut.pdf. สืบค้นเมื่อ: 13 กพ. 2557.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. กนป. รุกมาตรการการปรับสมดุลน้ำมันปาล์ม เกษตร-พลังงาน-พาณิชย์-อุตสาหกรรม จับมือพัฒนาปาล์มทั้งระบบ, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562. จาก. https://www.moac.go.th/news-preview-402791791399

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561 ข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน. [Internet document] URLhttp://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/oilpalm%2061.pdf

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. นโยบายการบริหารผลผลิต/ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรในประเทศ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2563. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2537. ชลศาสตร์ในระบบดิน - พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม.

สุมิตรา ภู่วโรดม นุกูล ถวิลถึง สมพิศ ไม้เรียง พิมล เกษสยม และจิรพงษ์ ประสิทธิเขต. 2544. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการความต้องการธาตุอาหารและการแนะนำปุ๋ยทุเรียน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 214 หน้า.

อติพร อิงคสาธิต. มปป. เอกสารประกอบการสอน หลักการพิจารณานำงานวิจัยเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยมาประยุกต์ในเวชปฏิบัติ. แหล่งข้อมูล: https://www.rama.mahidol.ac.th/fammed/sites/default/files/public/pdf/EBM_Diagnostic_study.pdf. สืบค้นเมื่อ: 12 กย. 2564

อัมพร วิโนทัย. 2551. หนอนหัวดำมะพร้าวศัตรูพืชชนิดใหม่. ว. กีฏและสัตววิทยา. 26: 73-75.

อัมพร วิโนทัย. 2555. รายงานความก้าวหน้าโครงการการนำเข้าแตนเบียนหนอนหัวดำ *Goniozus nephantidis* เพื่อทดสอบความปลอดภัยและใช้ควบคุมหนอนหัวดำมะพร้าว. 13 หน้า.

อัมพร วิโนทัย ประภัสสร เชยคำแหง รจนา ไวยเจริญ รุจ มรกตและเฉลิม สินธุเสก. 2551. วิจัยพัฒนาการผลิตขยายและการจ้างเอกชนผลิตแตนเบียน *Asecodes hispinarum* เพื่อควบคุมแมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissima* โดยชีววิธี. หน้า 7-19. *ใน* การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการป้องกันและกำจัดแมลงดำหนามศัตรูมะพร้าวและมาตรการเฝ้าระวัง. 28 - 29 มกราคม 2551. ณ โรงแรมชลจันทร์ พัทยา รีสอร์ท จ.ชลบุรี.

กรมวิชาการเกษตร

อัมพร วิโนทัย สุเทพ สหายา เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ ปิยะนุช นาคะ และวีรา คล้ายพุก. 2556. การจัดการแมลงศัตรูมะพร้าวที่เกาะสมุย. เอกสารประกอบการอบรม. กรมวิชาการเกษตร. 36 หน้า.
อัมพร วิโนทัย สุเทพ สหายา เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ ปิยะนุช นาคะ และวีรา คล้ายพุก. 2556. การจัดการแมลงศัตรูมะพร้าวที่เกาะสมุย. เอกสารประกอบการอบรม. กรมวิชาการเกษตร. 36 หน้า.
อัมพร วิโนทัย พัชรีวรรณ มณีสาคร สุวัฒน์พูลพาน สุเทพ สหายา พฤทธิชาติ ปุณวัฒโท สุภางคนา ถิรวุธเสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ วลัยพร ศะศิประภา ธีรชาต วิชิตชลชัย ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง พัชราพร หนูวิสัย ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ รัชดา อินทรกำแหง นรีรัตน์ ชูช่วย สุภิญญา ปานตู สุนี ศรีสิงห์ อุดม วงศ์ชนะภัย ประภาพร ฉันทานุมัติ ดาราการ เผ่าชู ปิยนุช นาคะ วารี คล้ายพุก ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง และโกมินทร์ วิโรจน์วัฒนกุล. 2557. การจัดการแมลงศัตรูมะพร้าวแบบผสมผสานในพื้นที่แปลงใหญ่. หน้า 245-260. *ใน*. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2556.

อำมร อินทร์สังข์ และทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2547. การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Darna furva* Wileman โดยชีววิธี. 75 หน้า.

อำนาจ ชิดไธสง. 2557. ในรอบ 55 ปี อุณหภูมิเฉลี่ยประเทศไทยสูงขึ้น 0.96 องศาเซลเซียส. หน้า 72-75. ในรายงานความเสี่ยงโลกร้อนกับอนาคตประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2558. พลังงานกับการลดก๊าซเรือนกระจก. 137 หน้า

อันธิพร เขียนเสือ, สุขุมาภรณ์ ศรีเผด็จ และเจษฎา ภัทรเลอพงศ์. 2557. การเปลี่ยนแปลงของการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การคายน้ำ การเปิดปากใบ และประสิทธิภาพการใช้น้ำในกระบวนการสังเคราะห์แสง ของกิ่งยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 ที่ถูกตัด. คณะทรัพยาการธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ, สกลนคร.

อรรถชัย จินตะเวช. 2556. “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อผลผลิตพืชหลักในอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง”. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม ISSN 2228 – 9356 : 5-23

Abed, R.M.M., A.M. Al-Sadi, M. Al-Shehi, S. Al-Hinai and M.D. Robinson. 2013. Diversity of free-living and lichenized fungal communities in biological soil crusts of the Sultanate of Omanand the irrolein improving soil properties. Soil Biol. Biochem. 57: 695–705.

Adam, C.T., Summers, T.E., Lofgren, C.S., Focks, D.A. and Prewit, J.C. 1981. Interrelationship of ants and the sugarcane borer in Florida sugarcane fields. Environ. Entomol. 10(3): 415-418.

Bastida, F., T. Hernández, J. Albaladejo and C. García. 2013. Phylogenetic and functional changes in the microbial community of long-term restored soils under semiarid climate. Soil Biol. Biochem. 65: 12–21.

กรมวิชาการเกษตร

Bastone, J.D. and W.G. Tyson. 2014. Linking microbial community structure, interactions and function in aerobic digesters using new molecular techniques. Current opinion in Biotechnology 27: 55-64.

Baldani, J.I., V.L.D. Baldani, L. Seldin and J. Dobereiner. 1986. Characterization of *Herbaspirillum seropedicae* gen. nov. sp. nov., a Root Associated N_2–fixing Bacterium. Int. Syst. Bacteriol. 36: 86-93.

Bashan, Y. and H. Levanony. 1990. Current Status of *Azospirillum* Inoculation Technology: *Azospirillum* as a Challenge for Agriculture. *Canadian Journal of Microbiology* 36: 591–608.

Bessin, R.T. and Reagan, T.E. 1993. Cultivar resistance and arthropod predation of sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) affects incidence of deadhearts in Louisiana sugarcane. J. Econ. Entomol. 86(3): 929-932.

Boonkerd, N. and R.W. Weaver. 1982. Survival of cowpea rhizobia in soil as effect by soil temperature and moisture. Appl. Environ. Microbial. 43 : 585-589.

Brito, C., L.T. Dinis, H. Ferreira, L. Rocha, I. Pavia, J. Moutinho-Pereira and C.M. Correia. 2018. Kaolin particle film modulates morphological, physiological and biochemical olive tree responses to drought and rewatering. Plant Phtsio. Biochem. 133 : 29-39.

Cassan, F.D., A. Coniglio, G. López, R. Molina, S. Nievas, C.L.N. de Carlan, F. Donadio, D. Torres, S. Rosas, F.O. Pedrosa, E. de Souza, M.D. Zorita, L.de-Bashan and V. Mora. 2020. Everything You Must Know About *Azospirillum* and its Impact on Agriculture and Beyond. Biol. Fertil. Soils. 56: 461-479.

Christian, L.L., S.S. Michael, B.A. Mark and F. Noah. 2008. The influence of soil properties on the structure of bacterial and fungalcommunities across land-use types. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 2407–2415

Corley and P. B. Tinker. 2016. The Oil Palm. Fifth edition Blackwell Science Ltd., USA.

de Camargo, M.S., A. R. Gomes Júnior , P. Wyler , G. H. Korndörfer. 2010. Silicate fertilization in sugarcane: Effects on soluble silicon in soil, uptake and occurrence of stalk borer (Diatraea accharalis). 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.

Ellis, W.R., G.E. Ham and E.L. Schmidt. 1984. Persistence and Recovery of *Rhizobium japonicum* Inoculum in a Field Soil. Agronomy Journal. 76(4): 573-576.

Fages, J. and J.F. Arsac. 1991. Sunflower Inoculation with *Azospirillum* and Other Plant Growth Promoting Rhizobacteria. Plant Soil. 137: 87-90.

Fuhrer, J. 2003. Agroecosystem responses to combinations of elevated CO_2, ozone, and global climate change, Agriculture, Ecosystems & Environment. 97(1-3):1-20.

Gerbens-Leenes, P.W. and Hoekstra, A.Y. 2012. The Water Footprint of Sweetners and Bio-ethanol. Environment International 40:202-211.

Gill, S.R., M. Pop, R.T. Deboy, P.B. Eckburg, P.J. Turnbaugh, B.S. Samuel, J.I. Gordon, D.A. Relman, C.M. Fraser-Liggett, and K.E. Nelson. 2006. Metagenomic analysis of the human distal gut microbiome. Science 312(5778) : 1355-1359

Grieser, J. R. Gommes and M. Bernardi. New LocClim - the Local Climate Estimator of FAO. Geophysical Research Abstracts. Vol. 8. 08305. 2006.

Gocal, G.F.W., C.C. Sheldon, F. Gubler, T. Moritz, D.J. Bagnall, C.P. MacMillan, S.F. Li, R.W. Parish, E.S. Dennis, D. Weigel and R.W. King. 2001. GAMYB-like genes, flowering, and gibberellins signaling in Arabidopsis. Plant Physiol 127:1682-1693

Goldberg-Moeller, R. L. Shalom, L. Shlizerman, S. Samuels, N. Zur, R. Ophir, E. Blumwald and A. Sadka. 2013. Effects of gibberellin treatment during flowering induction period on global gene expression and the transcription of flowering-control genes in Citrus buds. Plant Sci 198:46-57

Godfray, H.C.J. and M.P. Hassell. 1987. Natural enemies may be a cause of discrete generations in tropical insects. *Nature.* 327: 144-147. doi:10.1038/327144a0.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan. London. UK. 203 pp.

Jones, R.T., M.S. Robeson, C.L. Lauber, M. Hamady, R. Knight, and N. Fierer. 2009. A comprehensive survey of soil acidobacterial diversity using pyrosequencing and clone library analyses. ISME J. 3: 442–453.

Kamlesh J., W.A. Mark, F.J. Alan, M. Thomas, D. Schmidt, C. Coleman and W.B. William. 2011 Land-use history has a stronger impact on soil microbial community composition than aboveground vegetation and soil properties *Soil Biology and Biochemistry* 43: 2184-2193

Koide, Y. Koide, A. Nakamura, T. and Uozumi, T. 1986. BeppuMolecular cloning of a cellulase gene from *Bacillus subtilis* and its expression in *Escherichia coli* Agric Biol Chem, 50 (1) pp. 233-237

กรมวิทยาศาสตร์

Kizilkaya, R. 2009. Nitrogen Fixation Capacity of *Azotobacter* spp. Strains Isolated From Soils in Different Ecosystems and Relationship between Them and the Microbiological Properties of Soils. J. Environ. Biol. 30(1): 73-82.

Kozai, N., H, Higuchi, S. Tongtao and T. Ogata. 2014. Low night temperature inhibits fertilization in 'Monthong' durian (Durio zibethinus Murr.). Trop. Agri. & Dev. 58: 102-108.

Larsen, P., Y. Hamada, and J. Gilbert. 2012. Modelling microbial communities: current, developing, and future technologies for predicting microbial community interaction. Journal of Biotechnology 1-2 : 17-24.

Lynd, L. R. Lynd, P.J. Weimer, W.H. van Zyl, I.S. 2002. Pretorius Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology Microbiol. Mol. Biol. Rev., 66, pp. 506-577.

Mahmoudian, M., M. Rahemi, S. Karimi, N. Yazdani, Z. Tajdini, S. Sarikhani and K. Vahdati. 2021. Role of kaolin on drought tolerance and nut quality of Persian walnut. J. Saudi Soc. Agri. Sci. 20 : 409-416.

Manichanh, C., C.E. Chapple, L. Frangeul, K. Gloux, R. Guigo, and J. Dore. 2008. A comparison of random sequence reads versus 16S rDNA sequence for estimating the biodiversity of a metagenomic library. Nucleic Acids Research 36(16): 5180-5188.

Melissa, A.C., Christopher, W.S., Nate G.M., William T.P., and Aimée T.C. 2012. Response of the Soil Microbial Community to Changes in Precipitation in a Semiarid Ecosystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 78: 8587-8594.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana and R.W. Weaver. 2006a. Tomato Growth in Soil Amended with Sugar Mill By-products Compost Containing N_2-fixing Bacteria. *Plant and Soil* 280: 171–176.

Meunchang, S., S. Panichsakpatana, S. Ando, T. Yokoyama and R.W.Weaver. 2006b. Bio-organic Fertilizer Production Development from Compost and Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *In Abstract of 14th World Fertilizer Congress.* January 21–27, 2006. Chaing Mai Thailand.

Millati, R., Millati, L. Edebo, M.J. Taherzadeh**.** 2005. Performance **of** *Rhizopus*, *Rhizomucor*, and *Mucor* in ethanol production from glucose, xylose, and wood hydrolyzates Enzyme Microb. Technol., 36 (2–3), pp. 294-300

O'Neill, D.P. andJ.J. Ross. 2002. Auxin regulation of the gibberellin pathway in pea. Plant Physiol 130:1974-1982

กรมวิทยาศาสตร์

Paramananthan, S. 2000. Soils of Malaysia: Their characteristics and identification. (volume 1). Academy of Science Malaysia, Kuala Lumper, Malaysia.

Pattanachatchat, N. 2010. Brassinosteroids : Physiological Roles in Plants. Burapha Sci. J. 15: 133-142.

Perera P.A.C.R., M.P. Hassell and H.C.J. Godfray. 1989. Population dynamics of the coconut caterpillar, *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Xyloryctidae), in Sri Lanka. COCOS. 7: 42 – 57.

Pereg, L., L.E. de-Bashan and Y. Bashan. 2016. Assessment of Affinity and Specificity of *Azospirillum* for Plants. Plant soil. 399: 389-414.

Pilloni, G., S.M. Granitsiotis, M. Engel, and T. Lueders. 2012. Testing the limits of 454 pyrotag sequencing: reproducibility, quantitative assessment and comparison to T-RFLP fingerprint of aquifer microbes. PLoS ONE. 7. E40467.

Prober, S.M., J.W. Leff, S.T. Bates, E.T. Borer, *et al*. 2014. Plant diversity predicts beta but not alpha diversity of soil microbes across grasslands worldwide. Ecol. Lett. 18: 85–95.

R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved 3 March 2021 from https://www.r-project.org/

Ratchayuda, K. and Sate, S. 2012. Water Footprint of Bioethanol Production from Sugarcane in Thailand. Journal of Environment and Earth Science 2:61-68.

Ridout, C.J., Coley-Smith, J.R. and Lynch, J.M. 1988. Fractionation of extracellular enzymes from a mycoparasitic strain of *Trichoderma harzianum*. *Enzyme Microbiol. Technol.* 10: 180-187.

Sartor, R.B. 2008. Therapeutic correction of bacterial dysbiosis discovered hy molecular techniques. PNAS 105(43) : 16413-16414.

Sheik, S.C., Beasley, H.W., Elshahed, S.M., Zhou, X., Luo, Yiqi and Krumholz, L.R. 2011. Effect of warming and drought on grassland microbial communities. *ISME J* 5: 1692-1700.

Sterflinger, K., D. Tesei and K. Zakharova. 2012. Fungi in hot and cold deserts with particular reference to microcolonial fungi. Fungal Ecol. 5: 453–462.

Suttayakul, P., Kittikun, A. H., Suksaroj, C., Mungkalasiri, J. Wisansuwannakorn, R. and Musikavong, C. 2016 . Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand. Sci. Total Environ. 542: 521-529.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant physiology (3rd ed). Sinauer Associates, Inc. Massachusetts

กรมวิชาการเกษตร

Tchan, Y.T. 1984. Azotobacteriaceae. Pages 219-225. *In: Bergey's Mannual of Systemic Bacteriology.* J. Krieg and G. Holt (eds.) Williams and Wilkins, Baltimore, London.

Ueda, M. and Arai, M. 1992. Purification and some propertiesof chitinase fromAeromonassp. No. 10S-24.BiosciBiotechnol Biochem56, 460–464.

Woittiez, L. S., M. T. van Wijk, M. Slingerland, M. van Noordwijk and K. E. Giller. 2017. Yield gaps in oil palm: a quantitative review of contributing factors. Europ. J. Agronomy. 83: 57-77.

Yang J., Z. Yuzhi, D. Dan; W. Xiao, Y. Ping, C. Lingfang, S. Yuefang and L. Zetao. 2017. An early warning system of diseases and pests for blueberry based on WSN. Available at: https://ieeexplore.ieee.org/document/8028770.

Za, I., Kushairi, A., Mohd, D. A., Suboh, O., Junaidah, J., Kien, N. A. C., and Musa, B. (2011). A critical re-examination of the method of bunch analysis in oil palm breeding. *In* Paper Presented at the International Seminar on Breeding for Sustainability in Oil Palm. (pp. 19-42). Kuala Lumpur, Malaysia.

Zhao, W., L Liu, Q. Shen, J, Yang, X. Han, F. Tian and J. Wu. 2020. Effects of Water Stress on Photosynthesis, Yield, and Water Use Efficiency in Winter Wheat. Water, 12: 1-19.

กรมวิชาการเกษตร