รายงานแผนงานวิจัย

การพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ

Promoting Crop Productivity for Climate Smart Agriculture

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าแผนงานวิจัย

นายสมชาย บุญประดับ

Somchai Boonpradub

ปี 2564

รายงานแผนงานวิจัย

การพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ

Promoting Crop Productivity for Climate Smart Agriculture

กรมวิชาการเกษตร

หัวหน้าแผนงานวิจัย

นายสมชาย บุญประดับ

Somchai Boonpradub

2564

คำปรารภ (Foreword)

แผนงานวิจัยพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ เป็นแผนงานวิจัยที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศโดยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และปรับตัวให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย แผนงานวิจัยย่อยด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วยโครงการวิจัยพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อย เพื่อใช้เป็นระบบเตือนภัยในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ศึกษาผลกระทบจากภาวะอากาศแปรปรวนในอดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันต่อระบบการผลิตปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกที่สำคัญ ศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบการผลิตทุเรียน ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว รวมทั้งได้มีการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง อ้อย กาแฟ และข้าวโพด และแผนงานวิจัยย่อยด้านการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกระบบการผลิตพืช ประกอบด้วยโครงการวิจัยศึกษาศักยภาพการดูดซับคาร์บอนในระบบการผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง และศึกษาการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คณะผู้วิจัย

2564

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
คำปรารภ	1
กิตติกรรมประกาศ	3
ผู้วิจัย	4
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	5
บทนำ	7
1. แผนงานวิจัยย่อย 1 ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย	11
2. แผนงานวิจัยย่อย 2 ศึกษาการลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย	104
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	132
บรรณานุกรม	146

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือของหัวหน้าแผนงานวิจัยย่อย หัวหน้าโครงการวิจัย และงผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน และที่มาของข้อมูลทั้งปวงจากเกษตรกร เกษตรกรรุ่นใหม่ กลุ่มเกษตรกร สหกรณ์การเกษตร ผู้ประกอบการ ได้แก่ โรงงานปาล์มน้ำมัน โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมัน โรงงานอาหารกระป๋อง ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นายรองเพชร บุญช่วยดี ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาและสนับสนุนวิชาการ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) นางสายรัก ไชยลังกา สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และเจ้าหน้าที่จากสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นอย่างสูง ที่ได้สนับสนุน ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะแผนงานวิจัยนี้ ให้ดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

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

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
นายอานนท์ มลิพันธ์	ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก
นายมนต์ชัย มนัสสิลา	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
นางสาววนิดา โนบรรเทา	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 และช่วงตุลาคมถึงธันวาคมในคาบสมุทรอินเดีย แอฟริกาตะวันออก อเมริกาเหนือและใต้ เกิดฝนตกชุกเกิดน้ำท่วมหนัก(สผ, 2563)

กรมวิชาการเกษตร

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

คำย่อ

CO_2 : Carbon dioxide	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
K_2O : Potassium dioxide	โพแทชที่ละลายน้ำได้
LAI : Leaf Area Index	ดัชนีพื้นที่ใบ (พื้นที่ใบทั้งหมดของพืช/พื้นที่ปลูก)
l_c : Light compensation point	จุดที่ความเข้มแสงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ
l_s : Light saturation point	จุดที่พืชอิ่มตัวด้วยแสง คือ เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่งการสังเคราะห์แสงจะไม่มีการเพิ่มขึ้น
mg/kg	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
N : Nitrogen	ไนโตรเจน
P_2O_5 : Phosphorus pentoxide	ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์
P_{max} : Maximum gross photosynthesis rate	อัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด
P_n : Net photosynthesis	การสังเคราะห์แสงสุทธิ
PPF : Photosynthetic Photon Flux	ปริมาณหรือความเข้มของโฟตอนที่ตกกระทบใบพืช เป็นปริมาณแสงในช่วง PAR ที่แหล่งกำเนิดแสงผลิตได้ มีหน่วยเป็น μmole s^{-1}
ppm : Part per million	หนึ่งส่วนในล้านส่วน
R^2 : R-Square	ค่าทางสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับผลการทดลอง
RMSE: root mean square error	รากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองระหว่างการทำนายและการสังเกตจริง
T_{max} : Maximum temperature	อุณหภูมิสูงสุดของสภาพอากาศในรอบวัน
T_{min} : Minimum temperature	อุณหภูมิต่ำสุดของสภาพอากาศในรอบวัน
กก. C/ไร่	กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่
ตัน C/ไร่	ตันคาร์บอนต่อไร่
มก./ดม.^{2}	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัย

การเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลงไป มีความแปรปรวนและรุนแรงมากขึ้น และเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (IPCC, 2007) เนื่องจากสภาพแวดล้อมโลกเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีเวลาของการตอบสนอง และคืนตัวที่ช้า (response time and relaxation time) ดังนั้นแม้จะสามารถหยุดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ได้ทั้งหมดในช่วงทศวรรษนี้ และสามารถป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของโลกสูงจนถึงจุด tipping point ได้ แต่ผลกระทบที่มีต่อสภาพภูมิอากาศ และระบบนิเวศของโลกก็ยังคงอยู่ต่อไปอีกยาวนานนับศตวรรษ

ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งสิ้น 350.68 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยภาคเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 55.71 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 15.89 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ ในสัดส่วนเป็นอันดับที่ 2 เช่นกัน รองมาจากภาคพลังงาน ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด 256.44 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 73.13 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ ทั้งนี้ ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากภาคเกษตร ส่วนใหญ่จากกิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ในสภาพที่มีอากาศ ก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดจากสภาพน้ำขัง และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพดินไร่ที่ไม่เหมาะสม ถึงกระนั้นการผลิตทางการเกษตรก็ยังมีระบบที่ดูดซับ CO_2 ไว้ได้ด้วย จึงควรหาแนวทาง/มาตรการด้านเทคโนโลยีการผลิตเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการกักเก็บคาร์บอนในดินและพืช เพื่อลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558)

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) สอดคล้องกับจิรสรณ์ และคณะ (2559) ได้จำลองสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง 3 แบบจำลองและแต่ละแบบจำลองประกอบด้วยภาพฉายอนาคต 3 รูปแบบ ในช่วงปี 2549-2643 พบว่า ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยทั่วประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทุกแบบจำลองและภาพฉายอนาคต ส่งผลให้ในปี 2561 ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับ 9 ของประเทศที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดในโลกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว ทั้งจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลากและน้อยลงในฤดูแล้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ คุณภาพของผลผลิต การบำรุงรักษาพืช การป้องกันศัตรูพืช การปรับปรุงคุณภาพของดินที่ใช้เพาะปลูก ย่อมส่งผลต่อราคาของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นไปตามกลไกทางเศรษฐกิจ หรืออุปสงค์อุปทานในหลักการตลาด และไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในภาคพืชเกษตรเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงไปถึงภาคปศุสัตว์ และการประมง กล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผลักดันให้ราคาอาหารมนุษย์เพิ่มสูงขึ้น

ภาคการเกษตรของไทย จัดว่าเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญกับระบบเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างมาก เนื่องจากเป็นภาคส่วนที่ผลิตอาหารเลี้ยงประชากรและสร้างรายได้ให้แก่ประเทศจำนวนมาก รวมทั้งประชากรของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคส่วนนี้ด้วย แต่อย่างไรก็ตามความมั่นคงของภาคเกษตรไทยนั้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม เนื่องจากระบบการเกษตรของไทยส่วนใหญ่เป็นระบบเกษตรอาศัยน้ำฝน ทำให้ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนย่อมส่งผลกระทบโดยตรงกับผลผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมการในการศึกษาวิจัยด้านผลกระทบ การปรับตัว และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืช รวมทั้งการสร้างทางเลือกของระบบการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture) เพื่อรองรับผลกระทบจากภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาแนวทางการปรับตัวและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ และพัฒนาสู่เทคโนโลยีการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกษตรกรมีความมั่นคงทางอาหารและอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ชุมชนมีภูมิคุ้มกัน และทนทานและยั่งยืนต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต

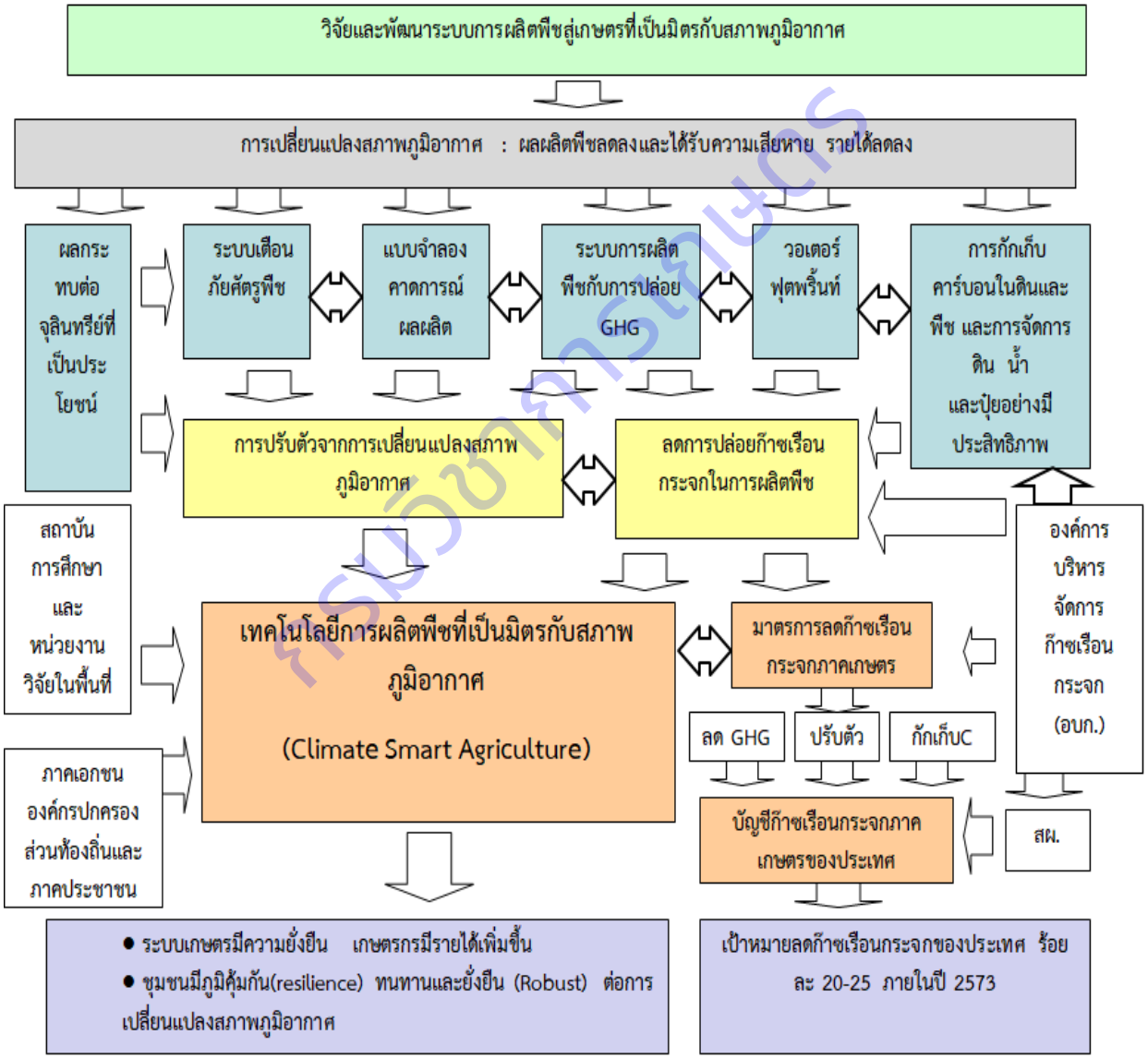
2) เพื่อศึกษาแนวทางการลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ ทำให้ได้มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืช สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเพื่อจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรเพื่อใช้เป็นข้อมูลเตรียมความพร้อมในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรและป่าไม้ตามข้อเสนอเจตจำนงค์การมีส่วนร่วมของประเทศ

วิธีการวิจัย

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 และศึกษาศักยภาพการดูดซับคาร์บอนในระบบการผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการดูดซับคาร์บอนระบบการผลิตพืช สุดท้ายของแผนงานวิจัย จะตอบโจทย์ 2 ด้าน คือ ด้านการปรับตัว (Adaptation) โดยจะได้ระบบการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture) ทำให้เกษตรกรมีความมั่นคงทางอาหารและอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ชุมชนมีภูมิคุ้มกัน (resilience) และทนทานและยั่งยืน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต และด้านการลดก๊าซเรือนกระจก(Mitigation) โดยจะได้มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืช สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเพื่อจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร โดยความร่วมมือกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) และสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำเสนอเป็นข้อเสนอเจตจำนงการมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationlly Determined Contribution หรือ NDC) ตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20-25 ในปี 2573

กรมวิชาการเกษตร

นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในฐานะหน่วยงานรับผิดชอบหลัก (Focal point) ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ช่วยสนับสนุนข้อมูลและแนวทางการปรับตัวและลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร และ อบก. ซึ่งได้มีการลงนามบันทึกข้อตกลงความช่วยเหลือทางวิชาการด้านการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกับกรมวิชาการเกษตรตั้งแต่ปี 2560 เป็นต้นมา ได้ช่วยสนับสนุนทางวิชาการและงบประมาณในการจัดทำ MRV และมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร รวมทั้งได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ภาคเอกชน/บริษัท สหกรณ์ต่างๆ กลุ่มเกษตรกรภายใต้ ศพก. เกษตรแปลงใหญ่ และเกษตรกร ดังแสดงในแผนภูมิข้างล่าง



กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 1

ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย

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

นายสมชาย บุญประดับ นางสาววลัยพร ศะศิประภา นายชยันต์ ภักดีไทย นายอิสระ พุทธสิมมา
นายสุรกิตติ ศรีกุล นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์ นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน
นายธีรวุฒิ ชุตินันทกุล นายมนต์ชัย มนัสสิลา
Somchai Boonpradub Walaiporn Sasiprapha Chayan Pakdeethai Issara Buddhasimma
Surakitti Srikul Suteera thawornrat Vichanee Ormzubsin
Theerawut Chutinanthakun Monchai Manassila

คำสำคัญ (Key words) พืชเศรษฐกิจ การผลิตพืช การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผลกระทบ การปรับตัว
economic crops, crop production, climate change, impact, adaptation

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 ส่วนการระบาดของหนอนหน้าแมวใน

พื้นที่เฝ้าระวังแสดงความสัมพันธ์กับฤดูกาล ส่วนใหญ่พบมากในช่วงปลายฝนต้นหนาวและสภาพอากาศแห้งแล้งฝนน้อย ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมกับการระบาดของทั้ง 3 แมลงศัตรูพืชนี้ มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องสามารถใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการทำนายการระบาดล่วงหน้าได้ จากข้อมูลตามความต้องการของแต่ละโมเดลที่พัฒนาขึ้น ในแมลงดำหนามมะพร้าว และหนอนหัวดำมะพร้าวมีความแม่นยำสูง ขณะที่หนอนหน้าแมวที่ข้อมูลเหตุการณ์การระบาดมีน้อยมากการทำนายมีความแม่นยำต่ำสุด เลือกโมเดลที่มีค่าความจำเพาะในการทำนายการระบาดที่สูงของแมลงดำหนามมะพร้าว ซึ่งต้องการข้อมูลหลักจากสภาพอากาศรายวันและการประเมินทางใบแรกมาพัฒนาต้นแบบให้บริการข้อมูลทำนายการระบาดของแมลงดำหนามมะพร้าวผ่านอินเตอร์เน็ต เพื่อให้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจเตือนการระบาดและการป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับการระบาดของโรคใบขาว หนอนกอลายจุดเล็ก และแมลงนูนหลวงในอ้อยแสดงความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อม จึงได้นำผลที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาวในพื้นที่ ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สภาพภูมิอากาศแสดงความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน โดยปริมาณน้ำฝนต่อปีของปีก่อนให้ผลผลิต 2 ปี มีความสัมพัทธ์กับปริมาณน้ำมันต่อทะลายในทางลบและมีความสัมพัทธ์กับผลผลิตทะลายสดในทางบวก ทำให้สามารถพัฒนาสมการคาดคะเนผลผลิตปาล์มน้ำมันล่วงหน้า การพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการทุเรียนคุณภาพรวมถึงลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ พบว่า สภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตทุเรียน ทำให้มีพัฒนาการต่างกัน ส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบสภาวะขาดน้ำ โดยการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ เมื่อทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบาน ทำให้ส่งผลต่อการติดผล โดยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ 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 จากผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งได้แนวทางการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ เพื่อพัฒนาสู่เทคโนโลยีการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ(CSA) สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ภูมิอากาศแห่งชาติ (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 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,

กรมวิชาการเกษตร

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) and to prepare information for greenhouse gases mitigation on agricultural and forestry sectors for Nationally Determined Contribution in 2030.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของแผนงานวิจัย

ผลการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย โดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บ่งชี้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปจะสูงขึ้นเล็กน้อยทั้งกลางวันและกลางคืน วันที่ร้อนที่สุดในรอบปีจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก มีช่วงเวลาอากาศร้อนที่ยาวนานขึ้น และฤดูหนาวที่สั้นลง มีพื้นที่ที่มีอากาศร้อนจัดมากขึ้น แม้ว่าอุณหภูมิทั่วไปจะสูงขึ้นสอดคล้องกับอำนาจ (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 ย่อมส่งผลต่อราคาของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเป็นไปตามกลไกทางเศรษฐกิจ หรืออุปสงค์อุปทานในหลักการตลาด และไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในภาคพืชเกษตร

เท่านั้น 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 จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมการในการรับมือ 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

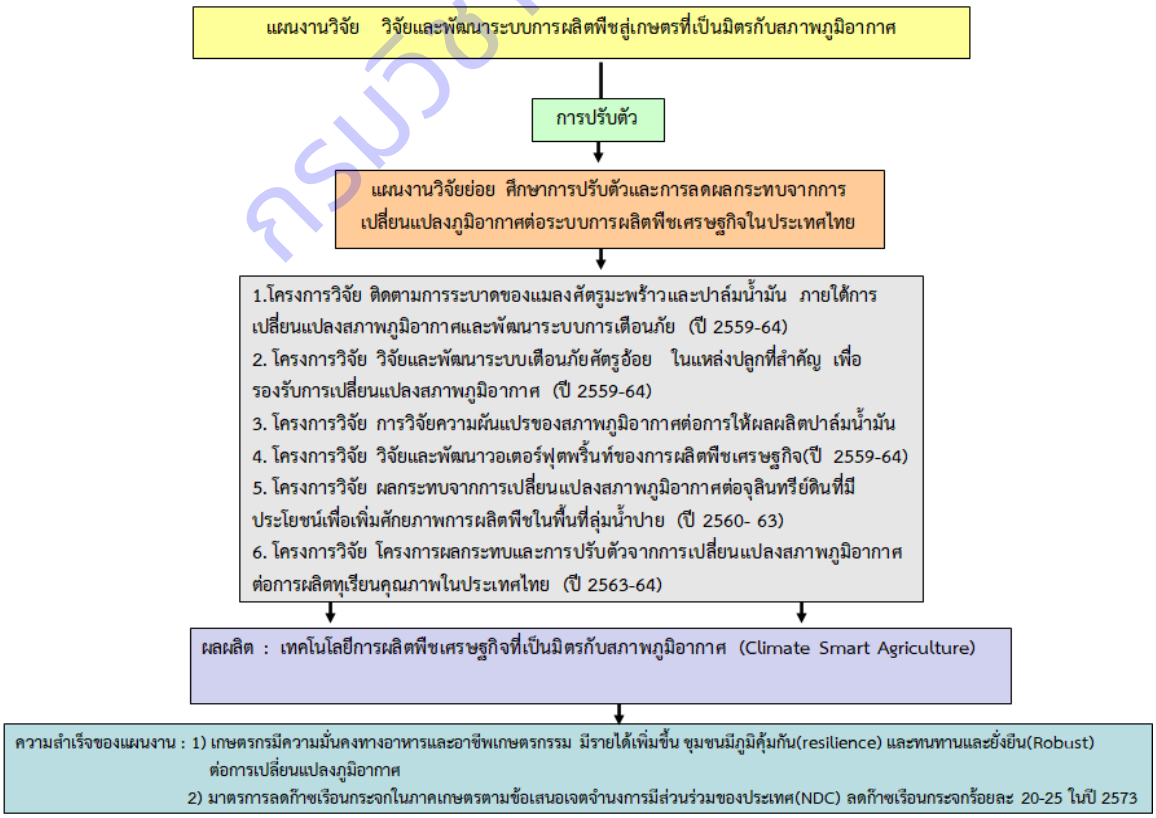
5) เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว

วิธีการวิจัยของแผนงานย่อย

จากภาวะการณ์ความแปรปรวนอากาศในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ทำให้ผลผลิตพืชลดลงและได้รับความเสียหาย รายได้ลดลง ขาดความมั่นคงยั่งยืนของระบบเกษตร และชุมชนขาดความเข้มแข็ง

กรมวิชาการเกษตร

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีแผนวิจัยย่อยการศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ โดยมีการพัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูพืชในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และอ้อย เพื่อใช้เป็นระบบเตือนภัยในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืชในชุมชนพื้นที่อ่อนไหว ศึกษาผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะการผลิตทุเรียนคุณภาพ ศึกษาผลกระทบจากภาวะอากาศแปรปรวนในอดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันต่อระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ล่วงหน้าระบบการผลิตพืชทดแทนพลังงาน โดยเฉพาะปาล์มน้ำมัน รวมทั้งได้มีการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และกาแฟ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและมาตรการณ์การกีดกันทางการค้าในอนาคต สุดท้ายของแผนงานวิจัยย่อยจะตอบโจทย์ด้านการปรับตัว (Adaptation) คือ ระบบการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ (Climate Smart Agriculture) ซึ่งสามารถช่วยในการปรับตัวและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกษตรกรมีความมั่นคงทางอาหารและอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้ชุมชนมีภูมิคุ้มกัน (resilience) และทนทานและยั่งยืน (Robust) ต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต รวมทั้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอเป็นข้อเสนอเจตจำนงการมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationlly Determined Contribution หรือ NDC) ตามเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20-25 ในปี 2573 ดังแสดงในแผนภูมิข้างล่าง



กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

แผนงานวิจัยย่อยศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย ประกอบด้วย 5 โครงการ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 1 ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย

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

กรมวิชาการเกษตร

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

กิจกรรมที่ 2 การเปลี่ยนแปลงการระบาดของหนอนหน้าแมวในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญ

กรมวิชาการเกษตร

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 วิเคราะห์เนื้อหาและความสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะข้อมูลภูมิอากาศ ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

2. รวบรวมข้อมูลจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของการทดลองข้างต้น นำมาจัดชั้นคุณภาพของข้อมูลจำแนกศัตรูพืช พื้นที่ ระดับความเสียหายและช่วงเวลาการระบาด และวิเคราะห์หาสัญญาณการเตือน แบบจำลองในการคาดการณ์เบื้องต้น พัฒนาเป็นฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับสนับสนุนการวิเคราะห์หาสัญญาณเตือนการระบาดของแมลง

3. ค้นหาผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านการแพร่ระบาดของแมลง หรือที่เกี่ยวข้องกับแมลงศัตรูนั้นๆ ติดต่อประสานงานเพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ จัดประชุมระดมความคิดเห็นร่วมกัน เกี่ยวกับการหาสัญญาณการเตือน และระดับการเตือน พร้อมทั้งตรวจสอบความใช้งาน

4. ออกแบบและพัฒนาโมเดลในการทำนาย ออกแบบข้อมูลนำเข้า กระบวนการคิด และข้อมูลผลลัพธ์ กรณีที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมออกแบบ input layer, hidden layer และ output layer ทั้งจำนวน Node

กรมวิชาการเกษตร

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

โครงการวิจัยที่ 2 พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

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 โดยวิเคราะห์ความเสี่ยงการระบาดของโรคใบขาวในพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในพื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดอุดรธานี กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ชัยภูมิ และนครราชสีมา

ขั้นตอนที่ 2 สอบทานความถูกต้องของระบบเตือนภัย โดยการตรวจนับการระบาดของโรคใบขาวและระดับความเสียหาย ในแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรใหม่เปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์การระบาดของโรคใบขาวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กรมวิชาการเกษตร

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

ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลการระบาดของหนอนกอลายจุดเล็ก

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

กรมวิชาการเกษตร

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 เริ่มต้น ตุลาคม 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

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

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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; %)

โครงการวิจัยที่ 4 วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (5 การทดลอง)

การทดลองที่ 1.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การผลิตเมล็ดงอก

1. สำรวจแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ และบริษัทเอกชนที่เพาะเมล็ดงอกและผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 3 บริษัท เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 5 แหล่ง

2. เก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลายถึงระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue+ WFgrey) การผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการในแต่ละแหล่ง

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> 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

กรมวิชาการเกษตร

-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

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

- *การบันทึกข้อมูล* พิกัดตำแหน่งสวนปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา 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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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
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

กรมวิชาการเกษตร

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

- 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

ศรีอยุธยากรุงเทพมหานคร

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

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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)

กรมวิชาการเกษตร

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>

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%

กรมวิชาการเกษตร

- 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
- 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)

กรมวิชาการเกษตร

- 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

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)

กรมวิชาการเกษตร

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:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในสภาพแปลงทดลองและไร่เกษตรกรในแหล่งปลูกของประเทศเพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 9 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก
2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว
3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว (WFgreen+WFblue +WFgrey) โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์พืช, ช่วงอายุการเจริญเติบโต, ระดับหยั่งลึกของรากพืช, ระดับการขาดน้ำ, ปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิต, ความสูงของต้นพืช และผลผลิต
4. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของกระบวนการแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อนเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเอกชนในแต่แห่ง

กรมวิชาการเกษตร

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

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

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 โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

การทดลองที่ 7.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเขตหรือพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย จำนวนและที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นทำการคัดเลือกโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

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

กรมวิชาการเกษตร

การแปลผล (life Cycle interpretation) การวิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปผลที่ได้จากผลลัพธ์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิต น้ำตาลทรายขาวในรูปแบบของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โครงการวิจัยที่ 5 ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

กิจกรรมที่ 1 ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ

การทดลองที่ 1.1 การผลิตทุเรียนคุณภาพในสภาพพื้นที่ปลูกแหล่งต่างๆ ของประเทศไทย (2563-2564)

วิธีการทดลอง

ศึกษาเปรียบเทียบการปรับตัวและการตอบสนองของต้นทุเรียน และการจัดการ ในแต่ละพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ จังหวัดเชียงราย ศรีสะเกษ อุตรดิตถ์ ตราด นนทบุรี ชุมพร และยะลา ศึกษาในทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีการจัดการต่างกัน 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) ทิ้งไว้จนสังเกตเห็นดอกระยะไข่

กรมวิชาการเกษตร

ปลา 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)

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)

กรมวิชาการเกษตร

D = ค่าความลึกของเขตรากพืชหรือความลึกของดินที่ต้องการให้น้ำซึมลงไปถึงหลังการให้น้ำ (มิลลิเมตร)

การคำนวณปริมาตรของดินบริเวณรากพืช

$v = \pi r^2 h$

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

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

วิธีปฏิบัติการทดลอง

กองวิชาการเกษตร

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

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)

ศรีวิชัยการเกษตร

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

โครงการวิจัยที่ 6 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

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

กรมวิชาการเกษตร

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 บรรจุในถังน้ำแข็ง 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) เพื่อพิจารณาการกระจายตัวของแอคติโน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มัยสีทในแต่ละพื้นที่ วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มและปริมาณประชากรแอคติโนมัยสีทแต่ละชนิดตามพื้นที่เก็บในแต่ละช่วงเวลา

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1. การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

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

กรมวิชาการเกษตร

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

หาค่าเฉลี่ยความยาวรัศมีของโคโลนีแล้วนำมาคำนวณหาค่า เปอร์เซ็นต์การยับยั้งแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดย 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 ผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ

กรมวิชาการเกษตร

แบคทีเรียที่มีผงวุ้น 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

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 มิลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน นำมาเทราดทับโคโลนีแอคติโนมัยสีทปั่นผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง และเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแอคติโนมัยสีท และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

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

กรมวิชาการเกษตร

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 (อุณหภูมิดินที่วัดได้จากพื้นที่ต้นน้ำ 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 ตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลิโอไทด์ของยีน เชื่อมต่อชิ้นยีนเข้าสู่ protein expression vector และถ่ายฝากเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน ทดสอบการแสดงออกของโปรตีนด้วยวิธี SDS-PAGE

กิจกรรมที่ 3 การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1. การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กรมวิชาการเกษตร

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 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติวางแผนการทดลองแบบ 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 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 หลังเก็บ เกี่ยวหาน้ำหนักต้นแห้ง 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

กรมวิชาการเกษตร

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 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *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

โครงการวิจัยที่ 1 ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย

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

กรมวิชาการเกษตร

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 แต่เกาะสมุยมีแมลงดำหนามมะพร้าวเป็นศัตรูหลัก สำหรับการประเมินความเสียหายจากการทำลายของแมลงศัตรูมะพร้าว พบว่าที่เกาะสมุย เมื่อเริ่มสำรวจแปลงที่อยู่ในพื้นที่ตำบลตลิ่งงาม และหน้าเมือง พบการเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวเล็กน้อย ที่ใบด้านบนของต้น ทางพื้นที่แม่น้ำก็ยังมีอยู่เป็นแปลงขนาดเล็ก แต่ลดลงเหมือนทุกๆ แปลง ในพื้นที่ตลิ่งงามแปลงชายทะเลใกล้ๆ ใบมะพร้าวเขียวขึ้น แต่พบการเข้าทำลายของด้วงแรดมะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้นมากในพื้นที่บ่อผุดในรอบเดือนสิงหาคม 2561 ที่ผ่านมายอดมะพร้าวกุดเนื่องจากการทำลายของด้วงงวงมะพร้าวจำนวนมาก ส่วนแมลงดำหนามมะพร้าวก็ยังพบอยู่ทั่วไปเกือบทุกแปลงจากการสำรวจช่วงเดือนตุลาคม 2561 แต่ลดลงหลังจากนั้นเนื่องจากมีฝนมากขึ้น และเพิ่มขึ้นอีกในช่วงเดือนสิงหาคม 2562 ถึงธันวาคม

กรมวิชาการเกษตร

2562 ในปี พ.ศ. 2563 ช่วงมิถุนายนเกาะสมุยได้รับฝนมากขึ้น มะพร้าวฟื้นตัวดีแต่มีการทำลายของด้วงแรด มะพร้าวและด้วงงวงมะพร้าวมากขึ้น 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

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

กรมวิชาการเกษตร

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 เมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศและการพบหนอนหน้าแมวก่อนหน้ามาพิจารณาร่วมกัน การสำรวจที่พบหนอนหน้าแมวในจำนวนที่มากนั้น เมื่อดูข้อมูลย้อนหลังเริ่มพบหนอนหน้าแมวเมื่อเดือนสิงหาคมแต่เนื่องสถานการณ์โควิดทำให้การสำรวจขาดข้อมูลหลายช่วง เป็นผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้จำกัด

3, การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน

การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับเตือนการระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญในมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน จากข้อมูลในอดีตทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแมลงและพืช นำมาพัฒนาเทคนิคและ

กรมวิชาการเกษตร

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

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยที่ 2 พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1) การพัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวและหนอนกอลายจุดเล็กของอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงอาการใบขาวของอ้อย 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 ในกรณีของความสัมพันธ์ของการเกิดอาการใบขาวของอ้อยต่อข้อมูลสภาพ อากาศ พบว่า เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิต่ำสุดมีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อย โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0150 0.0004 และ 0.0011ตามลำดับ การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการเกิดอาการใบขาวของอ้อยเช่นเดียวกัน

2. การพัฒนาระบบเตือนภัยโรคใบขาวและหนอนกอลายจุดเล็กของอ้อยในภาคเหนือตอนล่าง

การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี 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 ส่งผลต่อร้อยละ

ศรีบัวการเกษตร

ของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก โดยมีค่า P-Value เป็น 0.0239 0.0272 และ 0.0029 ค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.44

3) พัฒนาระบบเตือนภัยแมลงนูนหลวงในภาคตะวันตก

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

4) สร้างระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในพื้นที่ปลูกรอบโรงงานน้ำตาล

การดำเนินงานในปี 2564 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

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

1) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

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 มีแตกต่างทางสถิติระหว่างปีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับ

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะอากาศอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อปี 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

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 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างปีบันทึกข้อมูล 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)

2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณของน้ำมันปาล์มในแหล่งปลูกภาคใต้ตอนบน

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 ถึง 2564 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังการทดลองที่ 1.1 และจากการคัดเลือกพื้นที่และต้นปาล์มน้ำมันเพื่อเก็บเกี่ยว

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตทะลายสำหรับการสกัดน้ำมัน 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%

3) 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 (เปอร์เซ็นต์) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง 2563 เมื่อนำผลข้อมูลผลผลิตวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์กับลักษณะอากาศ ได้ผลดังนี้

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

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

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร

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

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

โครงการวิจัยที่ 4 วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 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 ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคใต้ มีค่า 1,245-1,474 มิลลิเมตรต่อปี ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและค่าระเหยน้ำแต่ละจังหวัด ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 30 ปี ของพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี คลองท่อม จังหวัดกระบี่ ท่าแซะ จังหวัดชุมพร สิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช คุ

กรมวิชาการเกษตร

ระบุรี 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 สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช 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 สกลนครและอุดรธานี 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 ส่งผลให้ช่วงดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร

เป็นช่วงใช้น้ำอย่างเดียว ความเหมาะสมของพื้นที่ สมบัติของดินและสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณและการกระจายตัวของฝน (จำนวนวันฝนตก) และค่าระเหยน้ำ และปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยคือ การจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ทั้งการจัดการน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ผลผลิตสูง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่าต่ำ แต่หากผลผลิตต่ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูง) การจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยใช้การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการจากผลวิเคราะห์ดินใบ เป็นวิธีที่แม่นยำและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการปรับความสมดุลของธาตุอาหาร ไม่ให้ขัดแย้งกันเอง (antagonism) ปาล์มน้ำมันใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี (กรณีค่าขาดน้ำต่ำกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี)

2) 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

3) 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

กรมวิชาการเกษตร

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 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 เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตแป้งดิบมันสำปะ หลัง 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

4) 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 ล่ำสูง (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 ตันคิดเป็นอัตราการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ร้อยละ 96.11 และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

กรมวิชาการเกษตร

ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

5) 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

6) 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

กรมวิชาการเกษตร

211.63 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลผลิตเฉลี่ย 413 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 310.79 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 310.69 และ 0.10 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 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

7) 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

โครงการวิจัยที่ 5 ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

1) ผลของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในภูมิภาคต่างๆ

สภาพอากาศกับพัฒนาการของต้นทุเรียนในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

สถาบันการเกษตร

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

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

เนื่องจากความแตกต่างกันรอบปีของแต่ละพื้นที่ภูมิภาคของประเทศคือ การแบ่งตามลักษณะการกระจายตัวของปริมาณฝนในรอบปี โดยทำการแบ่งออกเป็นช่วงที่มีประมาณฝนตกน้อยหรือฤดูแล้ว ช่วงที่มีปริมาณฝนตก

กรมวิชาการเกษตร

ปานกลางและช่วงที่มีปริมาณฝนตกมาก ซึ่งได้ทำการวัดการสนองทางสรีรวิทยาในรอบวันจำนวน 3 พื้นที่ คือ จังหวัดนนทบุรี ตราด ชุมพร และศรีสะเกษ โดยแต่ละช่วงของการวัดคือ ช่วงที่มีปริมาณฝนน้อยได้แก่เดือนธันวาคมถึงมีนาคม ช่วงที่มีปริมาณฝนปานกลางในเดือนมิถุนายน และช่วงที่ปริมาณฝนมากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับช่วงที่ทำการวัด คือ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงปริมาณฝนน้อยมีค่าน้อยที่สุด และในช่วงปริมาณฝนมากมีค่ามากที่สุด ซึ่งความชื้นจะค่อยๆ ลดลงในช่วงสายถึงบ่าย และอาจเพิ่มขึ้นในช่วงเย็น

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

การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในใบทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากการเก็บใบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในแต่ละช่วงพัฒนาการ จากตัวอย่างทุเรียนในพื้นที่ จังหวัดตราด นนทบุรี และศรีสะเกษ พบว่า ปริมาณธาตุโตรเจนมีแนวโน้มลดลงในช่วงพัฒนาการของผล ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีแนวโน้มลดลงในช่วงออกดอก

กรมวิชาการเกษตร

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

สำหรับการที่เปอร์เซ็นต์การติดผลในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน นอกจากมีผลมาจากช่วงอุณหภูมิแล้ว ยังมีสาเหตุจากการจัดการ ซึ่งในพื้นที่จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดตราดเกษตรกรจะทำการปัดดอกเพื่อช่วยผสมเกสร

กรมวิชาการเกษตร

ในช่วงกลางคือ ส่วนในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ และอุตรดิตถ์ เกษตรกรไม่มีการปัดดอกโดยเฉพาะในจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งต้นทุเรียนมีการปลูกอยู่ตามไหล่เขา 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

2) การจัดการทุเรียนในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง

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

เมื่อทำการตรวจวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาหลังจัดการน้ำตามกรรมวิธีที่กำหนดเป็นเวลา 5 วัน พบว่าการสังเคราะห์แสงในรอบวันมีแนวโน้มเหมือนกัน คือ เพิ่มขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น แต่กรรมวิธีที่ไม่มีการให้น้ำเลย พบว่า ใบมีอัตราการสังเคราะห์ที่ต่ำมาก คืออยู่ในช่วง -0.51 ถึง 0.29 μmol CO_2 m^{-}

กรมวิชาการเกษตร

$^{2}s^{-1}$ 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

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

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 เท่า

กรมวิชาการเกษตร

ของความต้องการ ซึ่งการให้น้ำทุเรียนในระดับ 0.5 เท่าของความต้องการนอกจากจะไม่ส่งผลเสียหายต่อทุเรียน แล้วการบวนการทางสรีรวิทยาของใบยังคงมีประสิทธิภาพที่ดีอีกด้วย

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

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

กรมวิชาการเกษตร

จากการทดลองทั้งสองปี จะเห็นได้ว่า การใช้สารเพื่อเพิ่มความทนแล้งในทุเรียน สามารถลดความเสียหายของต้นทุเรียนลงได้

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 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 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 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

เท่ากับ 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$2 องศาเซลเซียสไม่สามารถติดผลได้ เนื่องจากละอองเกสรงอกได้ไม่ดี สั้น ไม่สมบูรณ์ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 2.5, 0.6, 1.9, 1.0, 0 และ 0 ตามลำดับ ร้อยละการติดผลมีการกระจายของข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล และในพันธุ์จันทบุรี 3 ร้อยละการติดผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ที่อุณหภูมิควบคุม 25$\pm$2 องศาเซลเซียส มีการติดผลสูงที่สุด คือ 65.31% อุณหภูมิที่มีการติดผลรองลงมาลำดับที่ 2 และ 3 ที่ 20$\pm$2 และ 30$\pm$2 องศาเซลเซียส คือ 22.67% และ 20.34% ตามลำดับ การติดผลรองลงมาลำดับที่ 4 ที่ 15$\pm$2 องศาเซลเซียส คือ 6.71% และที่อุณหภูมิ 35$\pm$2 และ 10$\pm$2 องศาเซลเซียสทีการติดผลที่น้อยจนไม่สามารถติดผลได้ คือ 3.34% และ 0% ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำเท่ากับ 1.8, 1.9, 2.2, 0.8, 0.5 และ 0 ตามลำดับ ร้อยละการติดผลมีการกระจายของ

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลน้อยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยกลางของข้อมูล 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

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 โดยกรรมวิธีที่ไม่มีการจัดการ และ กรรมวิธีที่พ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 มีความยาวและความกว้างผลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น โดยความยาวผลกรรมวิธีที่พ่นด้วยอาหารเสริม (คาร์โบไฮเดรตสำเร็จรูป ร่วมกับปุ๋ยเกร็ดด และกรดฮิวมิค) มีค่ามากที่สุด ส่วนความกว้างกรรมวิธีพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุด ซึ่งในปีนี้ต้นมีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงได้ทำการไว้ผลจำนวน 300 ผลต่อต้น พบว่าจำนวนผลร่วงมีความสอดคล้องกับปีที่ผ่านมา คือ กรรมวิธีปล่อยธรรมชาติมีการร่วงของผลมากที่สุดคือ 137 ผล หรือประมาณ 45.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พ่นด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 ที่

กรมวิชาการเกษตร

มีการร่วง 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 มีค่ามากที่สุด คือ 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

โครงการวิจัยที่ 6 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

1) การศึกษาจำนวนประชากรและชนิดของแบคทีเรียจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย ทำการทดลองตั้งแต่ ฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2559 (เดือนธันวาคม 2559) ถึง ฤดูฝน ปี พ.ศ. 2562

กรมวิชาการเกษตร

(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* เห็นได้ชัดว่าข้อมูลทางอนุกรมวิธานที่ละเอียดยังคงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทำการเปรียบเทียบเชิงปริมาณของ 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 สกุลเด่นที่พบมาก

กรมวิชาการเกษตร

ได้แก่ Streptomyces ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนแอคติโนแบคทีเรียในดิน การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างชุมชนมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์มากกว่าการมี / ไม่มี OTUs ซึ่งบ่งชี้ว่ามีชุมชนแอคติโนแบคทีเรียอยู่ทุก ๆ ที่ทั้งต้นน้ำ – ปลายน้ำทั้งพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรกรรม

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 เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 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 แบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบแตกต่าง

กรมวิชาการเกษตร

กัน 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 ไอโซเลทมาทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช 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* ทำให้ต้นกล้าถั่ว

กรมวิชาการเกษตร

เขียวเกิดโรคเล็กน้อยในระดับ 1 แต่ความสูงของต้น น้ำหนักสด ความยาวรากและจำนวนปมรากของแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ข้อมูลจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาและทดสอบรูปแบบของการนำแอคติโนมัยสีทไปใช้ในการส่งเสริมการเจริญของพืชหรือการยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลอ ง ต่อไปได้

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

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

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 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

กรมวิชาการเกษตร

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 ใส่แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช *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

กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล

โครงการวิจัยที่ 1 ติดตามการระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย

เมื่อพิจารณาสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรหนอนหัวดำมะพร้าว หากฝนแล้งทิ้งช่วงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้ประชากรหนอนหัวดำมะพร้าวและทางใบที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้น และหากช่วงฝนตกชุกประชากรหนอนหัวดำและทางใบที่ถูกทำลายจะค่อยๆ ลดปริมาณลง ซึ่งการดูแลบำรุงรักษาสวนช่วยให้มะพร้าวฟื้นตัวเร็วขึ้น ฝนที่ตกมากขึ้นโดยเฉพาะช่วงปลายฤดูฝนทำให้ระดับการเข้าทำลายลดลงอย่างชัดเชน (วลัยพร และคณะ, 2559)

เมื่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณหนอนหัวดำเฉลี่ยแต่ละวัยลดปริมาณลง อาจเนื่องจากโพแทสเซียมในพืชมีอันตรกิริยากับฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องในการป้องกันตัวเองต่อการกัดกินของแมลง (ยงยุทธ, 2552) ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของธาตุอาหารที่ช่วยในการลดการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช และเมื่อปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ปริมาณหนอนหัวดำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากไนโตรเจนปริมาณสูงเกินจะทำให้พืชอวบน้ำและอ่อนแอต่อโรคและแมลง

การระบาดของหนอนหัวดำมะพร้าวในหลายพื้นที่ของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบแปลงที่เป็นขอบของพื้นที่ปลูกมะพร้าวจะถูกเข้าทำลายก่อนเริ่มจากต้นที่ขอบแปลงและขยายไปเรื่อยๆ สภาพอากาศร้อนและแล้งมีส่วนสนับสนุนให้เกิดความรุนแรง ซึ่งแปลงที่สภาพแห้งแล้งเหล่านี้การเจาะสารเข้าลำต้นไม่สามารถยับยั้งการเข้าทำลายได้ ทั้งที่ในพื้นที่นี้มีรายงานการฉีดสารเคมีเข้าลำต้นในมะพร้าวต้นสูงกว่า 12 เมตร ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในแปลงที่มีการเข้าทำลายรุนแรงต้องใช้ เวลาอย่างน้อย 8 เดือน จึงฟื้นตัวจนมีทางใบที่ไม่ถูกทำลายไม่น้อยกว่า 13 ทางใบ ใช้เวลาประมาณ 1.5 ปี กว่าจะให้ผลผลิตในระดับปกติ และสามารถควบคุมการเข้าทำลายครั้งใหม่ให้มีทางใบที่ไม่ถูกทำลายมากกว่า 13 ทางใบโดย ไม่ต้องมีมาตรการใดเสริมในช่วง 23 เดือน (วลัยพรและคณะ ,2559) การเข้าทำลายของหนอนหัวดำมะพร้าวรุนแรงมากขึ้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม และยังคงความเสียหายในช่วงกันยายน ปริมาณฝนในพื้นที่มีต่ำกว่าค่าปกติมาก ทำให้ความรุนแรงของการเข้าทำลายยังคงอยู่แม้อยู่ในช่วงฤดูฝน (ฝนตกน้อยไม่กระจาย) พบการทำลายรุนแรงโดยเฉพาะมะพร้าวอายุน้อยที่ไม่ได้รับการเจาะฉีดสารเคมีเข้าลำตัน

การติดตามหนอนหน้าแมวที่สุพรรณบุรีมีการเปลี่ยนแปลงการเข้าทำลายสูงกว่าแปลงอื่นๆ และโอกาสที่จะเกิดการระบาดในช่วงที่แตกต่างจากรายงานที่มีมาก่อนที่มักพบในช่วงพฤศจิกายน-มกราคม หลายแปลงที่ติดตามมีชลประทานเสริมและการปลูกในร่องสวน เช่น ในทุ่งรังสิต ทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างออกไป ซึ่งพบการระบาดในช่วงเวลาอื่นๆ ด้วย ปัจจัยที่ควบคุมหนอนหน้าแมวที่สำคัญ คือ แตนเบียนหนอน (อำมรและทวีศักดิ์, 2547) ช่วงแล้งยาวนานทำให้ศัตรูธรรมชาติของหนอนหน้าแมวอ่อนแอ และหนอนที่จะไม่ถูกเบียนมักเป็นหนอน

กรมวิชาการเกษตร

ขนาดเล็กวัย 1-3 จึงพบการระบาดรุนแรง แต่การตกของฝนควบคุมการระบาดได้ แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งปลายปี พบการระบาดหนอนหน้าแมวเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำลายปาล์มน้ำมันให้เสียหายได้หากไม่กำจัด เมื่อนำข้อมูลสภาพอากาศก่อนหน้าและการพบหนอนหน้าแมวก่อนหน้ามาพิจารณาร่วมกัน การสำรวจที่พบหนอนหน้าแมวในจำนวนที่มากนั้นมีการพบมาก่อนและไม่มีฝน แต่เนื่องจากการสำรวจขาดข้อมูลหลายช่วง ทำให้การหาประวัติย้อนหลัง ทำได้จำกัด

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 ซึ่งมีหลายหน่วยงานโดยเฉพาะด้านการแพทย์มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา 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)

โครงการวิจัยที่ 2 พัฒนาระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อม ค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการแสดงอาการใบขาว อาจจะไม่ได้มากจากสภาพแวดล้อมทั้งหมดอาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน โดยกาญจนาและคณะ (2555) รายงานว่า ปัญหาของโรคใบขาวที่เกิดจากเชื้อไฟโตพลาสมา ในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ ดังนั้นวิธีการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคที่ดีที่สุด คือ การปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์ที่ปราศจากโรคควบคู่กับการจัดการในแปลงผลิต และโรคใบขาวมีการแพร่ระบาดโดยผ่านแมลงพาหะนำโรค ได้แก่ เพลี้ยจักจั่นสีน้ำตาล (Matsumuratettix hiroglyphicus และ Yamatotettix flavovittatus) และผ่านทางท่อนพันธุ์ ซึ่งการถ่ายทอดทางท่อนพันธุ์นั้น ทำให้การแพร่กระจายของโรคเป็นไปได้

กรมวิชาการเกษตร

อย่างกว้างขวางและรวดเร็วการปลูกโดยใช้พันธุ์อ้อยสะอาดและปลอดโรค 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 การใช้ท่อนพันธุ์ที่มีคุณภาพดีเลือกพันธุ์อ้อยที่เลี่ยงต่อการเกิดโรคต่ำจะช่วยลดการแสดงอาการใบขาว อีกทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อดินก็เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแสดงอาการใบขาวเช่นเดียวกัน การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมจึงเป็นการลดความเสี่ยงต่อการแสดงอาการใบขาวได้อีกทางหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กกับสภาพแวดล้อมเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองที่ได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะพบว่าในภาคเหนือตอนล่าง เนื้อดิน พันธุ์และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยไม่มีผลต่อการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็ก อาจจะเกิดจากการปลูกอ้อยพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและมีการปลูกโดยใช้ระบบชลประทานเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนสะสม 14 วันยังคงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กในทั้งสองสถานที่ อีกทั้งเนื่องจากค่า R-Squared ที่ได้ค่อนข้างต่ำอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กอาจจะไม่ได้มากจากสภาพแวดล้อมทั้งหมดอาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน จากการศึกษาของจิราวรรณ (2553) พบว่าการทำลายของหนอนกอมีความสัมพนธ์ในทางบวกกับจำนวนหน่อในแปลงที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจำนวน 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

ความสัมพันธ์ของการระบาดของแมลงนูนกับสภาพแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยการเข้าทำลายของแมลงนูนหลวงอาจจะไม่ได้มาจากสภาพแวดล้อมทั้งหมด แต่อาจจะมาจากหลายปัจจัยร่วมกัน การบริหารจัดการ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

หรือดูแลรักษาแปลงอ้อยของเกษตรกร 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

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

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 พบว่า

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณน้ำฝน 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 (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

กรมวิชาการเกษตร

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/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

โครงการวิจัยที่ 4 วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงานและแหล่งผลิตต้นกล้า 7 หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน มีค่าแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการในแต่ละขั้นตอนการผลิต ประกอบด้วยการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่มีจำนวนมากน้อยต่างกันเมื่อนำไปคำนวณกับปริมาณน้ำที่ให้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำต่างกัน ระบบการให้น้ำที่ต่างกัน ซึ่งช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำทำให้การใช้น้ำน้อยลง และการจัดการปุ๋ยในปริมาณที่ต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากมีระบบการจัดการที่ดีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี และต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม และหากเลือกผลิตในฤดูที่มีปริมาณฝนเหมาะสมจะลดต้นทุนการให้น้ำได้ สำหรับสาเหตุที่บางหน่วยงานมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่ำ เนื่องบางหน่วยงานไม่มีการควบคุมการผลิตที่ได้มาตรฐาน แต่เมื่อได้รับคำแนะนำ หน่วยงานดังกล่าวได้มีการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนระบบการผลิตตามคำแนะนำเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำมีค่าสูงขึ้น (ใช้น้ำลดลงในการผลิตต้นกล้า)

กรมวิชาการเกษตร

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

โครงการวิจัยที่ 5 ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

การติดผลมากเมื่ออุณหภูมิในช่วงดอกบานอยู่ในช่วง 24-29 องศาเซลเซียสในพื้นที่แปลงจังหวัดตราด จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุตรดิตถ์ สอดคล้องกับรายงานของ Kozai et al. (2014) ที่รายงานว่า อุณหภูมิสูง

กรมวิชาการเกษตร

หรือต่ำเกินไปในช่วงดอกบานมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสรทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยจะส่งผลต่อการติดผลให้มีน้อยลงไปด้วย

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)

ค่าชักนำปากใบในรอบวันมีแนวโน้มสูงในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็น สอดคล้องกับรายงานของวลัยพร และคณะ (2562) กล่าวว่าค่าชักนำปากใบ (Stomatal conductance) บ่งบอกถึงระดับการเปิดกว้างของปากใบ ค่าที่สูงแสดงว่าปากใบเปิดกว้างได้มากในสภาพขาดน้ำ จากการศึกษามันสำปะหลังต่อสภาวะแล้ง พบว่าทุกสายพันธุ์มีค่าชักนำปากใบลดต่ำลงในทุกช่วงเวลา ซึ่งการเปิดปิดปากใบเป็นกลไกสำคัญในการลดการสูญเสียน้ำของมันสำปะหลัง สังเกตได้จากใบที่แสดงอาการเหี่ยวและเริ่มสดชื่นในช่วงใกล้เย็น สอดคล้องกับอัตราการคายน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงสายถึงเที่ยงและลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็นเช่นกัน 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 มิลลิโมลน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

ต่อตารางเมตรต่อวินาที กิ่งที่ตัดออกจากต้นโดยไม่แช่น้ำพบว่า อัตราการคายน้ำมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 15 นาทีแรก แล้วค่าลดลงเรื่อยๆ จนถึงนาทีที่ 60 อัตราการคายน้ำมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0.94 มิลลิโมลน้ำต่อตารางเมตรต่อวินาที

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

การจัดการใบอ่อนเพื่อลดอาการผิดปกติของเนื้อทุเรียน มีการจัด 3 รูปแบบ คือ การชะลอการแตกใบอ่อนโดยใช้สารเมพิควอทคลอไรด์ การปลิดใบอ่อนด้วยปุ๋ยเกร็ด 13-0-46 และการเพิ่มอาหารสะสมให้กับใบอ่อนด้วยการ พ่นอาหารเสริม และพ่นด้วยกลูโคสร่วมกับแมกนีเซียม ส่งผลต่อพัฒนาของใบใหม่ และผลที่แตกต่างกัน โดยการปลิดใบอ่อนด้วย 13-0-46 ทำให้ใบก่อนและหลังการทดลองมีขนาดใกล้เคียงกันทั้งนี้อาจเนื่องจากใบใหม่โดนทำลาย ในขณะที่ผลผลิตมีการร่วงและมีอาการแกร็นและเต่าเผามากกว่ากรรมวิธีที่ชะลอการแตกใบอ่อนและการเพิ่มอาหารสะสม ทั้งนี้เนื่องจากการปลิดใบอ่อนเป็นการสูญเสียอาหารสะสมบางส่วนไปกับใบที่ร่วง ส่วนกรรมวิธีการชะลอการแตกใบอ่อนให้ผลไม่แตกต่างกับการเพิ่มอาหารสะสม เนื่องจากการชะลอการแตกใบอ่อนต้นจะไม่มีการสูญเสียอาหารสะสมไปกับการสร้างใบอ่อนและใบที่มีอยู่ก็สามามารถสร้างอาหารได้ในประมาณคงเดิม ส่วนการเพิ่มอาหารเสริมถือเป็นกรรมวิธีที่ชดเชยอาหารสะสมที่สูญเสียไปกับการแตกใบอ่อน ซึ่งสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากกรณีอาหารไม่เพียงพอต่อผลผลิต นอกจากนี้เมื่อใบอ่อนมีการพัฒนาเต็มที่ยังเป็นการเพิ่มแหล่งสร้างอาหารให้กับต้นโดยจะเห็นได้จากการพัฒนาของผลค่อนข้างสูงกว่ากรรมวิธีอื่น

โครงการวิจัยที่ 6 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

ประชากรแบคทีเรียในพื้นที่ลุ่มน้ำปายมีความแตกต่างกันจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน สอดคล้องกับรายงานของ Christian *et. al*., (2008) พบว่าลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลกระทบต่อสภาพดิน และชุมชนจุลินทรีย์มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และลักษณะเนื้อดินเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีขององค์ประกอบชุมชนแบคทีเรีย องค์ประกอบของชุมชนแบคทีเรียมีความใกล้ชิดกับคุณลักษณะของดิน แต่ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้ในการทำนายองค์ประกอบของชุมชนจุลินทรีย์ได้ และสมบัติทางดินก็ไม่จำเป็นที่จะต้องสอดคล้องกันในแต่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน นอกจากนี้การใช้วิธีการอ่านลำดับเบสเพื่อวิเคราะห์ประชากรในชุมชนแบคทีเรีย ให้ข้อมูลรายละเอียดของวิวัฒนาการของประชากรในแต่ละชุมชน และเป็นการประเมินรูปแบบทางชีววิทยาของชุมชนจุลินทรีย์

กรมวิชาการเกษตร

นั้น 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 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม 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 เมื่อทำการตรวจสอบ

กรมวิชาการเกษตร

พบว่าชุมชนของเชื้อรา 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 ตามอัตราแนะนำสำหรับการ ปลูกพืชตระกูลถั่ว 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 ในส่วนของธาตุฟอสฟอรัสพบว่าธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับพืชถือเป็นปัจจัยสำคัญในการ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ควบคุมการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอจะจำกัดจำนวนของไรโซเบียม และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตของถั่วเหลือง (สำเนา, 2539) การผลิตถั่วเหลืองโดยอาศัยการตรึงไนโตรเจนจากเชื้อไรโซเบียม นับว่ามีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ การใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วเหลืองในพื้นที่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วมาก่อน สามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (Boonkerd and Weaver, 1982) สำหรับพื้นที่ซึ่งปลูกถั่วเหลืองมานานจะไม่ให้ผลตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียมอย่างเด่นชัด (Ellis *et al*., 1984) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีเชื้อไรโซเบียมในดินโดยธรรมชาติปริมาณมาก หากเชื้อไรโซเบียมที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อที่มีอยู่ในดินได้ ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อไรโซเบียมจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่คลุกเชื้อ ไรโซเบียม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองและทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญอันดับแรกคือ เชื้อไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการปลูกถั่วเหลืองได้ดี ได้แก่ สร้างปม และการตรึงไนโตรเจนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไรโซเบียมดั้งเดิมที่อยู่ในธรรมชาติ (ศิริลักษณ์และศศิษา, 2553)

จำนวนประชากรแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ก่อนการทดลอง พบว่า *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

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

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 ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเกิดอาการใบขาวแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนอง (R-Squared) ค่อนข้างต่ำคือ 0.40 และ 0.46 ตามลำดับ ในกรณีของสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่พบว่าพันธุ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินมีผลต่อการเกิดอาการใบ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ขาวของอ้อย 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

จากผลการดำเนินงานได้นำผลงานวิจัยที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาว ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กและแมลงนูนหลวงในพื้นที่ เพื่อการผลิตอ้อยอย่างยั่งยืน

3. ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถสรุปได้ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

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. วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ 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

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

<u>การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก</u> สรุปได้ว่า ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก จังหวัดชลบุรีมีค่าการขาดน้ำ

กรมวิชาการเกษตร

สูงสุด 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 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

2) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการผลิตอ้อยมีค่า 25.9-195.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สาเหตุของความแตกต่างมาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มีค่าสูง 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 การให้น้ำช่วงเหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น 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

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา สรุปได้ว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาเฉลี่ย 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาในสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด ดังนั้น แนวทางลดปริมาณการใช้น้ำ 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

5. ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ผลจากการที่มีสภาพอากาศแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านพัฒนาการต้นส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต รวมถึงในแต่ละพื้นที่จะมีการประสบปัญหาวิกฤติของสภาพอากาศแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน

2) แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบ เช่น สภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรงส่งผลให้ทุเรียนยืนต้นตายได้ สามารถลดผลกระทบดังกล่าวโดยการใช้สารเคลือบเพื่อลดการคายน้ำของต้น และการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ หรือ หากทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบานที่จะส่งผลต่อการติด

ผลเนื่องจากศักยภาพของละอองเกสรต่ำลงอาจทำการลดผลกระทบด้วยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ 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 โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อไป 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

กรมวิชาการเกษตร

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 สาเหตุอีกประการคือดินในพื้นที่ปลูกถั่วนี้มีปริม าณเชื้อไรโซเบียมอยู่ในดินค่อนข้างมากและอาจเป็นไรโซเบียมที่สามารถเข้าแข่งขันกับเชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปุ๋ยชีวภาพที่ใช้คลุกเมล็ดปลูกในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี เชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการนำไปทดสอบกับการปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอนในระดับแปลงทดลองของพื้นที่ลุ่มน้ำปาย โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิต

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

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

กรมวิชาการเกษตร

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยเฉพาะ *Azotobacter* sp. AT9 ในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตยังจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตกระเทียมได้แต่ต้องมีการทดลองเพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจากแผนวิจัยย่อย 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 ซึ่งจะทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการในพื้นที่ ได้มีทางเลือกที่จะใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตพืชเพื่อพัฒนามาตรฐานคุณภาพของผลผลิต ในแต่ละระบบพืชและในแต่ละพื้นที่เป้าหมายที่เข้าไปดำเนินงาน เกษตรกรมีความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น และชุมชนมีความเข้มแข็ง และยืดหยุ่นในสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบันและในอนาคต

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

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

กรมวิชาการเกษตร

แผนงานวิจัยย่อยที่ 2

ศึกษาการลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย

Study on Greenhouse Gas Mitigation of Economic Crops Production Systems in Thailand

วลัยพร ศะศิประภา อานนท์ มลิพันธ์ วนิดา โนบรรเทา สายน้ำ อุดพ้วย นุชนาฏ ตันวรรณ
ปรีชา กาเพ็ชร กุสุมา รอดแผ้วพาล อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข ธนพันธ์ พงษ์ไทย ไชยา บุญเลิศ
เบญจรัตน์ เลิศการค้าสุข จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข
Walaiporn Sasiprapa Anon Malipan Wanida Nobuntou Sainam Udpuay
Nutchanart Tanwan Preecha Kapetch Kusuma Rodpawpan
Udomsak Daunmeesuk Tanapan Pongthai Chaiya Boonlert
Benjarat Lertkankasuk Jinnajar Hansethasuk

คำสำคัญ (Key words) การกักเก็บคาร์บอน อินทรีย์คาร์บอน การสังเคราะห์แสง อ้อย มันสำปะหลัง
carbon dioxide absorption, carbon storage, biomass, carbon content, sugarcane, cassava

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพของอ้อยและมันสำปะหลังในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพืชทั้งในระดับแปลงทดลองและระดับพื้นที่ จากพันธุ์และการจัดการที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งพัฒนาเทคนิคการประเมินการกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่าง พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังและอ้อย แต่ละพันธุ์มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกัน ชนิดและพันธุ์มีผลต่อการสะสมมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังและอ้อย โดยมันสำปะหลังมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมสูงสุดที่หัวหรือผลผลิต เฉลี่ย 47.9% รองลงมาคือ เหง้า ใบ ลำต้น และก้านใบ มีค่าเฉลี่ย 45.2 44.0 43.9 และ 39.9% ตามลำดับ ทำนองเดียวกับอ้อยที่ผลผลิตลำอ้อยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมสูงสุด มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์กับการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลัง ขึ้นอยู่กับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ความเข้มข้น CO_2 พันธุ์ที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่ำและสูงได้ดี และให้ผลผลิตต่อไร่สูง คือ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ส่วนอ้อยสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมชีวมวล อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน น้ำและความสมบูรณ์ของต้นมีผลต่อการสังเคราะห์แสง พันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพสูงสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ชีวมวลมีความสัมพันธ์กับการกักเก็บ

คาร์บอน ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์กับการกักเก็บคาร์บอนในดิน การเลือกใช้พันธุ์และการใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพืช การปลูกมันสำปะหลัง 1 ฤดู สามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1.4 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ และกักเก็บคาร์บอนในดินอยู่ระหว่าง 0.53-10.37 ตัน C/ไร่ ส่วนอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนในต้นได้เฉลี่ย 5.12 กก. C/ไร่ หรือดูดซับก๊าซ CO_2 ได้เฉลี่ย 18.77 ตัน CO_2/ไร่ และกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ย 3.7-5.8 ตัน C/ไร่ ส่วนเทคนิคอย่างง่ายในการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่ไม่ทำลายตัวอย่างที่มีความแม่นยำ ในมันสำปะหลังสามารถใช้ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ส่วนอ้อยใช้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และจำนวนลำต่อกอ ในการประเมินได้ทั้งในระดับแปลงทดลองและแปลงเกษตรกร ในขณะเดียวกัน ได้ศึกษาถึงผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนปนทราย โดยมีการไถพรวนดิน และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับใช้ฟางข้าวคลุมดิน ไม่ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินแตกต่างกัน แต่ส่งเสริมให้ข้าวโพดดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ 2.2- 2.6 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปี ส่วนการไถพรวน และไม่ไถพรวน มีการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ฟางข้าวคลุมดินเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน สำหรับในดินร่วนเหนียว การจัดการปุ๋ยมีผลต่อการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากกว่าระบบปลูกพืช โดยการใส่มูลไก่ หรือใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับมูลไก่ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากสุด และระบบการปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนสูงขึ้น เช่นเดียวกับการใส่มูลไก่ที่สามารถรักษาระดับอินทรีย์คาร์บอนในดิน ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมในพื้นที่ปลูกอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่าการปลูกอ้อยแบบให้น้ำเสริมตามความต้องการของอ้อย และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการใช้กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1 ตันต่อไร่ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เฉลี่ยตลอดฤดูปลูกไม่แตกต่าง และการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝน ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากผิวดินในพื้นที่ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของอ้อยมากกว่าปัจจัยอื่น โดยมีปริมาณการปล่อย CO_2 จากผิวดินมากสุดในช่วงระยะที่อ้อยมีอายุ 196-285 วันหลังปลูก และการให้น้ำที่ระดับความชื้น 12.5 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นดิน (%AWC) ทำให้สูญเสียอินทรีย์คาร์บอนไปจากดินน้อยสุด ผลของการจัดการดิน และปุ๋ย และระบบปลูกพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในดินร่วนปนทราย พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับไถกลบเศษซากต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินและเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนระบบการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียว และใส่กากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1 ตันต่อไร่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ขณะที่การจัดการปุ๋ยมีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ (CO_2) จากผิวดินมากกว่าระบบการปลูกพืช ผลของการจัดการดินและปุ๋ยแบบต่างๆ ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียวสภาพไร่ พบว่า การปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์

กรมวิชาการเกษตร

คาร์บอนในดินได้มากกว่าการจัดการดิน และปุ๋ยแบบอื่นๆ ส่วนการปลูกถั่วเขียว การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับพืชตระกูลถั่วอัตรา 0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน ส่วนการจัดการดิน และปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ในระบบการปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียว มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินไม่แตกต่างกัน

Abstract

Study on carbon dioxide absorption potential in sugarcane and cassava are described by their growth patterns and plant physiological characteristics, assess carbon absorb and storage in experimental plot and plantation from different varieties and management, and developed a simple non-destructive method to estimate biomass and carbon storage. The result shown that carbon storage potential has different in crop/varieties and biomass accumulation in different parts. Cassava-tuber parts had the highest percentage of organic carbon content, averaged 47.94%, followed by main-stem, leaves, stems and petioles with averages 45.2, 44.0, 43.9 and 39.9%, respectively. Similarly, stalk of sugarcane has the highest organic carbon content. In cassava, biomass is correlated to carbon storage and modified by net photosynthesis rate and CO_2 concentrations. The CO_2 sink potential can absorb CO_2 at low and high PPF as well as high yield are Rayong 9, Rayong 11, Rayong 72, CMR57-83-69, Huai Bong 80, and Pirun 2. While environments was relatively high affecting growth and biomass accumulation in sugarcane, varieties, growth stages and time of day also affect the net photosynthetic rate. Water and plant fertility affects photosynthesis. The high potential varieties corresponded to yield and organic carbon. Biomass is correlated to carbon storage whereas soil organic matter is correlated to soil carbon storage. Selection of optimum varieties and fertilization application contributes to increasing carbon storage potential. In one season of cassava can store carbon on average 1.4 tons C/rai, equivalent to 5.2 tons CO_2/rai, and soil carbon storage 0.53-10.37 tons C/rai. And one season of sugarcane can store carbon above ground on average 5.12 kg C/rai, equivalent to 18.77 tons CO_2/rai and soil carbon storage 3.7-5.8 tons C/rai. In developing the non-destructive techniques, stem height and stem diameter can be used to estimated biomass and carbon storage of cassava, whereas sugarcane estimate by stalk height, stalk diameter and number of stalk/hill both in experimental station and crop planting area. This research project, therefore, studies the effects of soil, fertilizer, and water management in the production system of maize, sugarcane, cassava, soybean, and mung bean on greenhouse gas emissions and changes in soil quality. The results of the

กรมวิชาการเกษตร

study showed that maize cultivation in sandy loam with tillage and chemical fertilizers application based on soil analysis with rice straw mulch did not differ in CO_2 emissions from the soil surface. But encouraging maize to absorb CO_2 from the atmosphere 2.2 to 2.6 t CO_2 rai^{-1} $year^{-1}$. While tillage and no-tillage, there was no difference in SOC accumulation, but rice straw mulch increases SOC. In clay loam soil, fertilizer management had a greater effect on CO_2 emission than the cultivation system. Applying chicken manure or chemical fertilizers application based on soil analysis combined with chicken manure has produced more CO_2 emissions. And lablab bean cultivation after maize harvest has increased higher SOC accumulation. As well as application of chicken manure able to maintain SOC. The results of the effect of fertilizer management combination with appropriate watering in sugarcane ratoon cultivation were found that supplementary water to crop requirements and chemical fertilizers application based on soil analysis combined with filter cake application at 1 t rai^{-1} had no difference in an average CO_2 emission throughout the growing season. CO_2 emissions from the soil surface in a sugarcane plantation area in sandy loam are more dependent on sugarcane growth rates than other factors. The highest CO_2 emissions from soil surface had during sugarcane age 196-285 days after planting. And applying water at 12.5 %AWC resulted in the least loss of SOC. The effects of soil and fertilizers management, and cropping systems in cassava cultivation areas in sandy loam soil was found that chemical fertilizers application based on soil analysis combined with organic fertilizer application at 1 t rai^{-1} or combined with cassava leaves and stems residues at 3 t rai^{-1} was effective in increasing SOC storage and increase the amount of plant nutrients such as phosphorus and potassium in the soil. Whereas, cassava intercropping with mung bean and application of filter cake at 1 t rai^{-1} was effective in increasing SOC. It was also found that fertilizer management had a greater effect on CO_2 emissions from soil surface than the cultivation system. The effect of soil management and various types of fertilizers in soybean and mung bean cultivation in upland conditions. The results showed that soybean cultivation with compost application at 2 t rai^{-1} combined with chemical fertilizers application and rhizobium bio- fertilizers increased SOC more than the other soil and fertilizers management types. While mung bean cultivation, application of chemical fertilizers based on soil analysis at 0-3-6 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ rai^{-1} combined with rhizobium bio-fertilizers, increases the efficiency of SOC storage. It was also found that different soil and fertilizer management types in soybean and mung bean cultivation systems showed a no different amount of CO_2 emission from the soil surface.

กรมวิทยาศาสตร์

บทนำ

ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากกิจกรรมของมนุษย์ และเป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น รูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลง มีความแปรปรวนและรุนแรงมากขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (IPCC, 2007) โดยพื้นที่ป่าเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญ ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 31% ของเนื้อที่ทั้งหมด แต่มีพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) พื้นที่เหล่านี้สามารถเป็นแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ และมีศักยภาพต่อการหมุนเวียนการกักเก็บคาร์บอนทั้งในพืชและดินได้เช่นเดียวกับพื้นที่ป่า พืชดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงและเก็บกักไว้ในส่วนต่าง ๆ ในรูปของมวลชีวภาพได้ตลอดช่วงชีวิตของพืช เมื่อลงสู่ดินการกักเก็บจะอยู่ในรูปของอินทรียวัตถุหรือสารอินทรีย์ในรูปที่เสถียร ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินและการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นควบคู่กัน แต่จะเป็นไปในทิศทางใดมากกว่ากันนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การ จัดการดิน การใช้ปุ๋ย เนื้อดิน ความชื้น อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตในดิน และพืชที่ปลูก (พืช C_3 หรือ C_4) เป็นต้น ซึ่งการจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยอย่างเหมาะสม สามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตได้ (ศุภกาญจน์และคณะ, 2560) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น สามารถเก็บกักคาร์บอนไว้ในดินได้น้อยกว่าเขตอบอุ่น เนื่องจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุและวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นรวดเร็ว การกักเก็บคาร์บอนในภาคการเกษตร ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละพื้นที่ ต้องใช้เวลาติดตามการเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องระยะยาว จึงจะสามารถนำมาประเมินประสิทธิภาพของวิธีการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในแต่ละระบบได้ พื้นที่เกษตรสามารถเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญและมีศักยภาพเพียงพอต่อการหมุนเวียนการกักเก็บคาร์บอนทั้งในต้นพืชและในดิน โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และกักเก็บคาร์บอนนั้นไว้ในรูปเนื้อเยื่อพืช เมื่อเศษซากพืชที่คลุมดินหรือไถกลบกลับลงไปในดินสลายตัวก็จะมีคาร์บอนส่วนหนึ่งเหลือตกค้างอยู่ในดิน โดยเป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุซึ่งเป็นรูปที่สลายตัวได้ช้าลง การประเมินหรือวัดการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะช่วยให้การออกแบบระบบการผลิตพืชที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามข้อเสนอเจตจำนงการมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationally Determined Contribution, NDC) ที่มีเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 20-25 ในปี พ.ศ. 2573 การประเมินชีวมวลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก แต่วิธีการประเมินยังมีน้อย มักประเมินโดยใช้ชีวมวลเหนือพื้นดิน การประเมินแบบไม่ทำลายอาจใช้สมการแอลโลเมตรี ภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้เช่น ในป่า (นวลปราง, 2548) อ้อย (Rocha et al., 2017) และเซนเซอร์วัดทรงพุ่ม (Chapman, et al. 2016) UAV และสมการลอจิสติก logistic ซึ่งใช้อายุพืช กับมวลแห้งเป็นตัวแปรหลัก (ประสิทธิ์ และสุนทรี, 2554) ชีวมวล (ปรีชาและคณะ,2559) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยศักยภาพของพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลัง ตลอดจนการจัดการที่มีผลต่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับพื้นที่ รวมทั้งพัฒนาเทคนิคการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย และมีความแม่นยำสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของแผนงานย่อย

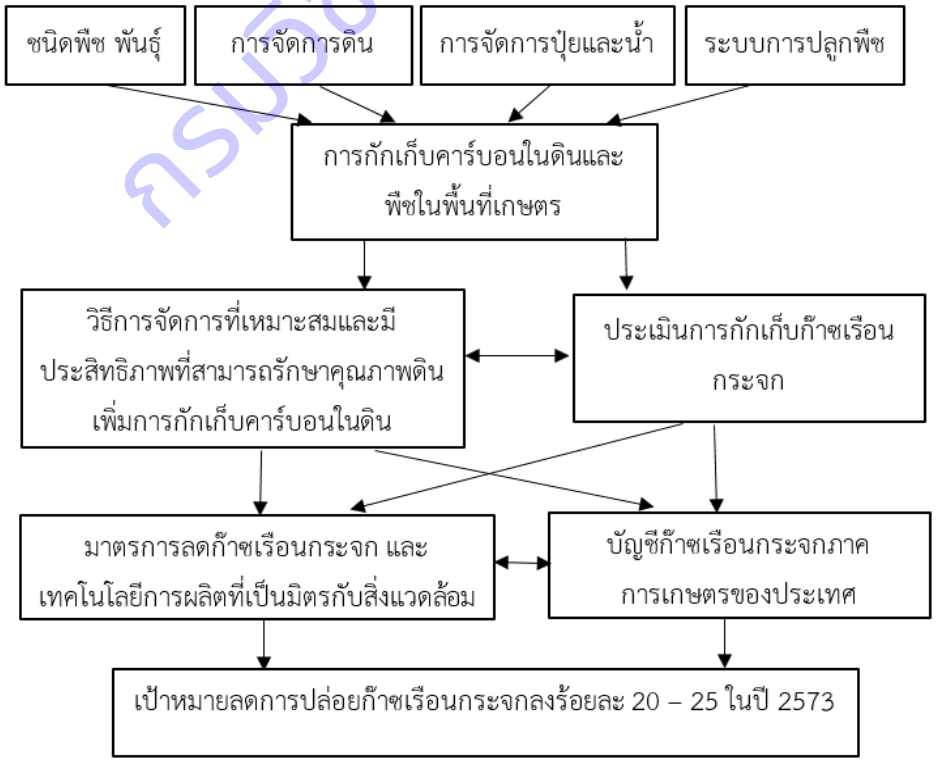
1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. เพื่อให้ได้รูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง

3. ศึกษาถึงผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน

ขอบเขตของแผนงานย่อย

ศึกษาหาพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลังที่มีศักยภาพสูงในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถอธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช สำหรับการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพืชระดับพื้นที่ศึกษาจากความแตกต่างของพันธุ์ การให้น้ำและปุ๋ยนำคุณลักษณะทางการเกษตรของพืช ค่าที่ได้จากการวัดเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดการรับรู้จากพืชนำมาพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์อย่างง่ายที่ไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive method) รวมทั้งศึกษาผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน มีกรอบแนวคิดในการศึกษาดังแสดงแผนภูมิข้างล่าง



กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

แผนงานวิจัยย่อยศึกษาการลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย

ประกอบด้วย 3 โครงการ ดังนี้

1. โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

1) การประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 ในพันธุ์มันสำปะหลัง 20 พันธุ์ ที่จังหวัดระยอง ศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและที่เกี่ยวข้องในแต่ละพันธุ์ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก วิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยแบบจำลอง คำนวณปริมาณ CO_2 ที่เรือนพุ่มสามารถตรึงไว้ได้ และหาความสัมพันธ์เชิงเส้น

2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงมันสำปะหลังระดับแปลง ที่จังหวัดนครสวรรค์จากปัจจัยพันธุ์และปุ๋ย เก็บตัวอย่างมันสำปะหลังทุก 2 เดือน หาน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน ประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลัง วิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสงกับปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน ส่วนการประเมินในระดับพื้นที่ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแปลงเกษตรกรพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดิน วิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน แยกส่วนต้น ใบ และเหง้า สำหรับหาน้ำหนักแห้ง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน พร้อมทั้งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

3) เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงมันสำปะหลังโดยไม่ทำลายตัวอย่าง เก็บข้อมูลทุก 2 เดือน และบินถ่ายภาพทางอากาศ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ ประมาณค่าสมการระหว่างชีวมวลกับปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน และทดสอบต้นแบบที่ได้

2. โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

1) การประเมินศักยภาพการดูดซับในอ้อย 5 พันธุ์ วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและที่เกี่ยวข้องในแต่ละพันธุ์ วิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อแสงด้วยแบบจำลอง non-rectangular hyperbola คำนวณปริมาณ CO_2 ที่เรือนพุ่มสามารถตรึงไว้ได้ และหาความสัมพันธ์เชิงเส้น

2) การเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพและการกักเก็บ CO_2 ในแปลง เขตอาศัยน้ำฝนที่จังหวัดนครสวรรค์ และชลประทานที่จังหวัดสุพรรณบุรี ด้วยปัจจัยพันธุ์และปุ๋ย เก็บชีวมวลทุก 2 เดือน จำนวน 2 ต้นต่อแปลงย่อย วิเคราะห์อินทรียคาร์บอนในพืช ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและในดิน ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสง ประเมินอินทรีย์คาร์บอนในพืช เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและในดิน ส่วนการประเมินในระดับพื้นที่ ดำเนินการที่พื้นที่ปลูกอ้อยจ.สุพรรณบุรี นครสวรรค์ กำแพงเพชร ราชบุรี และกาญจนบุรี สุ่มเก็บตัวอย่าง 50 จุด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดิน และบันทึกข้อมูลสภาพพื้นที่แปลงเกษตรกร ดัชนีพื้นที่ใบ ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนลำต่อกอ วิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเหนือพื้นดิน

3) เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง เก็บข้อมูลชีวมวลทุก 2 เดือน พื้นที่ใบ จำนวนลำ ความสูงของลำ พื้นที่ใบ รวมทั้งน้ำหนักส่วนใบที่แห้ง เก็บข้อมูลปริมาณคาร์บอนสะสมทั้ง

กรมวิชาการเกษตร

ต้น และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึกต่างๆ จากแปลงทดลอง และบินถ่ายภาพทางอากาศวิเคราะห์ความสูงและหาความสัมพันธ์ ดัชนีพืชพรรณโดยใช้สมการหลายตัวแปร

3. โครงการวิจัยผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน

1.การจัดการดินและปุ๋ยในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.1 ศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จ. ลพบุรี

ดำเนินการในแปลงทดลองระยะยาวที่มีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 จนถึงปัจจุบัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จังหวัดลพบุรี (14° 47.9′ N, 100°48.0′ E) ซึ่งเป็นดินชุดวังสะพุง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย คือ ใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี คลุมดินและไม่คลุมดิน ไถและไม่ไถ รวม 8 กรรมวิธี

ทำการไถพรวนในแปลงที่มีการไถพรวนก่อนปลูกข้าวโพด 1 สัปดาห์ ในปี 2560 ทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 (Maize: *Zea mays*, variety: Nakhon Sawan 3) วันที่ 24 พฤษภาคม ปี 2561 ปลูกข้าวโพดวันที่ 19 พฤษภาคม ปี 2562 ปลูกข้าวโพดวันที่ 27 พฤษภาคม และปี 2563 ปลูกข้าวโพดวันที่ 21 พฤษภาคม ในแปลงย่อยขนาด 5.25 เมตร x 6 เมตร โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยเคมีครั้งที่ 1 รองก้นร่องพร้อมปลูกอัตรา 7.5-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียวอัตรา 7.5 กิโลกรัม N ต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 25-30 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวข้าวโพดประมาณ 110-120 วันหลังปลูก โดยปี 2560 เก็บเกี่ยวข้าวโพดวันที่ 18 กันยายน ปี 2561 เก็บเกี่ยวข้าวโพดวันที่ 3 กันยายน ปี 2562 เก็บเกี่ยวข้าวโพดวันที่ 16 กันยายน และปี 2563 เก็บเกี่ยวข้าวโพดวันที่ 9 กันยายน ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 15 ตารางเมตร (3.75 เมตร x 4 เมตร) ตัดต้นข้าวโพดแต่ละแปลงชั่งน้ำหนัก และทิ้งเศษซากต้นไว้ในแปลง

ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 (Mung bean: *Vigna radiata*, variety: Chainat 84-1) หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด โดยปี 2560 ปลูกถั่วเขียววันที่ 22 กันยายน ปี 2561 ปลูกถั่วเขียววันที่ 20 กันยายน ปี 2562 ปลูกถั่วเขียววันที่ 1 ตุลาคม และปี 2563 ปลูกถั่วเขียววันที่ 29 กันยายน ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 60 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 15 เซนติเมตร และเก็บเกี่ยวถั่วเขียว ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 12 ตารางเมตร (3 เมตร x 4 เมตร) ซึ่งในปี 2560 เก็บเกี่ยวถั่วเขียววันที่ 24 พฤศจิกายน ปี 2561 เก็บเกี่ยวถั่วเขียววันที่ 21 พฤศจิกายน และปี 2562 เก็บเกี่ยวถั่วเขียววันที่ 2 ธันวาคม ตัดต้นถั่วเขียวแต่ละแปลงชั่งน้ำหนัก และทิ้งเศษซากต้นไว้ในแปลง

1.2 ศึกษาการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จ. นครสวรรค์

ดำเนินการในแปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระยะยาว ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ดำเนินการทดลองมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 มีระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ยแตกต่างกัน โดยระบบปลูกพืชมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลัก และปลูกพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการในลักษณะแปลงทดลองกึ่งสาธิต ไม่มีซ้ำ

กรมวิชาการเกษตร

ประกอบด้วยระบบปลูกพืช 3 ระบบ ที่มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลัก และปลูกพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ข้าวฟ่าง 2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ถั่วเขียว 3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ถั่วแปบ ในแต่ละระบบปลูกพืชมีการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4 วิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_2-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_2-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ประกอบด้วยกรรมวิธีต่างๆดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 พืชหลัก: ข้าวโพด (ไม่ใส่ปุ๋ย) พืชตาม: ข้าวฟ่าง (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 2 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี) พืชตาม: ข้าวฟ่าง (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 3 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ข้าวฟ่าง (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 4 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ข้าวฟ่าง (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 5 พืชหลัก: ข้าวโพด (ไม่ใส่ปุ๋ย) พืชตาม: ถั่วเขียว (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 6 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี) พืชตาม: ถั่วเขียว (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 7 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ถั่วเขียว (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 8 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ถั่วเขียว (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 9 พืชหลัก: ข้าวโพด (ไม่ใส่ปุ๋ย) พืชตาม: ถั่วแปบ (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 10 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี) พืชตาม: ถั่วแปบ (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 11 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ถั่วแปบ (ไม่ใส่ปุ๋ย) กรรมวิธีที่ 12 พืชหลัก: ข้าวโพด (ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยมูลไก่) พืชตาม: ถั่วแปบ (ไม่ใส่ปุ๋ย)

ขนาดแปลงย่อย 40x18 เมตร ปลูกข้าวโพดโดยใช้ระยะระหว่างระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร สำหรับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ ให้ชั่งมูลไก่หว่านให้ทั่วแปลงก่อนปลูกและคลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราของกรรมวิธีที่กำหนดร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชรองพื้นพร้อมปลูก ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 หลังปลูก 21-30 วัน และเก็บเกี่ยวพร้อมเก็บตัวอย่างดินและพืชที่อายุ 110-120 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยว 9 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำต่อกรรมวิธี หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดทำการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ โดยข้าวฟ่างใช้ระยะปลูก 60x10 เซนติเมตร ถั่วเขียวและถั่วแปบ ใช้ระยะปลูก 50x10 เซนติเมตร พื้นที่เก็บเกี่ยว 9 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำต่อกรรมวิธี

1.3 การศึกษาการจัดการปุ๋ยร่วมกับการไม่ไถพรวนดินอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จ. นครราชสีมา

ดำเนินการในแปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระยะยาว ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา แปลงทดลองมีพิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ 47N 749313N 1620996E ระดับความสูง 365.8 เมตร เป็นชุดดินปากช่อง วางแผนการทดลองแบบ Strip plot 10 กรรมวิธีๆละ 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ ระบบการไถพรวนดิน ได้แก่ 1) ไถพรวนปกติ และ 2) ไม่ไถพรวน ปัจจัยรอง คือ ปุ๋ยเคมี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 2) ไม่ใส่ไนโตรเจน-10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่-10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ไนโตรเจนเท่าค่าวิเคราะห์ดิน-10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่-10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ 4) ใส่ไนโตรเจน 1.5 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน-10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่-10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ และ 5) ใส่ไนโตรเจน 2 เท่าของค่าวิเคราะห์ดิน-10 กิโลกรัมP_2O_5 ต่อไร่-10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

ขนาดแปลงทดลอง 6x10 เมตร ปลูกข้าวโพด โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราที่แนะนำตามค่า

กรมวิชาการเกษตร

วิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 110-120 วัน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ดิน
2. การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน
3. การวิเคราะห์สมดุลคาร์บอนในพื้นที่
4. การประเมินคุณภาพดิน
5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
6. การบันทึกข้อมูล

เวลาและสถานที่ดำเนินการวิจัย เวลาดำเนินการวิจัย เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2560 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2563 กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

2. การจัดการน้ำร่วมกับการจัดการปุ๋ยในพื้นที่ปลูกอ้อย

2.1 การศึกษาการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตอ้อย จ. ขอนแก่น

ดำเนินการทดลองในแปลงอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ในชุดดินวาริน ซึ่งเป็นแปลงทดลองที่มีการดำเนินการด้านการจัดการน้ำและปุ๋ยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 จนถึงปัจจุบัน การดำเนินการทดลองในปี 2560 ถึง 2563 เป็นอ้อยตอที่ 8 9 และ 10 วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยวิธีการดังนี้ 1) ปลูกอ้อยโดยอาศัยน้ำฝน 2) ปลูกอ้อยโดยให้น้ำเสริมด้วยระบบน้ำหยด 12.5 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดินภายในระดับความลึก 1 เมตร (AWC) เมื่ออ้อยอายุ 30-240 วัน 3) ปลูกอ้อยโดยให้น้ำเสริม 25.0 เปอร์เซ็นต์ของ AWC 4) ปลูกอ้อยโดยให้น้ำเสริม 37.5 เปอร์เซ็นต์ของ AWC 5) ปลูกอ้อยโดยให้น้ำเสริม 50.0 เปอร์เซ็นต์ของ AWC โดยทุกวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 24-9-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ขนาดแปลงย่อย 9x9 เมตร แปลงย่อยห่างกัน 1.5 เมตร เพื่อเป็นร่องระบายน้ำ แบบระบบปลูกพืชเดี่ยว (sole crop) ใช้ระยะแถวปลูก 1 เมตร วางลำเหลื่อมสลับโคนและปลาย โดยปลูกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลของเกษตรกรปฏิบัติ แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีเป็นสามครั้งเท่าๆกัน สำหรับอ้อยตอ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอัตรา 24-9-18 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่ 1 ใส่ 1/3 (N-P-K) หลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยตอ 4 ครั้งที่ 2 ใส่ 1/3 (N-P-K) เมื่ออ้อยมีอายุ 2-3 เดือน และ ครั้งที่ 3 ใส่ 1/3 (N-P-K) เมื่ออ้อยมีอายุ 4-5 เดือนหลังปลูก โดยใส่เป็นแถวข้างร่องปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวและสุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยเมื่ออายุประมาณ 12 เดือน

กรมวิชาการเกษตร

2.2 การศึกษาวิธีการให้น้ำร่วมกับการจัดการปุ๋ยอย่างเหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตอ้อย จ. ขอนแก่น

ดำเนินการในแปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พิกัดแปลง UTM 48Q 267338^{E} 1823867^{N} ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2559 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือการให้น้ำ มี 2 ระดับ ได้แก่ 1) อาศัยน้ำฝน 2) ให้น้ำตามความต้องการของอ้อย (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ปัจจัยรอง คือการปรับปรุงดินและปุ๋ยมี 5 ระดับ คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ 18-3-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 27-4.5-18 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ หาความชื้นทุก 7 วัน และคำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องให้ โดยใช้สมการ ETc = Kc x ETo โดย ETc=ปริมาณความต้องการน้ำของอ้อย (มิลลิเมตรต่อวัน) Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย ETo=ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน) คำนวณโดยใช้สมการของ Blaney-Criddle

ขนาดของแปลงย่อย 9x9 เมตร โดยเว้นแต่ละแปลงย่อยห่างกัน 1.5 เมตรเพื่อเป็นร่องระบายน้ำปลูกอ้อยและไว้ตออ้อยแบบระบบปลูกพืชเดี่ยว (sole crop) ใช้ระยะแถวปลูก 1 เมตร วางลำเหลื่อมสลับโคนและปลาย โดยปลูกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลของเกษตรกรปฏิบัติ แบ่งใส่ปุ๋ยเคมีเป็นสองครั้งเท่าๆกัน ครั้งที่ 1 โรยในร่องก่อนปลูกด้วยปุ๋ยครึ่งอัตราที่กำหนด และที่เหลืออีกครึ่งอัตราใส่เป็นแถวข้างร่องปลูกห่างจากแถวอ้อยประมาณ 10-15 เซนติเมตร เมื่ออ้อยมีอายุ 4-5 เดือนหลังปลูก

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ดิน
2. การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน
3. การวิเคราะห์สมดุลคาร์บอนในพื้นที่
4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
5. การบันทึกข้อมูล

เวลาและสถานที่ดำเนินการวิจัย เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2560 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2563 สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

3. การจัดการดิน ปุ๋ยและระบบปลูกพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

3.1 การศึกษาการจัดการปุ๋ยและไถกลบเศษซากพืชลงดินอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตมันสำปะหลัง จ.ระยอง

ดำเนินการทดลองในแปลงมันสำปะหลังระยะยาว จังหวัดระยอง เนื้อดินร่วนปนทราย ชุดดินห้วยโป่ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 4 ซ้ำ 5 วิธีการ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี

กรมวิชาการเกษตร

16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก 1 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 5) ใส่ปุ๋ยเคมี16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่

ปลูกมันสำปะหลังต้นฤดูฝน ขนาดแปลงย่อย 8x10 เมตร ระยะปลูก 1x1 เมตร 1 ต้น/หลุม หว่านปุ๋ยอินทรีย์ และสับกลบต้นใบมันสำปะหลังก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสองข้างต้นห่างจากต้น 20-30 เซนติเมตร ครั้งเดียวหลังปลูก 1-2 เดือน และกำจัดวัชพืชตามความจำเป็นตลอดฤดูปลูก เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่ออายุ 11 เดือน พื้นที่เก็บเกี่ยว 48 ตารางเมตร

3.2 การศึกษาการจัดการปุ๋ยและไถกลบเศษซากพืชลงดินอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตมันสำปะหลัง จ. ขอนแก่น

ดำเนินการทดลองในแปลงมันสำปะหลังระยะยาว จังหวัดขอนแก่น เป็นชุดดินยโสธร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 4 ซ้ำ 5 วิธีการ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก 2 ตันต่อไร่ (โดยน้ำหนักสด) 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-16 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไถกลบต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่

ขนาดของแปลงย่อย 8x10 เมตร ปลูกมันสำปะหลังด้วยระยะปลูก 1x1 เมตร การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำโดยหว่านให้ทั่วแปลงแล้วพรวนกลบ ส่วนปุ๋ยเคมีใส่หลังปลูก 1 เดือน เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 1 ปี หลังจากเก็บเกี่ยวในแต่ละปี วิธีที่ 1 3 และ 4 ได้นำต้นใบเหง้าออกนอกแปลงทั้งหมด ส่วนวิธีที่ 2 และ 5 นำต้นใบเหง้าในแปลงและจากแหล่งอื่นสับกลบลงไปในอัตรา 3 ตันต่อไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง เมื่ออายุ 11 เดือน พื้นที่เก็บเกี่ยว 48 ตารางเมตร

3.3 การศึกษาการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตมันสำปะหลัง จ. ขอนแก่น

ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองมันสำปะหลังระยะยาวกึ่งแปลงสาธิต ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เป็นดินร่วนปนทราย ชุดดินยโสธร (fine-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic, Typic Paleustults) ประกอบด้วยระบบปลูกพืช 3 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี: C1 2) ระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนกับถั่วเขียวตามด้วยถั่วพุ่มปีเว้นปี: C2 และ 3) ระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียวทุกๆปี: C3 โดยในระบบปลูกพืชทั้ง 3 ระบบมีการจัดการปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลัง 4 วิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย: F1 2) ใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย อัตรา 1000 กิโลกรัมต่อไร่: F2 3) ใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่: F3 4) ใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยหมัก 1000 กิโลกรัมต่อไร่: F4 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยหมัก 500 กิโลกรัมต่อไร่: F5 และ 6) ใส่ปุ๋ยเคมี 15-7-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ยหมัก 500 กิโลกรัมต่อไร่: F6

ดำเนินการทดลองในแปลงย่อยขนาด 7x8 เมตร (พื้นที่เก็บเกี่ยว 5x6 เมตร) หว่านปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยให้ทั่วแปลงแล้วพรวนกลบก่อนปลูก 1-2 สัปดาห์ ระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี ปลูกมัน

กรมวิชาการเกษตร

สำปะหลังต้นฤดูฝน โดยใช้มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 86-13 ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีครั้งเดียวหลังปลูก 1 - 2 เดือน หลังการกำจัดวัชพืช โดยใส่ปุ๋ยสองข้าง ห่างจากต้น 20-30 เซนติเมตร และพรวนดินกลบ ระบบปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนพืชตระกูลถั่ว (ถั่วเขียวตามด้วยถั่วพุ่ม) ปีเว้นปี ปลูกมันสำปะหลัง 1 ปี (เหมือนระบบปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องทุกปี) แล้วปีต่อไปปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ตามด้วยถั่วพุ่มพันธุ์อุลบลราชธานี ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร ปลูก 2 ต้นต่อหลุม สำหรับถั่วเขียวใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวถั่วเขียวเมื่อฝักแก่เต็มที่ และสับซากถั่วเขียวคลุกลงดิน จากนั้นปลูกถั่วพุ่มโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย เก็บเกี่ยวฝักถั่วพุ่มเมื่อแก่เต็มที่และไถกลบเศษซากถั่วกลับลงในดิน ส่วนระบบปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียว ปลูกมันสำปะหลังระยะปลูก 1x1 เมตร ปลูกถั่วเขียวกึ่งกลางระหว่างแถวมันสำปะหลัง ใช้ระยะปลูกระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-7-18 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่รองก้นหลุมพร้อมปลูก และใส่ปุ๋ยอัตราที่เหลือหลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียว เก็บเกี่ยวถั่วเขียวเมื่อฝักแก่เต็มที่ และสับเศษซากถั่วเขียวคลุมดิน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ดิน
2. การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน
3. การวิเคราะห์สมดุลคาร์บอนในพื้นที่
4. การวิเคราะห์ทางสถิติ
5. การบันทึกข้อมูล

เวลาและสถานที่ดำเนินการวิจัย เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2560 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2563 สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

4. การจัดการดินและปุ๋ยในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียว

4.1 การศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในระบบการผลิตถั่วเหลืองในสภาพไร่

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ (none) 2) ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด และปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6 กิโลกรัม P_2O_5 - K_2O ต่อไร่ (R+PK) 3) ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด และปุ๋ยเคมีอัตรา 3-6 กิโลกรัม P_2O_5 -K_2O ต่อไร่ ร่วมกับใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ (C+R+PK) 4) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (R+NPK) 5) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 3-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5- K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ (C+R+NPK)

ขนาดแปลงทดลองย่อย 3x5 เมตร ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ระยะปลูกถั่วเหลือง 50x20 เซนติเมตร กรรมวิธีที่ 3 และ 5 ไถกลบปุ๋ยหมักก่อนปลูก 20-30 วัน เมื่ออายุ 20-25 วันหลังปลูก ถอนแยกถั่วเหลืองให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม ดูแลรักษาตามกรรมวิธี กำจัดวัชพืช พ่นสารป้องกันกำจัด

กรมวิชาการเกษตร

แมลงศัตรูตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวเมื่อฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อายุประมาณ 100 วัน ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 2x4 ตารางเมตร

4.2 การศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในระบบการผลิตถั่วเขียวในสภาพไร่

ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองและขยายพันธุ์พืชดงเกณฑ์หลวง ตำบลหนองขุ่น อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ลักษณะเนื้อดินร่วนทราย เป็นชุดดินเดิมบาง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (No fer No R) 2) ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (R) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (Fer+R) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 3-6 กิโลกรัม P_2O_5 -K_2O ต่อไร่ ร่วมกับใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (Fer rec+R) และ 5) ระบบผสมผสาน ใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และปุ๋ยเคมีเกรด 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (Integrated)

ขนาดแปลงทดลอง 3.0x5.0 เมตร ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ระยะปลูก 50x20 เซนติเมตร ส่วนในกรรมวิธีที่ 5 ไถกลบปุ๋ยหมักก่อนปลูก 20-30 วัน ถอนแยกถั่วเขียวให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม ดูแลรักษาตามกรรมวิธี และพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวถั่วเขียวในพื้นที่เก็บเกี่ยว 8 ตารางเมตร

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างดิน และวิเคราะห์ดิน
2. การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน
3. การวิเคราะห์สมดุลคาร์บอนในพื้นที่
4. การวิเคราะห์ทางสถิติ
5. การบันทึกข้อมูล

เวลาและสถานที่ดำเนินการวิจัย เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2560 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2563 สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

ผลการวิจัย

1. โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ศึกษาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า มันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน นอกจากนั้นในพันธุ์เดียวกันแต่มีอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันทำให้มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ที่แตกต่างกันเช่นกัน โดยใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุดในช่วงอายุ 2-4 เดือนหลังปลูก หลังจากนั้นใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุดมีค่าลดลงตามช่วงอายุการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น สำหรับพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีข้อพิจารณาสำคัญอีกประการหนึ่งคือ พันธุ์มันสำปะหลังควรใช้

กรมวิชาการเกษตร

ความเข้มแสงสูงและต่ำได้ดีในกระบวนการสังเคราะห์แสง จากการศึกษาพันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีจุดที่พืชอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation point) ไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด แต่มีจุดความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ (light compensation point) แตกต่างกัน ซึ่งพันธุ์ที่มี light compensation point ต่ำ เป็นพันธุ์ที่ยังมีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิแม้ว่าได้รับความเข้มแสงที่ต่ำ เมื่อพิจารณาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพดูดซับ CO_2 ได้ดี ใช้ความเข้มแสงสูงและต่ำได้ดี และให้ผลผลิตสูงต่อไร่ สามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีการปรับตัวได้ดี ดังนี้ (1) ระยอง 9 (2) ระยอง 11 (3) ระยอง 72 (4) สายพันธุ์ CMR57-83-69 (5) ห้วยบง 80 และ (6) พิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะช่วยกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกและการเลือกใช้พันธุ์มันสำปะหลังมีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้เพิ่มขึ้น

ประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง พบว่า จากการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง โดยเปรียบเทียบการดูดซับคาร์บอนในรูปของชีวมวลในระบบการผลิตที่มีความแตกต่างของการเลือกใช้พันธุ์ และการใช้อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่แตกต่างกัน เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญในการลำเลียงสารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปสะสมยังส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง จากการใช้อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมต่อไร่เพิ่มขึ้นจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง ซึ่งการเลือกใช้พันธุ์มันสำปะหลังและใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมในการผลิต 1 ฤดูปลูกสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1.4 ตันคาร์บอนต่อไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5.2 ตัน CO_2 ต่อไร่ โดยการสะสมปริมาณมวลชีวภาพของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์และในแต่ละส่วนมีสัดส่วนของการสะสมปริมาณชีวมวลที่แตกต่างกัน ในช่วงอายุ 4-8 เดือนหลังปลูก มีการสะสมชีวมวลสูงสุดในส่วนของรากละสมอาหาร รองลงมาคือ ลำต้น และใบ ซึ่งพันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีน้ำหนักชีวมวลสูงสุดในช่วงอายุ 6-8 เดือนหลังปลูก

เทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง โดยผลการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในระดับแปลง พบว่า มันสำปะหลังมีความสูงทรงต้นเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในช่วงอายุ 2-4 เดือนหลังปลูก ดัชนีพื้นที่ใบมีค่าสูงสุดที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก และน้ำหนักชีวมวลของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์และการจัดการในแต่ละแปลง ซึ่งข้อมูลที่ได้นำไปพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างอย่างง่าย โดยไม่ทำลายตัวอย่างที่สัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืชและชีวมวล ในการประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังในระดับพื้นที่

2. โครงการวิจัยศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

ศึกษาพันธุ์อ้อยที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในอ้อย จำนวน 6 พันธุ์ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ และ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2564 พบว่า ทั้ง 2 สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ

กรมวิชาการเกษตร

และช่วงเวลาในรอบวัน น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว มีน้ำเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อยทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่อ้อยปลูกเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน พันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก.C/ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก.C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก.C/ไร่

ประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตอ้อย ดำเนินการศึกษาประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนในอ้อย ระดับแปลงและระดับพื้นที่ เพื่อให้ได้เทคนิคการประเมินปริมาณดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อย ผลการทดลองพบว่า ลักษณะของพันธุ์อ้อยที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช อัตราการสังเคราะห์แสงของใบอ้อยในรอบวันเพิ่มขึ้นในระยะแรกจนกระทั่งสูงสุดในช่วงเวลาช่วงเวลา 08.00-14.00 น. อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ร่วมกับการให้ปุ๋ย อัตรา 22.5-3-6 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบประสิทธิภาพสูงสุด เฉลี่ย 21.276 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} สัดส่วนมวลชีวภาพของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยวถูกสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % (3.7 – 4.0 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง โดยปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนในต้นได้ เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในต้นเฉลี่ย 18.77 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ย 3.7-5.8 ตัน C/ไร่ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 17.51 2.79 2.05 0.67 และ 1.22 ตัน CO_2/ไร่ จังหวัดสุพรรณบุรี คิดเป็นส่วนของลำ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง เป็น 11.89 2.01 1.11 0.98 และ 0.57 ตัน CO_2/ไร่ สำหรับการประเมินแบบไม่ทำลายตัวอย่าง

เทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตอ้อย พบว่า ได้สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อย ระดับแปลงทดลอง ที่ช่วงอายุ 6 เดือน มีความสัมพันธ์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.879 และ 0.863 ตามลำดับ ส่วนสมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยระดับแปลงสำรวจ ระยะก่อนเก็บเกี่ยว มีค่า R^2 เท่ากับ 0.920

กรมวิชาการเกษตร

และ 0.931 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้น พื้นที่ปลูกอ้อยสามารถเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ ทั้งนี้ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยขึ้นอยู่กับการสร้างชีวมวล

3. โครงการวิจัยผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน

1. ผลการศึกษาผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และระบบปลูกพืชอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในร่วนปนทราย และดินเหนียว การจัดการดินแบบไถพรวน การไม่ไถพรวน การใช้วัสดุอินทรีย์คลุมดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ส่งผลให้ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินไม่แตกต่างกัน แต่หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย จะทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

การไม่ไถพรวน ไม่ส่งผลให้ปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนในดินแตกต่างจากการไถพรวน แต่การใช้วัสดุอินทรีย์คลุมดิน หรือปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่เพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้ และระบบการปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าระบบที่ปลูกข้าวฟ่างและถั่วเขียวเป็นพืชตาม

การใช้ปุ๋ยเคมี ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ช่วยเพิ่มผลผลิตและมวลชีวภาพของข้าวโพด เมื่อมีการไถกลบเศษซาก จึงสามารถเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนลงไปในดินได้มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี

การไม่ใช้ปุ๋ยเคมีถึงแม้จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บไดออกไซด์จากผิวดินต่ำ แต่เมื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยน้ำหนักของผลผลิต กลับพบว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลผลิตในปริมาณที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้นเพื่อให้การใช้ที่ดินในการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพควรพิจารณาถึงประสิทธิภาพการผลิตพืชควบคู่ไปกับการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งการรักษาคุณภาพของดินให้มีความยั่งยืน เพื่อก่อให้เกิดการผลิตที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าอัตราการเปลี่ยนอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดจากเศษซาก หรือวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินต่ออัตราการเปลี่ยนไปเป็นอินทรีย์คาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดินต่ำ จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ช่วยอธิบายได้ว่าทำไมดินในเขตร้อนถึงมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ ดังนั้นการใส่วัสดุอินทรีย์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ในดินเขตร้อนจึงจำเป็นต้องใส่ในปริมาณที่มากกว่าอัตราการย่อยสลาย เพื่อไม่ให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงไปเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงพลวัตของคาร์บอนในดิน ภายใต้ระบบการปลูกที่ไม่มีการไถพรวนตามสมบัติดินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และการใช้ปุ๋ยเคมีมีผลอย่างไรต่อพลวัตของคาร์บอนในดินเขตร้อน

2. การปลูกอ้อยด้วยการให้น้ำที่ระดับ 12.5 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นดิน (%AWC) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ทำให้อินทรีย์คาร์บอนในดินลดลงน้อยกว่า การปลูกอ้อยและให้น้ำที่ระดับ 25.0 และ 37.5 %AWC

กรมวิชาการเกษตร

ในขณะที่การปลูกแบบอาศัยน้ำฝน หรือมีการให้น้ำตามความต้องการพืช ทำให้ดินมีอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน แต่หากมีการใช้กากตะกอนหม้อกรองอ้อยร่วมด้วยจะช่วยเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากผิวดินในพื้นที่ปลูกอ้อยในดินร่วนปนทรายขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของอ้อย โดยในช่วงระยะที่อ้อยมีอายุ 196-285 วันหลังปลูก หรือในระยะสร้างน้ำตาล ซึ่งเป็นช่วงที่อ้อยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด มีปริมาณการปล่อย CO_2 จากผิวดินเกิดขึ้นมากสุด

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการให้น้ำเสริมตามความต้องการของอ้อย ทำให้ดินมีการปล่อยก๊าซ CO_2 ไม่แตกต่างจากการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝน แต่หากมีการใช้กากตะกอนหม้อกรองอ้อย พบว่าในสภาพที่มีการให้น้ำส่งเสริมให้เกิดการสลายตัวของกากตะกอนหม้อกรอง จึงทำให้มีการปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากผิวดินในระยะแรกมากกว่าการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝน

3. ผลการศึกษาผลของระบบปลูกพืช การจัดการปุ๋ยและเศษซากพืช ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน หรือการกักเก็บคาร์บไว้ในดิน และการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราก 16-8-16 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับการไถกลบเศษซากต้นใบมันสำปะหลังอัตรา 3 ตันต่อไร่ เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้ และเพิ่มธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมได้ดีสุด

ระบบการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียว เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในไว้ในดินได้ดีกว่า การปลูกมันสำปะหลังเชิงเดียว หรือปลูกมันสำปะหลังปีเว้นปีสลับกับปลูกถั่วเขียวตามด้วยถั่วพุ่ม

ในการปรับปรุงบำรุงดินด้วยกากตะกอนหม้อกรองอ้อย หรือปุ๋ยอินทรีย์ หรือการไถกลบเศษซากพืช หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยจะทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการพิจารณาวิธีการจัดการดินปุ๋ยที่เหมาะสมในการผลิตมันสำปะหลัง ต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพการผลิตที่สามารถรักษาคุณภาพดินและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากผลการวิจัยการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมันสำปะหลังต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และควรมีการไถกลบเศษซากพืชหรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน และในกรณีที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ควรมีการไถกลบเศษซากพืช หรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปลูกมันสำปะหลังหมุนเวียนพืชตระกูลถั่วเพื่อเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน

4. ผลการศึกษาถึงผลของการจัดการดินและปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตถั่วเหลือง และถั่วเขียวในสภาพไร่ การใส่ปุ๋ยหมัก ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและ/หรือใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ดก่อนปลูก สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินได้มากกว่าการจัดการดินและปุ๋ยรูปแบบอื่น ๆ ตลอดจนทำให้มีปริมาณธาตุอาหารพืชเช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการจัดการดินและปุ๋ยตามวิธีดังกล่าว กลับมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากกว่าการจัดการดินและปุ๋ยในระบบที่ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วเหลือง และถั่วเขียวก่อนปลูก ส่งเสริมให้พืชมีการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ และกักเก็บคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อไถกลบเศษซากถั่วเหลือง และถั่วเขียวลงดิน เมื่อเศษซากย่อยสลาย จึงเป็นการนำคาร์บอนลงไปกักเก็บไว้ในดินในรูปของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งนอกจากเป็นการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศแล้ว ยังเป็นการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกทางหนึ่ง

อภิปรายผล

1. ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ผลการพิจารณาพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่าง ๆ ได้ดี และให้ผลผลิตต่อไร่สูง สามารถคัดเลือกพันธุ์ได้ดังนี้ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะเป็นทางเลือกการใช้พันธุ์ของเกษตรกรสำหรับช่วยดูดซับ CO_2 บรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน ประกอบกับมันสำปะหลังเป็นพืชที่เด่นในเรื่องการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และการสร้างรากสะสมอาหารที่เร็ว (พรชัย และสุนทรี, 2563)

มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน อย่างไรก็ตามศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในระบบปลูกมันสำปะหลังอาจแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมและการจัดการแปลง สอดคล้องกับมนต์สรวง และคณะ (2557) รายงานว่า ระบบปลูกพืชและการจัดการที่เหมาะสม สามารถเป็นแนวทางช่วยกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การเกษตรอย่างยั่งยืน การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง นอกจากนี้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีปริมาณอินทรียวัตถุดินมากแสดงให้เห็นว่ามีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินมากเช่นกัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการดิน เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อวิเคราะห์สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงสำรวจในระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.903 และ 0.900 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) นั้น มีความสัมพันธ์ต่ำ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.0051 ดังนั้น การเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังปัจจัยสำคัญหนึ่งคือ การเลือกใช้พันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมซึ่งสามารถช่วยยกระดับการกักเก็บคาร์บอนและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น ซึ่งควรเพิ่มการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกและฤดูกาลที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืชและการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

2. ศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

1) การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตอ้อย

การจัดกลุ่มพันธุ์อ้อยด้วยค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงทุกตัว เพื่อจัดกลุ่มศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนของอ้อย สอดคล้องกับผลผลิต เช่น อ้อยพันธุ์อู่ทอง 12 ที่ปลูกในเขตชลประทานเฉลี่ย 16.4 ตัน/

ไร่ จำนวน 4.57 ลำ/กอ ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.01 ตัน ซีซีเอส/ไร่ (อุดมศักดิ์และคณะ, 2560) ขอนแก่น 3 ผลผลิตเฉลี่ย 18.1 ตัน/ไร่ (วีรพลและคณะ, 2554) อู่ทอง 15 ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.9 ตัน/ไร่ ผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.47 ตันซีซี (กรมวิชาการเกษตร, 2558) อู่ทอง 17 ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 16.6 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ย 2.20 ตัน/ไร่ (อุดมศักดิ์และคณะ, 2561) ส่วน UT10-615 และ UT10-009R เป็นสายพันธุ์ก้าวหน้า ผลผลิตอ้อยปลูกสูงกว่าอ้อยตอ แต่มีความทนทานต่อสภาวะขาดน้ำและการปรับตัวของพันธุ์แตกต่างกัน เช่น ขอนแก่น 3 มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญ สามารถฟื้นฟูการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าพันธุ์ LK92-11, K99-72, K84-200 และ K88-92 เมื่อให้น้ำภายหลังการขาดน้ำ 21 วัน (แตงไทยและคณะ, 2561) และค่าบางตัวแปรไม่ค่อยผันแปรตามสภาพแวดล้อม (ดวงรัตน์และคณะ, 2542; ครรชิต, 2555)

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณชีวมวล การปลูกอ้อยให้ได้อินทรีย์คาร์บอนจำนวนมากจึงใช้หลักการเดียวกับการเพิ่มผลผลิต ซึ่งมีลักษณะทางการเกษตรที่เกี่ยวข้อง คือ มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกัน ได้แก่ จำนวนลำกับความสูง ความสูงกับปริมาณเส้นใย และเส้นผ่านศูนย์กลางลำกับน้ำหนักลำ ที่มีความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างกัน ได้แก่ จำนวนลำกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำกับปริมาณเส้นใย มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และระยะเวลาหลังปลูกต่อความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นอ้อย % อินทรีย์คาร์บอนทั้ง 6 พันธุ์ที่ศึกษาไม่แตกต่างตามพันธุ์และระยะการเจริญเติบโต แต่แตกต่างตามส่วนต่างๆของอ้อย สัดส่วนของส่วนต่างๆ ของแต่ละพันธุ์จึงมีความสำคัญ สอดคล้องกับรายงานอื่นๆ ระยะที่อ้อยสะสมน้ำตาล การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง อายุของใบ ความผันแปรในแต่ละวันและตามฤดูกาลมีผลต่อ Pmax (ดวงรัตน์และคณะ, 2542; :นฤนาท, 2546; สาพิศและดุริยะ, 2552)

อย่างไรก็ตาม พันธุ์อ้อยที่ได้รับการแนะนำและเกษตรกรนิยมปลูก ได้รับการคัดเลือกว่าผลผลิตสูงเหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ พันธุ์อ้อยมีอายุสั้น และได้รับการพัฒนาให้มีผลผลิตสูงขึ้นรองรับกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและการทำลายของโรคแมลง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจึงสูงที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ หรือระยะเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับประสิทธิ์และสุนทรี (2554) ที่มวลชีวภาพแห้งของอ้อยสัมพันธ์กับอายุ ส่วนอรอนงค์และคณะ (2559) รายงานว่า อินทรีย์คาร์บอนในข้าวโพดในระยะสุกแก่ทางสรีระมีมากที่สุดทั้งส่วนเหนือดิน และรากเฉลี่ย 44.1 และ 41.9 % ตามลำดับ ดังนั้น การปลูกอ้อยในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่า การเลือกช่วงปลูกที่เหมาะสมช่วยให้ระยะที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดอยู่ในช่วงของระยะย่างปล้อง การให้น้ำเสริมช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงขึ้น

คาร์บอนที่สะสมในอ้อยทั้งหมดมี 3 แหล่ง 1) ในมวลชีวภาพเหนือดิน 2) ในมวลชีวภาพใต้ดิน 3) ในดิน หากนำมาข้อมูลผลการศึกษาข้างต้นมาใช้ในการประเมินการดูดซับก๊าซ CO_2 ของอ้อย พบว่า การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด CO_2 ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. CO_2 หรือคิดเป็น 581 กก.CO_2 ต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน ดังนั้น การปลูกอ้อยของไทยปีการผลิตอ้อย 2563/64 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งสิ้น 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ (สำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย, 2564) สามารถช่วยดูดซับ CO_2 ในบรรยากาศมาอยู่ในรูปของลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน โดยแยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตันแล้วย่อยสลายปลดปล่อย CO_2 หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร

คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ สำหรับการศึกษานี้ไม่ได้ครอบคลุมถึง แต่มีรายงานการศึกษาของ ปรีชาและคณะ (2559) กล่าวถึงสัดส่วนมวลของลำอ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 ในแปลงที่ผลผลิตอ้อย 18.2 ตัน/ไร่ เฉลี่ย 61.7% เป็นราก 5.2% ของมวลชีวภาพทั้งหมด ที่เหลือเป็นใบและกาบใบทั้งสดและแห้ง ส่วนประสิทธิและสุนทรี (2554) รายงานมวลแห้งของผลผลิตอ้อยมีเพียง 31.1 % ลำต้นใต้ดิน 3.7 และราก 2.5 %-ของมวลแห้งทั้งหมด ในแปลงที่ผลผลิตอ้อย 17.1 ตัน/ไร่ จึงมีส่วนของรากและลำต้นที่คงค้างอยู่ในแปลงคิดเป็น 33.4 ล้านตัน

2) การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตอ้อย

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ปริมาณมวลชีวภาพรวมไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะกับการเจริญเติบโตของอ้อย อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ที่อายุ 6 เดือนฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น การสร้างใบ จำนวนลำ และการยืดปล้องของอ้อย การขาดน้ำในช่วงต้นการเจริญเติบโตส่งผลให้ขนาดลำต้นและชีวมวลของอ้อยลดลง โดยเฉพาะในช่วงแตกกอและช่วงเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับนีรนุช และคณะ (2561) ที่รายงานว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพอากาศ การเขตกรรม และชนิดของพืชที่ปลูกมีบทบาทต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เสริมพงศ์ และจงรัก (2543) รายงานว่า พืชที่มีมวลชีวภาพในปริมาณมาก ย่อมมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้ดีกว่าพืชที่มีมวลชีวภาพน้อย และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการปุ๋ย และการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้

3. ผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่ปี 2560 ถึง 2563 ในกรรมวิธีการใช้วัสดุอินทรีย์ฟางข้าวคลุมดิน (Rice straw) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่คืนกลับลงไปในดินทั้ง 719.58 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ได้มาจากเศษซากต้นใบข้าวโพด และถั่วเขียว 432.8 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี จากส่วนราก 69.2 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี และจากฟางข้าว 217.5 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดที่ใส่ลงไปในดินมากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้วัสดุอินทรีย์ (396.5 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี) ถึง 2 เท่า จึงส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นสูงกว่า การไม่ใช้วัสดุอินทรีย์เช่นกัน (3.01-2.52 = 0.49 ตัน C ต่อไร่) ซึ่งสอดคล้องกับ Shirato *et al.* (2005) ที่รายงานว่าการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินเขตร้อนอย่างประเทศไทยที่มีดินเหนียวเป็นองค์ประกอบต่ำอยู่ในช่วง 1.6-2.9 ตัน C ต่อไร่ และค่อนข้างมีความแปรปรวน โดยมีอัตราการสะสมที่แตกต่างกันตั้งแต่ -0.64 ถึง +0.64 ตัน C ต่อไร่ แต่เมื่อพิจารณาถึงการกักเก็บคาร์บอนในดิน (soil carbon sequestration or change of SOC stock) กลับพบว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ลดลงถึง 53 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ซึ่งขัดแย้งกับ Sugino *et al.* (2013) ที่ได้วิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนในดินจากการใช้ฟางข้าวคลุมดินตลอดช่วงระยะเวลา 25 ปี ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

ไทย การสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินจะอยู่ในช่วงประมาณ 16-32 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี เช่นเดียวกับ Matsumoto *et al.* (2020) ที่รายงานว่าการใช้ฟางข้าวคลุมดินในระยะเวลา 5 ปี เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน 62 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี แต่ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินที่เพิ่มขึ้นในครั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเป็นการทดลองระยะสั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงอัตราการกักเก็บคาร์บอนในดินจากการใช้ฟางข้าวคลุมดินในแปลงทดลองระยะยาว ตามรายงานผลการศึกษาของ Minasny (2017) ที่ว่าอัตราการกักเก็บคาร์บอนในดินจะลดลงตามระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้การหมุนเวียนของอินทรีย์คาร์บอนในดินเขตร้อนค่อนข้างเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากดินนั้นมีดินเหนียวเป็นองค์ประกอบต่ำ Yoneyama *et al.* (2006) รายงานว่าการหมุนเวียนของอินทรีย์คาร์บอนในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดรวดเร็วมีครึ่งชีวิตเพียง 0.35 ปี การหมุนเวียนของอินทรีย์คาร์บอนที่เกิดขึ้นเร็วส่งผลให้การเพิ่มของอินทรีย์คาร์บอนในดินต่ำหรือไม่เพิ่มขึ้นเลย ถึงแม้จะมีอินทรีย์คาร์บอนใส่ลงไปในดินในปริมาณที่มากก็ตาม

การไม่ไถพรวน (No-till) ไม่ส่งผลให้การสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินแตกต่างจากการไถพรวน (Till) โดยมีปริมาณการสะสมของอินทรียีคาร์บอนในดิน 2.67 และ 2.86 ตัน C ต่อไร่ ตามลำดับ ในด้านอัตราการเปลี่ยนของอินทรีย์คาร์บอนที่ใส่ลงไปในดินต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนที่กักเก็บในดิน ไม่แตกต่างกันถึงแม้การไถพรวนจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (649 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี) คืนกลับลงดินมากกว่า และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เป็นลบส่งผลให้ปริมาณการเก็บคาร์บอนดินจากการไม่ไถพรวน ดินลดลง 58 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี และการไถพรวนการกักเก็บคาร์บอนในดินลดลง 39 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ซึ่งขัดแย้งกับผลงานวิจัยจากหลายแหล่งที่รายงานว่าการไม่ไถพรวน หรือลดการไถพรวนจะเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน เช่น Matsumoto *et al.* (2008) พบว่าการไม่ไถพรวนดินที่แปลงทดลองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นเวลา 3 ปี เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน 0.13 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ซึ่งมากกว่าการไถพรวน (0.016 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี) เช่นเดียวกับในประเทศอินเดียที่ Parihar *et al.* (2018) ที่รายงานว่าการทดลองไม่ไถพรวนดินเลยเป็นเวลา 5 ปี สามารถเพิ่มการเก็บคาร์บอนในดินได้ 0.23 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ส่วนการไถพรวนเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินเพียง 0.03 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี

การใช้ปุ๋ยเคมีและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ไม่ส่งผลให้ปริมาณการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพด และทำให้มีอินทรีย์คาร์บอนจากเศษซากพืชคืนกลับลงดินในปริมาณมากกว่าการไม่ใช่ปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมีไปเพิ่มอัตราการย่อยสลายของเศษซากพืชและอินทรียวัตถุในดิน จึงส่งผลให้เกิดการขาดดุลคาร์บอน หรือมีการสูญเสียคาร์บอนออกไปจากพื้นที่ถึง 65 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ถึงแม้จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนคืนกลับลงไปในดินในปริมาณมากก็ตาม สอดคล้องกับ Biederman and Harpole (2013) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้คาร์บอนทั้งหมดในดิน แม้ว่าจะมีบางงานวิจัยรายงานว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มอัตราการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Minasny *et al*., 2017) ซึ่งการลดลงของอัตราการกักเก็บคาร์บอนในการทดลองครั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีไปเพิ่มมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดิน

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตดีจึงมีความต้องการอาหารเพิ่ม ในทางตรงข้ามอินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์เช่นกัน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีจึงเป็นตัวเร่งอัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยอ้อม

การใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมัก ทำให้มีอินทรีย์คาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้นทั้งในการปลูกถั่วเหลืองทั้งฤดูแล้ง และฤดูฝนการใช้ปุ๋ยหมักเศษถั่วเหลือง 2 ตันต่อไร่ มีส่วนช่วยเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดินได้ Hepperly (2009) รายงานว่าการผลิตพืชอินทรีย์สามารถเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดินได้ 15-28 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มไนโตรเจนในดิน 8-15 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากการผลิตพืชระบบเคมี (conventional system) อย่างมีนัยสำคัญ จากการปลูกในเวลาเดียวกัน ทั้ง ๆที่มีมวลชีวภาพของพืชเท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีไปเร่งอัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดิน และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ แสดงว่าการใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงดินก่อนปลูกถั่วเหลืองช่วยให้เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยหมัก หรือวัสดุปรับปรุงดิน เช่นเดียวกับการศึกษาของพรพรรณ และคณะ (2559) ที่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีและไรโซเบียม หรือใช้ปรับปรุงดินในระบบการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ให้ค่าสมดุลคาร์บอนสูงกว่าไม่ใช้ปุ๋ยหมักเช่นกัน ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศเป็นแนวทางการพัฒนาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้สามารถให้ผลผลิตแก่ถั่วเหลือง และนำไปสู่การผลิตที่ยั่งยืน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ดำเนินงานวิจัยและศึกษาศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังและการจัดการในการดูดซับ CO_2 การประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ผลิตมันสำปะหลัง และรูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ผลการดำเนินงานวิจัย พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ (1) อายุการเจริญเติบโตซึ่งแต่ละช่วงอายุมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิทำให้การดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างกัน (2) ความสามารถการรับความเข้มแสงของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะค่า light compensation point ที่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุการเจริญเติบโต (3) การดูดซับความเข้มข้น CO_2 ของพันธุ์มันสำปะหลังต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง จากการทดลองเมื่อความเข้มข้น CO_2 เพิ่มขึ้นสูงกว่า 400 ppm ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) เพิ่มขึ้น และการได้รับความเข้มข้น CO_2 ระดับเดียวกัน แต่มีอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันทำให้ P_n มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งการวิจัยความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเพียงปัจจัยเดียวไม่ทำให้ P_n เพิ่มขึ้น แต่ต้องสัมพันธ์กับความเข้มข้น CO_2 และอุณหภูมิของสภาพอากาศ เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่ำและสูงได้ดี และให้ผลผลิตต่อไร่สูง คัดเลือกพันธุ์ได้ดังนี้ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะเป็นทางเลือกการใช้พันธุ์ของเกษตรกรสำหรับช่วยดูดซับ CO_2 บรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในแปลงปลูก พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์สามารถกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างกันทำให้มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกักเก็บคาร์บอนมี

กรมวิชาการเกษตร

ความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลชีวภาพ ซึ่งค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งของการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร เฉลี่ย 44.0 39.9 43.9 45.2 และ 47.9% สำหรับการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน พบว่า การจัดการปุ๋ยโพแทชที่เหมาะสมในพันธุ์มันสำปะหลังช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังให้สูงขึ้นและยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากค่าวิเคราะห์ดิน (อัตรา 1.5 และ 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์) ทำให้ศักยภาพการดูดซับ CO_2 การกักเก็บคาร์บอนและสร้างมวลชีวภาพของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 1,427 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.6-4.5 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 13.1-16.4 ตัน CO_2/ไร่ ในการสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์และมีการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน พบว่า การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สะสมมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1,028-4,259 กก./ไร่ กักเก็บคาร์บอนอยู่ในช่วง 500-2,078 กก. C/ไร่ มีการดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 1,834–7,621 กก. CO_2/ไร่ และให้ผลผลิตหัวสด 2.0-13.5 ตัน/ไร่ ซึ่งความสัมพันธ์ของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกร มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง

สำหรับเทคนิคอย่างง่ายในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลัง สามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนอย่างง่าย คือ การประมาณชีวมวล และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล โดยการประมาณชีวมวลมันสำปะหลังสามารถใช้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้ ที่ระยะเก็บเกี่ยวด้วยสมการหลายตัวแปร คือ ชีวมวล = 0.006*ความสูง + 0.051*เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ให้ค่า R^2 =0.943 และ RMSE ต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวลมีค่า 0.484 ส่วนในระดับแปลงเกษตรกรก็ให้ผลทำนองเดียวกัน แต่การสำรวจมีจำนวนพันธุ์หลากหลายกว่า เมื่อเฉลี่ยทุกพันธุ์ค่าสัมประสิทธิ์จึงมีค่า 0.486 สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลังได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร ส่วน NDVI มีความสัมพันธ์ต่ำกับมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในรูปแบบสมการถดถอยแบบเส้นตรง จึงไม่นำมาใช้งาน อย่างไรก็ตาม การศึกษามีข้อจำกัดจากสถานการณ์โควิดทำให้การสำรวจในพื้นที่ทำได้จำกัด แต่ผลการศึกษามีแนวโน้มที่น่าสนใจ ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยจากจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้น จำนวนประชากร ตัวแปร และค่าดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมในการหาปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่มีผลต่อการประเมิน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

ดังนั้น ปัจจัยสำคัญหนึ่งของการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลัง คือ การเลือกใช้พันธุ์ที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2และเหมาะสมกับพื้นที่ รวมทั้งการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมซึ่งสามารถช่วยยกระดับการกักเก็บคาร์บอนและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น สำปะหลังเป็นพืชไร่หนึ่งที่มีศักยภาพการดูด

กรมวิชาการเกษตร

ซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูก ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปใช้วางแผนการจัดการพื้นที่และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศต่อไป

ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน ที่สุพรรณบุรีมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงที่ 6 เดือนหลังปลูก 1.7-1.88 molCO_2 m^{-2} d^{-1} น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและ P_n กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว แต่หากพืชขาดน้ำ ปากใบจะเปิดน้อยมากและเป็นช่วงเวลาที่สั้นลง ทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการสังเคราะห์แสงลดลง มีน้ำเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักแห้งลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมได้แตกต่างกันตามพันธุ์ โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก.C/ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก.C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก.C/ไร่ ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยความผันแปรในแต่ละช่วงอายุ เมื่อนำตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงมาวิเคราะห์การจัดกลุ่ม สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) UT10-615 และ UT10-009R 2) ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 3) อู่ทอง 12 ซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ขนาดลำแตกต่างกัน แต่พันธุ์อ้อยมีผลต่อความสูง อ้อยเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เวลา 7.00 น. สัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น อ้อย 1 ฤดูปลูก มีสัดส่วนมวลชีวภาพสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ หรือ เทียบเท่าการดูดซับก๊าซ CO_2 เฉลี่ย 22.3 ตัน CO_2/ไร่ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์กับมวลชีวภาพ ดังนั้นการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.78 ตัน CO_2/ไร่ ในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ดินทั้งสองระดับความลึก สามารถกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 3.7 – 5.8 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 13.6 – 21.3 ตัน CO_2/ไร่ เห็นได้ว่า การ

กรมวิชาการเกษตร

จัดการปุ๋ย และการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืช และการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

การสำรวจพื้นที่การผลิตอ้อยของเกษตรกร สามารถประเมินการปลูกอ้อย 1 ฤดู มีการสะสมน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 3.30 – 13.28 ส่วนของลำมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด อ้อยสามารถกักเก็บคาร์บอน อยู่ในช่วง 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 5.53-22.66 ตัน CO_2/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยแปรผันโดยตรงกับมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ทั้งนี้ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 24.24 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 16.56 ตัน CO_2/ไร่ การกักเก็บคาร์บอนในดิน ที่ระดับดินบน อยู่ในช่วง 2.88-9.12 ตัน C/ไร่ และดินล่างอยู่ในช่วง 3.60-16.56 ตัน C/ไร่ ดังนั้นความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการพัฒนาเทคนิคอย่างง่าย ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของส่วนเหนือดินในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง คือ การประมาณชีวมวล และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล โดยการประมาณชีวมวลในระดับแปลงทดลองสามารถประมาณชีวมวลช่วงอายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยวได้ด้วยสมการถดถอยเส้นตรงหลายตัวแปรมีความแม่นยำกว่า การใช้ปัจจัยเดียว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 แต่มีค่าเฉลี่ย 0.426 ให้ค่า R^2= 0.89 และ RMSE 1.565 ตัน C/ไร่ ส่วนระดับแปลงเกษตรกรการประมาณชีวมวลจากความสูงอย่างเดียว หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำร่วมกับจำนวนลำต่อกอ มีความแม่นยำสูงกว่าการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางลำเพียงอย่างเดียว หรือจำนวนลำต่อกอเพียงอย่างเดียว เฉลี่ยทุกพันธุ์มีสมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC ให้ค่า R^2= 0.934 และ RMSE 1.499 ตัน/ไร่ และค่าสัมประสิทธิ์ 0.475 ให้ค่า R^2 = 0.99 และ RMSE = 0.077 ตัน C/ไร่ ไม่มีความแตกต่างตามพันธุ์ เมื่อนำมารวมกันทั้ง 2 ขั้นตอน สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร สำหรับค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีความสัมพันธ์กับชีวมวลต่ำ จึงไม่นำมาใช้ในการประมาณชีวมวล ทั้งนี้ สถานการณ์โควิดทำให้การเก็บข้อมูลทั้งในระดับแปลงและสำรวจ ทำได้จำกัด จึงควรศึกษาเพิ่มเติมโดยจำนวน จำนวนประชากร และตัวแปรที่เหมาะสม เพื่อให้การประมาณปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เทคนิคอย่างง่ายนี้สามารถนำไปใช้ในประเมินปริมาณการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในการผลิตอ้อยในระดับพื้นที่ได้

กรมวิชาการเกษตร

การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด CO_2 ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. CO_2 หรือคิดเป็น 581 กก.CO_2 ต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน ดังนั้น พื้นที่ปลูกอ้อยปี 2563/2564 ของสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย รวม 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ สามารถช่วยดูดซับ CO_2 ในลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน แยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตัน ย่อยสลายปลดปล่อย CO_2 หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน สรุปได้ว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนปนทราย โดยมีการไถพรวนดิน และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับใช้ฟางข้าวคลุมดิน ไม่ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินแตกต่างกัน แต่ส่งเสริมให้ข้าวโพดดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ 2.2- 2.6 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปี ส่วนการไถพรวน และไม่ไถพรวน มีการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ฟางข้าวคลุมดินเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน สำหรับในดินร่วนเหนียว การจัดการปุ๋ยมีผลต่อการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากกว่าระบบปลูกพืช โดยการใส่มูลไก่ หรือใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับมูลไก่ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากสุด และระบบการปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนสูงขึ้นเช่นเดียวกับการใส่มูลไก่ที่สามารถรักษาระดับอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมในพื้นที่ปลูกอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น 3 สรุปได้ว่า การปลูกอ้อยแบบให้น้ำเสริมตามความต้องการของอ้อย และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการใช้กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1 ตันต่อไร่ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เฉลี่ยตลอดฤดูปลูกไม่แตกต่าง และการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝน ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากผิวดินในพื้นที่ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของอ้อยมากกว่าปัจจัยอื่น โดยมีปริมาณการปล่อย CO_2 จากผิวดินมากสุดในช่วงระยะที่อ้อยมีอายุ 196-285 วันหลังปลูก และการให้น้ำที่ระดับความชื้น 12.5 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นดิน (%AWC) ทำให้สูญเสียอินทรีย์คาร์บอนไปจากดินน้อยสุด

ผลของการจัดการดิน และปุ๋ย และระบบปลูกพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในดินร่วนปนทราย สรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับไถกลบเศษซากต้นใบมัน

กรมวิชาการเกษตร

สำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนระบบการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียว และใส่กากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1 ตันต่อไร่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ขณะที่การจัดการปุ๋ยมีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ (CO_2) จากผิวดินมากกว่าระบบการปลูกพืช

ผลของการจัดการดิน และปุ๋ยแบบต่างๆ ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียวสภาพไร่ สรุปได้ว่า การปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินได้มากกว่าการจัดการดิน และปุ๋ยแบบอื่นๆ ส่วนการปลูกถั่วเขียว การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชตระกูลถั่วอัตรา 0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน ส่วนการจัดการดิน และปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ในระบบการปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียว มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินไม่แตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. การปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย

การระบาดแมลงศัตรูมะพร้าวและปาล์มน้ำมันจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพัฒนาระบบเตือนภัย

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

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

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

ระบบเตือนภัยศัตรูอ้อยในแหล่งปลูกที่สำคัญเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการแสดงอาการใบขาวของอ้อย เพื่อจัดทำความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในช่วงของการสำรวจ 2 ปีแรก (2559-2560) มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในเชิงพื้นที่ และในปี 2561-2562 ที่มุ่งเน้นการเปรียบเทียบกับระดับของการเกิดอาการใบขาวกับสภาพแวดล้อมในส่วนของข้อมูลสภาพอากาศ ถึงแม้ว่าจะได้สมการที่แสดงถึงความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Stepwise Regression analysis ในการเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อร้อยละของการเกิดอาการใบขาวแต่สมการที่ได้จากทั้งสองกรณี ยังมีค่าค่าความผันแปรของตัวแปร

กรมวิชาการเกษตร

ตอบสนอง (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

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 การจัดการปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อร้อยละของการเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กเช่นเดียวกันในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง 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 ที่ได้ค่อนข้างต่ำ

จากผลการดำเนินงานได้นำผลงานวิจัยที่ได้ไปอบรมเกษตรกรผู้ปลูกอ้อย เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาลและผู้เกี่ยวข้อง เป้าหมาย 880 ราย เพื่อให้สามารถป้องกันและเฝ้าระวังการเกิดอาการใบขาว ลดการแพร่ระบาดของโรคใบขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเข้าทำลายของหนอนกอลายจุดเล็กและแมลงนูนหลวงในพื้นที่ เพื่อการผลิตอ้อยอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

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

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

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

จากการศึกษานี้ทำให้เกษตรกรและผู้ใช้ประโยชน์ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนมีข้อมูลการตอบสนองของการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อลักษณะอากาศที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ และมีสมการสำหรับเป็นเครื่องมือในการช่วยประเมินผลผลิตล่วงหน้าเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและการใช้ประโยชน์เบื้องต้นได้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน สรุปได้ว่า

<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

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

กรมวิชาการเกษตร

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 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย สรุปได้ว่า

ศรีปทุมการยกเว้น

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง สรุปได้ว่า

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 การให้น้ำช่วงเหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น 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 เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพ

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ริ้นท์พบว่า มีค่า 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ เมื่อวิเคราะห์รวมกับผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ สรุปได้ว่า

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด สรุปได้ว่า

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

ผลกระทบและการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนคุณภาพในประเทศไทย

ผลจากการที่มีสภาพอากาศแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่แหล่งผลิตส่งผลให้มีความแตกต่างกันในด้านพัฒนาการต้นส่งผลให้เกิดการกระจายการผลิต รวมถึงในแต่ละพื้นที่จะมีการประสบปัญหาวิกฤติของสภาพอากาศแตกต่างกันไปด้วยเช่นกัน

กรมวิชาการเกษตร

แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบ เช่น สภาวะขาดน้ำอย่างรุนแรงส่งผลให้ทุเรียนยืนต้นตายได้ สามารถลดผลกระทบดังกล่าวโดยการใช้สารเคลือบเพื่อลดการคายน้ำของต้น และการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มบราสสิโนสเตอรอยด์ หรือ หากทุเรียนประสบปัญหาอุณหภูมิต่ำช่วงดอกบานที่จะส่งผลต่อการติดผลเนื่องจากศักยภาพของละอองเกสรต่ำลงอาจทำการลดผลกระทบด้วยการใช้ละอองเกสรของพันธุ์ทุเรียนที่มีความชีวิตสูงในช่วงอุณหภูมิไม่เหมาะสมดังกล่าวได้ นอกจากนี้การควบคุมการแตกใบอ่อนกรณีมีฝนตกช่วงพัฒนาการของผลด้วยชะลอการแตกใบอ่อนหรือหากมีใบอ่อนแล้วก็เพิ่มอาหารสะสมโดยการพ่นอาหารเสริมหรือปุ๋ยเกร็ดร่วมกับธาตุอาหารรองสามารถลดเปอร์เซ็นต์ผลด้อยคุณภาพได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาทางด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมควรมีการดำเนินโดยการเก็บข้อมูลพัฒนาการและการปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ในระบบการผลิตพืช

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

การคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนให้แก่ถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน พบสายพันธุ์ไรโซเบียมที่เหมาะสมจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ DASA 32019 DASA 32025 และ DASA 32116 โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อไป และคัดเลือกได้เชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเติบโตของพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี จำแนกเป็น 2 สกุล คือ สกุล *Azospirillum* และ สกุล *Azotobacter* โดยเชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า

ศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่พื้นเมือง และกระเทียมพื้นเมืองแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียไอโซเลท

กรมวิชาการเกษตร

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

เชื้อ *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

การทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน พบผลผลิตของถั่วเหลืองทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะในกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย แต่กลับให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงเทียบเท่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ แสดงให้เห็นว่าสภาพดินที่ใช้ปลูกถั่วในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการผลิตถั่วเหลืองแม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยผลผลิตก็ยังสูง สาเหตุอีกประการคือดินในพื้นที่ปลูกถั่วนี้มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมอยู่ในดินค่อนข้างมากและอาจเป็นไรโซเบียมที่สามารถเข้าแข่งขันกับเชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปุ๋ยชีวภาพที่ใช้คลุกเมล็ดปลูกในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี เชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการนำไปทดสอบกับการปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอนในระดับแปลงทดลองของพื้นที่ลุ่มน้ำปาย โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิต

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

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

กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาต่อยอด เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ให้คำแนะนำแก่เกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในการใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อลดต้นทุนการผลิต

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยเฉพาะ *Azotobacter* sp. AT9 ในการปลูกกระเทียมให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตยังจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตกระเทียมได้แต่ต้องมีการทดลองเพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจร่วมด้วย

2. การลดและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย

ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ดำเนินงานวิจัยและศึกษาศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังและการจัดการในการดูดซับ CO_2 การประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ผลิตมันสำปะหลัง และรูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ผลการดำเนินงานวิจัย สรุปได้ว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ (1) อายุการเจริญเติบโตซึ่งแต่ละช่วงอายุมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิทำให้การดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างกัน (2) ความสามารถการรับความเข้มแสงของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยเฉพาะค่า light compensation point ที่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละอายุการเจริญเติบโต (3) การดูดซับความเข้มข้น CO_2 ของพันธุ์มันสำปะหลังต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง จากการทดลองเมื่อความเข้มข้น CO_2 เพิ่มขึ้นสูงกว่า 400 ppm ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) เพิ่มขึ้น และการได้รับความเข้มข้น CO_2 ระดับเดียวกัน แต่มีอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันทำให้ P_n มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งการวิจัยความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเพียงปัจจัยเดียวไม่ทำให้ P_n เพิ่มขึ้น แต่ต้องสัมพันธ์กับความเข้มข้น CO_2 และอุณหภูมิของสภาพอากาศ เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่ำและสูงได้ดี และให้ผลผลิตต่อไร่สูง คัดเลือกพันธุ์ได้ดังนี้ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะเป็นทางเลือกการใช้พันธุ์ของเกษตรกรสำหรับช่วยดูดซับ CO_2 บรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในแปลงปลูก พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์สามารถกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างกันทำให้มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกักเก็บคาร์บอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลชีวภาพ ซึ่งค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งของการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร เฉลี่ย 44.0 39.9 43.9 45.2 และ 47.9% สำหรับการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน พบว่า การจัดการปุ๋ยโพแทชที่เหมาะสมในพันธุ์มันสำปะหลังช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังให้สูงขึ้นและยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังต่อพื้นที่ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากค่าวิเคราะห์ดิน (อัตรา 1.5 และ 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์) ทำให้ศักยภาพการดูดซับ CO_2 การกักเก็บคาร์บอนและสร้างมวลชีวภาพของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สามารถกัก

กรมวิชาการเกษตร

เก็บคาร์บอนได้ถึง 1,427 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.6-4.5 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 13.1-16.4 ตัน CO_2/ไร่ ในการสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์และมีการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน พบว่า การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สะสมมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1,028-4,259 กก./ไร่ กักเก็บคาร์บอนอยู่ในช่วง 500-2,078 กก. C/ไร่ มีการดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 1,834–7,621 กก. CO_2/ไร่ และให้ผลผลิตหัวสด 2.0-13.5 ตัน/ไร่ ซึ่งความสัมพันธ์ของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกร มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง

สำหรับเทคนิคอย่างง่ายในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลัง สามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนอย่างง่าย คือ การประมาณชีวมวล และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล โดยการประมาณชีวมวลมันสำปะหลังสามารถใช้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นได้ ที่ระยะเก็บเกี่ยวด้วยสมการหลายตัวแปร คือ ชีวมวล = 0.006*ความสูง + 0.051*เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ให้ค่า R^2 =0.943 และ RMSE ต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวลมีค่า 0.484 ส่วนในระดับแปลงเกษตรกรก็ให้ผลทำนองเดียวกัน แต่การสำรวจมีจำนวนพันธุ์หลากหลายกว่า เมื่อเฉลี่ยทุกพันธุ์ค่าสัมประสิทธิ์จึงมีค่า 0.486 สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในมันสำปะหลังได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร ส่วน NDVI มีความสัมพันธ์ต่ำกับมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในรูปแบบสมการถดถอยแบบเส้นตรง จึงไม่นำมาใช้งาน อย่างไรก็ตาม การศึกษามีข้อจำกัดจากสถานการณ์โควิดทำให้การสำรวจในพื้นที่ทำได้จำกัด แต่ผลการศึกษามีแนวโน้วที่น่าสนใจ ควรศึกษาเพิ่มเติมโดยจากจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้น จำนวนประชากร ตัวแปร และค่าดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมในการหาปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่มีผลต่อการประเมิน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

ดังนั้น ปัจจัยสำคัญหนึ่งของการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลัง คือ การเลือกใช้พันธุ์ที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2และเหมาะสมกับพื้นที่ รวมทั้งการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมซึ่งสามารถช่วยยกระดับการกักเก็บคาร์บอนและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น สำปะหลังเป็นพืชไร่หนึ่งที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูก ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปใช้วางแผนการจัดการพื้นที่และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศต่อไป

ศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตอ้อย

สภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยและการสะสมมวลชีวภาพ อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของอ้อยแต่ละพันธุ์แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุและช่วงเวลาในรอบวัน ที่สุพรรณบุรีมีอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันสูงที่ 6 เดือนหลังปลูก 1.7-1.88 molCO_2 m^{-2} d^{-1} น้ำและความสมบูรณ์ของต้นพืชมีผลการปิดเปิดปากใบและ P_n กระตุ้นให้ปากใบเปิดกว้างขึ้น ค่านำไหลปากใบจึงเพิ่มขึ้นตามแสงในสภาพที่ดินมีความชื้นพออย่างรวดเร็ว

กรมวิชาการเกษตร

แต่หากพืชขาดน้ำ ปากใบจะเปิดน้อยมากและเป็นช่วงเวลาที่สั้นลง ทำให้โอกาสที่อ้อยจะทำการสังเคราะห์แสงลดลง มีน้ำเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของอ้อย ทุกพันธุ์ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงอายุประมาณ 10 เดือน ยกเว้นพันธุ์ UT10-615 ที่น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว โดยพันธุ์อู่ทอง 15 ให้น้ำหนักแห้งสูงสุด 9,320 กก./ไร่ รองลงมา คือ ขอนแก่น 3 UT10-615 UT10-009R และอู่ทอง 17 ส่วนอู่ทอง 12 น้ำหนักแห้งต่ำสุด พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินรวมสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยว คือ พันธุ์ UT10-615 รวม 8,962 กก./ไร่ รองลงมาคือ พันธุ์ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 น้ำหนักแห้งรวมเท่ากัน 8,728 กก./ไร่ โดยที่พันธุ์อู่ทอง 12 มีน้ำหนักแห้งต่ำสุด 6,027 กก./ไร่ สัดส่วนของน้ำหนักแห้งลำสูงสุดทุกระยะ ตั้งแต่ 4 เดือนและสูงสุดในช่วงเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน มีสัดส่วน 70-80% ของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งชีวมวลในแต่ละส่วนของอ้อย 6 พันธุ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติตามพันธุ์และอายุอ้อยที่มากขึ้น แต่แตกต่างตามชนิดของแต่ละส่วน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมได้แตกต่างกันตามพันธุ์ โดยพันธุ์ UT10-615 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด 4,359 กก.C/ไร่ รองลงมา ได้แก่ ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 UT10-009R และอู่ทอง 17 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 4,177 3,960 3,663 และ 3,194 กก.C/ไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์อู่ทอง 12 น้อยที่สุด 2,834 กก.C/ไร่ ศักยภาพการสังเคราะห์แสงของอ้อยความผันแปรในแต่ละช่วงอายุ เมื่อนำตัวแปรที่ได้จากการวัดเส้นตอบสนองต่อแสงมาวิเคราะห์การจัดกลุ่ม สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ 1) UT10-615 และ UT10-009R 2) ขอนแก่น 3 อู่ทอง 15 และอู่ทอง 17 3) อู่ทอง 12 ซึ่งสอดคล้องกับการให้ผลผลิตและปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ขนาดลำแตกต่างกัน แต่พันธุ์อ้อยมีผลต่อความสูง อ้อยเริ่มตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เวลา 7.00 น. สัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น อ้อย 1 ฤดูปลูก มีสัดส่วนมวลชีวภาพสะสมไว้ในส่วนของลำ เฉลี่ย 76 % รองลงมา คือ ใบสด ใบแห้ง กาบใบสด และกาบใบแห้ง อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15 ร่วมกับการใส่ปุ๋ย 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ N สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงที่สุด เฉลี่ย 6.09 ตัน C/ไร่ หรือ เทียบเท่าการดูดซับก๊าซ CO_2 เฉลี่ย 22.3 ตัน CO_2/ไร่ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์กับมวลชีวภาพ ดังนั้นการปลูกอ้อย 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เฉลี่ย 5.12 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ย 18.78 ตัน CO_2/ไร่ ในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ดินทั้งสองระดับความลึก สามารถกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 3.7 – 5.8 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 13.6 – 21.3 ตัน CO_2/ไร่ เห็นได้ว่า การจัดการปุ๋ย และการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะช่วยยกระดับผลผลิตอ้อยและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืช และการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

การสำรวจพื้นที่การผลิตอ้อยของเกษตรกร สามารถประเมินการปลูกอ้อย 1 ฤดู มีการสะสมน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 3.30 – 13.28 ส่วนของลำมีน้ำหนักแห้งมากที่สุด อ้อยสามารถกักเก็บคาร์บอน อยู่ในช่วง 1.51-6.18 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่าง 5.53-22.66 ตัน CO_2/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยแปรผันโดยตรงกับมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินผันแปรโดยตรงกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ทั้งนี้ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นอ้อย ในพื้นที่ 1 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ มีปริมาณการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 24.24 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนจังหวัดสุพรรณบุรี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 16.56 ตัน CO_2/ไร่ การกักเก็บคาร์บอนในดิน ที่ระดับดินบน อยู่ในช่วง 2.88-9.12 ตัน C/ไร่ และดินล่างอยู่ในช่วง 3.60-16.56 ตัน C/ไร่ ดังนั้นความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืช สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการพัฒนาเทคนิคอย่างง่าย ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของส่วนเหนือดินในแปลงอ้อยโดยไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง คือ การประมาณชีวมวล และการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล โดยการประมาณชีวมวลในระดับแปลงทดลองสามารถประมาณชีวมวลช่วงอายุ 4 6 10 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยวได้ด้วยสมการถดถอยเส้นตรงหลายตัวแปรมีความแม่นยำกว่า การใช้ปัจจัยเดียว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บคาร์บอนกับชีวมวล มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ขอนแก่น 3 และอู่ทอง 15 แต่มีค่าเฉลี่ย 0.426 ให้ค่า R^2= 0.89 และ RMSE 1.565 ตัน C/ไร่ ส่วนระดับแปลงเกษตรกรการประมาณชีวมวลจากความสูงอย่างเดียว หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำ หรือความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำร่วมกับจำนวนลำต่อกอ มีความแม่นยำสูงกว่าการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางลำเพียงอย่างเดียว หรือจำนวนลำต่อกอเพียงอย่างเดียว เฉลี่ยทุกพันธุ์มีสมการ BM = 0.029H – 0.030D + 0.019MC ให้ค่า R^2= 0.934 และ RMSE 1.499 ตัน/ไร่ และค่าสัมประสิทธิ์ 0.475 ให้ค่า R^2 = 0.99 และ RMSE = 0.077 ตัน C/ไร่ ไม่มีความแตกต่างตามพันธุ์ เมื่อนำมารวมกันทั้ง 2 ขั้นตอน สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนในอ้อยได้ทั้งระดับแปลงทดลองและไร่เกษตรกร สำหรับค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีความสัมพันธ์กับชีววมวลต่ำ จึงไม่นำมาใช้ในการประมาณชีวมวล ทั้งนี้ สถานการณ์โควิดทำให้การเก็บข้อมูลทั้งในระดับแปลงและสำรวจ ทำได้จำกัด จึงควรศึกษาเพิ่มเติมโดยจำนวน จำนวนประชากร และตัวแปรที่เหมาะสม เพื่อให้การประมาณปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เทคนิคอย่างง่ายนี้สามารถนำไปใช้ในประเมินปริมาณการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในการผลิตอ้อยในระดับพื้นที่ได้

การปลูกอ้อย 1 ไร่ ให้ผลผลิตลำอ้อยเฉลี่ย 18.1 ตัน สามารถดูดซับคาร์บอนในรูปของส่วนเหนือดินอ้อยเฉลี่ย 3,698 กก.C หรือช่วยลด CO_2 ในบรรยากาศได้ 13,559 กก. CO_2 หรือคิดเป็น 581 กก.CO_2 ต่อผลผลิตอ้อย 1 ตัน ดังนั้น พื้นที่ปลูกอ้อยปี 2563/2564 ของสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทราย รวม 10,862,610 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 7.21 ตันต่อไร่ สามารถช่วยดูดซับ CO_2 ในลำอ้อยทั้งหมดได้ 215.1 ล้านตัน แยกเป็นผลผลิตอ้อยส่งโรงงาน 116.9 ล้านตัน และเศษซากใส่กลับปกคลุมดิน 48.2 ล้านตัน ย่อยสลายปลดปล่อย CO_2 หมุนเวียนในบรรยากาศสำหรับการผลิตในฤดูต่อไป ส่วนหนึ่งกักเก็บในรูปของคาร์บอนในดินที่คงทนต่อการย่อยสลาย อ้อยปลูกสามารถไว้ตอได้หลายครั้งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของตอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการกักเก็บส่วนที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในต้นอ้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพพื้นที่และการจัดการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง และถั่วเขียวที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน สรุปได้ว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินร่วนปนทราย โดยมีการไถพรวนดิน และการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับใช้ฟางข้าวคลุมดิน ไม่ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินแตกต่างกัน แต่ส่งเสริมให้ข้าวโพดดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ 2.2- 2.6 ตัน CO_2 ต่อไร่ต่อปี ส่วนการไถพรวน และไม่ไถพรวน มีการสะสมของอินทรีย์คาร์บอนในดินไม่แตกต่างกัน แต่การใช้ฟางข้าวคลุมดินเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน สำหรับในดินร่วนเหนียว การจัดการปุ๋ยมีผลต่อการปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากกว่าระบบปลูกพืช โดยการใส่มูลไก่ หรือใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับมูลไก่ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมากสุด และระบบการปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนสูงขึ้น เช่นเดียวกับการใส่มูลไก่ที่สามารถรักษาระดับอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับการให้น้ำอย่างเหมาะสมในพื้นที่ปลูกอ้อยตอพันธุ์ขอนแก่น 3 สรุปได้ว่า การปลูกอ้อยแบบให้น้ำเสริมตามความต้องการของอ้อย และใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับการใช้กากตะกอนหม้อกรองอ้อย 1 ตันต่อไร่ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เฉลี่ยตลอดฤดูปลูกไม่แตกต่าง และการปลูกอ้อยแบบอาศัยน้ำฝน ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จากผิวดินในพื้นที่ซึ่งเป็นดินร่วนปนทรายขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตของอ้อยมากกว่าปัจจัยอื่น โดยมีปริมาณการปล่อย CO_2 จากผิวดินมากสุดในช่วงระยะที่อ้อยมีอายุ 196-285 วันหลังปลูก และการให้น้ำที่ระดับความชื้น 12.5 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นดิน (%AWC) ทำให้สูญเสียอินทรีย์คาร์บอนไปจากดินน้อยสุด

ผลของการจัดการดิน และปุ๋ย และระบบปลูกพืชในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในดินร่วนปนทราย สรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับไถกลบเศษซากต้นใบมันสำปะหลัง 3 ตันต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนระบบการปลูกมันสำปะหลังแซมด้วยถั่วเขียว และใส่กากตะกอนหม้อกรองอ้อยอัตรา 1 ตันต่อไร่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ขณะที่การจัดการปุ๋ยมีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ (CO_2) จากผิวดินมากกว่าระบบการปลูกพืช

ผลของการจัดการดิน และปุ๋ยแบบต่างๆ ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียวสภาพไร่ สรุปได้ว่า การปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินได้มากกว่าการจัดการดิน และปุ๋ยแบบอื่นๆ ส่วนการปลูกถั่วเขียว การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชตระกูลถั่วอัตรา 0-3-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เพิ่ม

กรมวิชาการเกษตร

ประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน ส่วนการจัดการดิน และปุ๋ยรูปแบบต่างๆ ในระบบการปลูกถั่วเหลือง และถั่วเขียว มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นจากการวิจัยและพัฒนาของแผนวิจัยย่อย สามารถนำไปทดสอบและปรับใช้ในพื้นที่อ่อนไหวของเกษตรกรและผู้ประกอบการภาคเอกชนในทุกภูมิภาคของประเทศ รวมทั้งจัดทำแปลงต้นแบบเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และขยายผลไปสู่ชุมชนต่างๆในแต่ละพื้นที่ โดยร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่ ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์กรเอกชน และภาคประชาชน ภาคเอกชน รวมทั้งหน่วยงานราชการต่างๆ ในพื้นที่ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน กรมพัฒนาชุมชน กรมการศึกษานอกโรงเรียน เป็นต้น และมีการจัดงานเยี่ยมชมดูงานแปลงต้นแบบ รวมทั้งการฝึกอบรมเกษตรกรและการจัดแสดงนิทรรศการต่างๆ ซึ่งตามกระบวนการดำเนินงานที่แผนงานวิจัยย่อยนี้ใช้ดำเนินการในเชิงรุก ซึ่งจะทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการในพื้นที่ ได้มีทางเลือกที่จะใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตพืชเพื่อพัฒนามาตรฐานคุณภาพของผลผลิต ในแต่ละระบบพืชและในแต่ละพื้นที่เป้าหมายที่เข้าไปดำเนินงาน เกษตรกรมีความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้เพิ่มขึ้น และชุมชนมีความเข้มแข็ง และยืดหยุ่นในสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปัจจุบันและในอนาคต

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

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 .2558. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 15. ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการฐานข้อมูลพรรณพืชและเชื้อพันธุกรรมพืช.

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.

ครรชิต สอสิริกุล. 2555. ผลของโอโซนต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของยางพารา Hevea brasililiensis Muell.Arg. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.112 หน้า.

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

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.

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

ดวงรัตน ศตคุณ พูนพิภพ เกษมทรัพย และ Yves Crozat. 2542. อิทธิพลของแสง และอายุใบตอการสังเคราะหแสงสุทธิของใบฝ้าย. หน้า 27- 33. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรครั้งที่ 37 สาขาพืช

แตงไทย ภิญโญ วัฒนชัย ล้นทม และ ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล 2561. ผลของการขาดน้ำต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซของใบอ้อย. แก่นเกษตร. 46(ฉบับพิเศษ 2): 99-104.

กรมวิชาการเกษตร

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.

นฤนาท ชัยรังษี. 2546. การศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของเรือนพุ่มอ้อย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย.

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

นีรนุช ผิวแดง และวรรณวิภา แก้วประดิษฐ์. 2561. อินทรีย์คาร์บอนและสมบัติทางเคมีของดินบางประการภายหลังการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากนาข้าวมาปลูกอ้อย. แก่นเกษตร 46 (ฉบับพิเศษ 1): 30-36.

ประสิทธิ์ ขุนสนิท และสุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2554. มวลชีวภาพของอ้อยพันธุ์ K95-84. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร: 42(3) : 485-493.

ปรีชา กาเพ็ชร ทักษิณา ศันสยะวิชัย และ มัทนา วานิชย์. 2559. สมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย. แหล่งข้อมูล : http://www.doa.go.th/fcrc/kk/images/Public_report/year2017/69สมการอย่างง่ายสำหรับการประเมินผลผลิตอ้อย.pdf

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

พรชัย ไพบูลย์ และสุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2563. การตอบสนองต่อแสงของใบมันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 60 ภายใต้ความเข้มข้น O_2 ระดับปกติและระดับต่ำ ร่วมกับความเข้มข้น CO_2 3 ระดับ. วารสารวิชาการเกษตร 38(3): 267-276.

พรพรรณ สุทธิแย้ม นภาพร คำนวณทิพย์ สุพรรณณี เป็งคำ และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2559. การจัดการปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตถั่วเหลืองในสภาพไร่. ใน การประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 23-25 สิงหาคม 2560 ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่) อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช. หน้า 109-116.

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

มนต์สรวง เรืองขนาบ ระวี เจียรวิภาพ อุดร เจริญแสง Hong Li Li และ Zhen Hai Han. 2557. การประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในสวนส้ม. วารสารแก่นเกษตร 42(ฉบับพิเศษ 2): 345-353.

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

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

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

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

วีระพล พลรักดี ทักษิณา ศันสยะวิชัย เพียงเพ็ญ ศรวัต เทวา เมาลานนท์ ปรีชา กาเพ็ชร อุดม เลียบวัน. 2554. ขอนแก่น 3 พันธุ์อ้อยสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ว.วิชาการเกษตร. 29 (3): 283-301

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

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

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี วนิดา โนบรรเทา ดาวรุ่ง คงเทียน สุทัศนีย์ วงศ์ศุปไทย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ นงลักษ์ ปั้นลาย แววตา พลกุล ณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ จำนงค์ ชัญถาวร ทัศนีย์ บุตรทอง และอนันต์ ทองภู. 2560. การสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 7-52. *ใน* รายงานโครงการวิจัยการสร้างธนาคารคาร์บอนในพื้นที่ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. กรมวิชาการเกษตร.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างถูกต้องและเหมาะสม. สิทธิประเสริฐพริ้นติ้ง สุราษฎร์ธานี.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และดุริยะ สถาพร. 2552. สมดุลคาร์บอนในระดับเรือนยอดของป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าผสมผลัดใบลุ่มน้ำแม่กลอง. ว.วนศาสตร์. 28 (1): 67-81.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2564. รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต 2563/64. 78 หน้า.

เสริมพงศ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2543. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและการฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. ว.วนศาสตร์ 19-21: 96-103

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

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

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช (Plant Phaysiology) ภาควิชาพฤกษาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

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.

อรอนงค์ กงงอน ปวีณา ไกรวิจิตร และเสวียน เปรมประสิทธิ์. 2559. การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าวโพด ในวงบ่ออำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. หน้า 84-98. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 12 วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ.ระหว่างวันที่ 21-22 กรกฎาคม 2559.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข อดิศักดิ์ คำนวณศิลป์ วัลลิภา สุชาโต อรรถสิทธิ์ บุญธรรม วาสนา วันดี สุนี ศรีสิงห์ และอุดม เลียบวัน. 2560. อ้อยลูกผสมพันธุ์ใหม่ : อู่ทอง 12. วารสารวิชาการเกษตร. 35(1): 49-59.

อุดมศักดิ์ ดวนมีสุข อุดม เลียบวัน วัลลิภา สุชาโต อรรถสิทธิ์ บญุธรรม วาสนา วันดี สมบูรณ์ วันดี อัจฉราภรณ์ วงศ์สุขศรี สุมาลี โพธิ์ทอง สุวัฒน์ พูลพาน ปิยธิดา อินทร์สุข ชัยวัฒน์ กะการดี และรัฐพล ชูยอด. 2561. อ้อยพันธุ์อู่ทอง 17. แก่นเกษตร. 46 (ฉบับพิเศษ 2): 13-18.

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.

กรมวิชาการเกษตร

Soil Biol. Biochem. 65: 12–21.

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.

Biederman, L.A. and W.S. Harpole. 2013 Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: A meta-analysis. GCB Bioenergy. 5: 202-214. doi:10.111/gcbb.12037.

Hepperly, Paul. 2009. Organic Farming Sequesters Atmospheric Carbon and Nutrients in Soils. Available in http://www.strauscom.com/rodale-whitepaper/, (Sep 9, 2009).

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.

Chapman S.C., T. Duan, B. Zheng, W. Guo, S. Ninomiya and Y. Guo. 2016. Comparison of ground cover estimates from experiment plots in cotton, sorghum and sugarcane based on images and ortho-mosaics captured by UAV. Functional Plant Biology. 44(1): 169-183.

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.

กรมวิทยาศาสตร์

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.

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

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. In.R.K. Pachauri & A. Reisinger (eds.). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva.

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

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.

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

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.

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.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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.

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

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

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

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

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.

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.

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

ศรีปทุมรามบรม

reference to microcolonial fungi. Fungal Ecol. 5: 453–462.

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

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.

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.

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

Matsumoto, N., K. Paisancharoen, and T. Hakamata. 2008. Carbon balance in maize fields under cattle manure application and no-tillage cultivation in Northeast Thailand. Soil Science & Plant Nutrition, 54:2. 277-288. doi:10.1111/j.1747-0765.2007.00223.x

Matsumoto, N., W. Nobuntou, N. Punlai, T. Sugino, P. Rugikun, K. Luanmanee, and K. Kawamura. 2020. Soil carbon sequestration on a maize-mung bean field with rice straw mulch, no-tillage, and chemical fertilizer application in Thailand from 2011 to 2015. Soil Science and Plant Nutrition. doi:10.1080/00380768.2020.1857660.

Minasny, B., B.P. Malone, A.B. McBratney, D.A. Angers, D. Arrouays, and A. Chambers. 2017. Soil carbon 4 per mille. Geoderma. 295: 59-86. doi:10.1016/j.geoderma.2017.01.002.

Parihar, C.M., M.D. Parihar, T.B. Sapkota, R.K. Nanwal, A.K. Singh, and H.K. Nayak. 2018. Long-term impact of conservation agriculture and diversified maize rotations on carbon pools and stocks, minerals nitrogen fractions, and nitrous oxide fluxes in Inceptisol of India. Science of the Total Environment. 640-641: 1382-1392. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.05.405.

Shirato, Y., K. Paisancharoen, P. Sangtong, C. Nakviro, M. Yokozawa, and N. Matsumoto. 2005. Testing the Rothamsted Carbon Model against data from long-term experiments on upland soil in Thailand. Eur, J. Soil Sci., 56:179-188.

Sugino, T., W. Nobuntou, N. Srisombut, P. Rugikun, S. Luanmanee, and N. Punlai. 2013. Effects of long-term organic material applications and green manure crop cultivation on soil organic carbon in rainfed areas of Thailand. International Soil and Water Conservation Research. 1(3): 29-36. doi:10.1016/S2095-6339(15)30028-9.

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.

Yoneyama, T., H. Okada, P. Chongpraditnun, P. Ando, P. Prasertsak, and K. Hirai. 2006. Effects of vegetation and cultivation on ^{13}C values of soil organic carbon and estimation of its turnover in Asian tropics: a case study in Thailand. Soil Science and Plant Nutrition. 52: 95-102.

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