รายงานโครงการวิจัย

ชื่อเรื่องภาษาไทย
วิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ
Research the Potential of Greenhouse Gas Absorption in Cassava Production Areas

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
นายอานนท์ มลิพันธ์
Mr. Anon Malipan

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

ชื่อเรื่องภาษาไทย
วิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ
Research the Potential of Greenhouse Gas Absorption in Cassava Production Areas

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
นายอานนท์ มลิพันธ์
Mr. Anon Malipan

ปี พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

คำปรารภ

โครงการวิจัย วิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง เป็นโครงการภายใต้แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ ในปัจจุบันหลายประเทศให้ความสำคัญกับวิกฤตสภาพภูมิอากาศเพิ่มมากขึ้น เพื่อรับมือเตรียมความพร้อมในการร่วมกันป้องกันกับปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ในส่วนภาวะโลกร้อน หรือสภาวะอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากก๊าซเรือนกระจกดูดซับรังสีความร้อนบางส่วนไว้ทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศอบอุ่นขึ้น โดยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เป็นต้น ที่มีปริมาณความเข้มข้นในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้เกิดผลกระทบตามมา คือ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเฉพาะภาคเกษตรกรรมในการปลูกพืชที่ต้องมีความเกี่ยวพันกับสภาพภูมิอากาศในระหว่างการปลูก ดูแลรักษา และรอเก็บเกี่ยวผลผลิต

สำหรับการดำเนินงานในโครงการนี้เป็นการวิจัยและประเมินศักยภาพของมันสำปะหลังในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนภายในส่วนต่าง ๆ ของต้นมันสำปะหลัง ทั้งในด้านการใช้พันธุ์ การจัดการ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เป็นที่ทราบว่า มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีรากสะสมอาหารซึ่งส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตหรือสารประกอบคาร์บอน และเป็นพืชที่ให้มวลชีวภาพและผลผลิตต่อไร่สูง รวมทั้งเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกภายในประเทศหลายล้านไร่ ทำให้มันสำปะหลังจึงเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกักเก็บคาร์บอน ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งของการหยุดการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ เพื่อให้เราดำเนินชีวิตภายใต้ภูมิอากาศของโลกได้อย่างปกติและมีความสุขต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

2564

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ค
บทนำ	1
บทคัดย่อ	4
1. ชื่อกิจกรรมงานวิจัย 1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตมันสำปะหลัง	6
2. ชื่อกิจกรรมงานวิจัย 2 การประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนแปลงผลิตมันสำปะหลัง	37
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	101

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินงานวิจัยได้และสำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคนิคการศึกษาวิจัยในด้านการเก็บบันทึกและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากนักวิชาการอาวุโสหลายท่าน และได้รับการช่วยเหลือเป็นอย่างดีทั้งด้านการดำเนินงานวิจัยและการสนับสนุนต่าง ๆ จากบุคคลดังต่อไปนี้

1. นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือด้านวิธีการและเทคนิคการใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง LI-6400XT Portable Photosynthesis System การเก็บบันทึกข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

2. ดร.สมชาย บุญประดับ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการปลูกพืช กรมวิชาการเกษตร ให้คำแนะนำข้อเสนอแนะในโครงการวิจัย ทำให้โครงการสามารถดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายที่กำหนดเอาไว้

3. นางจิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และสนับสนุนการดำเนินงานวัย

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้หวังว่าผลงานวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย การนำข้อมูลสนับสนุนภาระกิจของหน่วยงานในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรของประเทศ ตามคู่มือ IPCC และการพัฒนาระบบการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อไป

คณะผู้วิจัย

2564

กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัย

ชื่อโครงการวิจัย วิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

หัวหน้าโครงการ นายอานนท์ มลิพันธ์ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

ชื่อกิจกรรมที่ 1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตมันสำปะหลัง

หัวหน้าการทดลองที่ 1.1 นายอานนท์ มลิพันธ์ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

ผู้ร่วมงาน นางสาววลัยพร ศะศิประภา สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นางสาวกุสุมา รอดแผ้วพาล สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง

นายธนพันธ์ พงษ์ไทย สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี

ชื่อกิจกรรมที่ 2 การประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนแปลงผลิตมันสำปะหลัง

หัวหน้าการทดลองที่ 2.1 นางสาวนุชนาฏ ตันวรรณ สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายปรีชา กาเพ็ชร สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

นางสาววลัยพร ศะศิประภา สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นายอานนท์ มลิพันธ์ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

นายธนพันธ์ พงษ์ไทย สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี

หัวหน้าการทดลองที่ 2.2 นางสาวนุชนาฏ ตันวรรณ สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายปรีชา กาเพ็ชร สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

นางสาววลัยพร ศะศิประภา สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นายอานนท์ มลิพันธ์ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

นายไชยา บุญเลิศ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์

นายธนพันธ์ พงษ์ไทย สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี

หัวหน้าการทดลองที่ 2.3 นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน นางสาววลัยพร ศะศิประภา สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

นายปรีชา กาเพ็ชร สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

นายอานนท์ มลิพันธ์ สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชพิษณุโลก

นางสาวนุชนาฏ ตันวรรณ สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายธนพันธ์ พงษ์ไทย สังกัด ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กิจกรรมที่ 1

การทดลองที่ 1.1

CO_2 : Carbon dioxide = ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

l_c : Light compensation point = จุดที่ความเข้มแสงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ

l_s : Light saturation point = จุดที่พืชอิ่มตัวด้วยแสง คือ เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่งการสังเคราะห์แสงจะไม่มีการเพิ่มขึ้น

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

กิจกรรมที่ 2

การทดลองที่ 2.1

กก. C/ไร่ = กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่

ตัน C/ไร่ = ตันคาร์บอนต่อไร่

K_2O : Potassium dioxide = โพแทชที่ละลายน้ำได้

LAI : Leaf Area Index = ดัชนีพื้นที่ใบ (พื้นที่ใบทั้งหมดของพืช/พื้นที่ปลูก)

mg/kg = มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

N : Nitrogen = ไนโตรเจน

P_2O_5 : Phosphorus pentoxide = ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์

การทดลองที่ 2.2

มก./ดม.^{2} = มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

T_{max} : Maximum temperature = อุณหภูมิสูงสุดของสภาพอากาศในรอบวัน

T_{min} : Minimum temperature = อุณหภูมิต่ำสุดของสภาพอากาศในรอบวัน

การทดลองที่ 2.3

R^2 : R-Square = ค่าทางสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์การยอมรับผลการทดลอง

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซชนิดหนึ่งในกลุ่มก๊าซเรือนกระจกและเป็นก๊าซที่มีปริมาณมากที่สุด ประมาณ 76% โดยแบ่งเป็น CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยมาจากกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน คิดเป็น 65% และเป็น CO_2 ที่เกิดจากใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตร และป่าไม้ คิดเป็น 11% รองลงมาคือ ก๊าซมีเทน 16% ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 6% และที่เหลือประมาณ 2% คือ กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ และไนโตรเจนฟลูไรด์ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2563) ในธรรมชาติพบว่า ต้นไม้สามารถช่วยลดปริมาณ CO_2 ในชั้นบรรยากาศได้ โดยต้นไม้จะดึง CO_2 ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงแล้วเก็บไว้ในรูปของเนื้อไม้ แต่ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องจากหลายสาเหตุ เช่น การบุกรุกของพื้นที่ชุมชน การบุกรุกเพื่อทำการเกษตร การตัดไม้ทำลายป่าและไฟป่า ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO_2 ในบรรยากาศเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิอากาศของโลกสูงขึ้น ปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลงไป มีความแปรปรวน และรุนแรงมากขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (IPCC, 2007)

พื้นที่ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญ เพราะต้นไม้ใหญ่ 1 ต้น สามารถดูดซับ CO_2 ได้ประมาณ 9-15 กิโลกรัมต่อปี (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2563) แต่ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้ ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 102,484,073 ไร่ คิดเป็น 31.95% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร 149,252,451 ไร่ คิดเป็น 46.54% ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) พื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บ CO_2 ที่สำคัญและมีศักยภาพเพียงพอต่อการหมุนเวียนการกักเก็บคาร์บอนทั้งในต้นพืช ผลผลิต และภายในดิน ซึ่ง CO_2 จากบรรยากาศจะถูกปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดยพืชด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงจนได้เป็นสารประกอบคาร์บอน จากนั้นจะถูกลำเลียงและเก็บสะสมในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรตในส่วนต่าง ๆ ของพืช ทำให้ช่วยกักเก็บ CO_2 หรือคาร์บอนในรูปอื่น ๆ เพื่อที่บรรเทาปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน

พื้นที่ทางการเกษตรเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เช่นเดียวกับพื้นที่ป่า เนื่องจากพืชปลูกสามารถดูดซับ CO_2 ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยเก็บกักไว้ในส่วนต่าง ๆ ของต้นพืชในรูปของมวลชีวภาพซึ่งจะช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ตลอดช่วงชีวิตของพืช (Redondo-Brenes & Montagnini, 2006) รวมถึงการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินและเก็บกักในรูปของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (Zhang & Zhang, 2003; ระวี และคณะ, 2555) แม้ว่าการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืชและผลผลิตยังไม่ยาวนานเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ แต่พื้นที่เกษตรของประเทศไทยมีพื้นที่โดยรวมจำนวนมากและพื้นที่เกษตรสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ช่วยดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในดินและพืชได้ด้วย ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของพืช ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนในดินของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เป็นแนวทางหนึ่งของการลด CO_2 ในชั้นบรรยากาศ เนื่องจากพืชเศรษฐกิจหลายชนิดมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก ทำให้มีการสร้างน้ำหนักมวลชีวภาพในรูปสารประกอบคาร์บอนต่อไร่สูง โดยมันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปีการผลิต 2563/64 มีเนื้อที่เพาะปลูกทั้งประเทศ 9,439,009 ไร่ ผลผลิตรวม 28,999,122 ตัน ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.25 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ในผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังซึ่งเป็นรากสะสมอาหาร ส่วนใหญ่สะสมแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตประมาณ 20-35% นอกจากนั้นในส่วนของลำต้นและใบยังมีการสะสมแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตไว้ส่วนหนึ่ง เมื่อนำมาคำนวณเป็นผลผลิตคาร์โบไฮเดรตจะได้มากกว่า 1 ล้านตันต่อปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูง ซึ่งมีพฤติกรรมกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ C3-C4 intermediate พบกิจกรรมของเอ็นไซม์ Phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) ภายในใบมันสำปะหลัง แต่ไม่พบภายวิภาคใบแบบ Kranz anatomy ของพืช C4 (El-Sharkawy, 2003) ทำให้ใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูง ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับความยาวนานของพื้นที่ใบ (leaf area duration) ปริมาณน้ำที่ได้รับ และสภาพความเครียดในระหว่างการเจริญเติบโต โดยหัวมันสำปะหลังเป็นส่วนของรากที่ขยายขนาดขึ้นสำหรับสะสมแป้ง ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำประมาณ 60-70% และเป็นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตประมาณ 20-35% นอกจากนั้นมันสำปะหลังเป็นพืชให้ผลผลิตหัวสดสูงต่อไร่อยู่ในช่วง 4-8 ตันต่อไร่ ทำให้มันสำปะหลังเป็นพืชที่ช่วยกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีทั้งในส่วนของชีวมวลและผลผลิต

งานวิจัยเบื้องต้นในศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในพันธุ์มันสำปะหลังของไทย พบว่า มันสำปะหลังจำนวนหลายพันธุ์สามารถมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิแม้ว่าในสภาพอากาศที่มีความเข้มแสงต่ำ และมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิแม้ว่าในช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิอากาศสูงซึ่งทำให้ปากใบปิด นอกจากนั้นมันสำปะหลังจำนวนหลายพันธุ์เมื่อได้รับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้มีอัตราสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งการกักเก็บในรูปของผลผลิตและมวลชีวภาพต่าง ๆ ได้ดี จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการดูดซับ CO_2 ในอากาศ และกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง นอกจากนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำในการประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในการผลิตมันสำปะหลัง จำเป็นต้องมีเทคนิคและวิธีการประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในระดับไร่เกษตรกรที่ง่ายและสะดวกในการปฏิบัติงาน ทำให้ทราบปริมาณการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในการผลิตมันสำปะหลังในระดับพื้นที่ที่แท้จริง

นอกจากนั้นการศึกษาพันธุ์มันสำปะหลังร่วมกับวิธีการเขตกรรมมีส่วนช่วยส่งเสริมศักยภาพในการดูดซับ CO_2 ในอากาศ สามารถอธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช เพื่อทำการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพืชจากการเปรียบเทียบการดูดซับคาร์บอนในรูปของชีวมวลในระบบการผลิตที่มีความแตกต่างของพันธุ์และวิธีการเขตกรรมที่แตกต่างกัน นำมาศึกษาคุณลักษณะทางการเกษตรของพืช ค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดการรับรู้จากพืช อัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างอย่างง่ายโดยไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive method) ที่สัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืช และชีวมวล เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังในระดับพื้นที่ เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปวางแผนการจัดการพื้นที่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจและจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรในด้านการผลิตมันสำปะหลังของประเทศตามคู่มือ IPCC ต่อไป

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2) เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

3) เพื่อให้ได้รูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

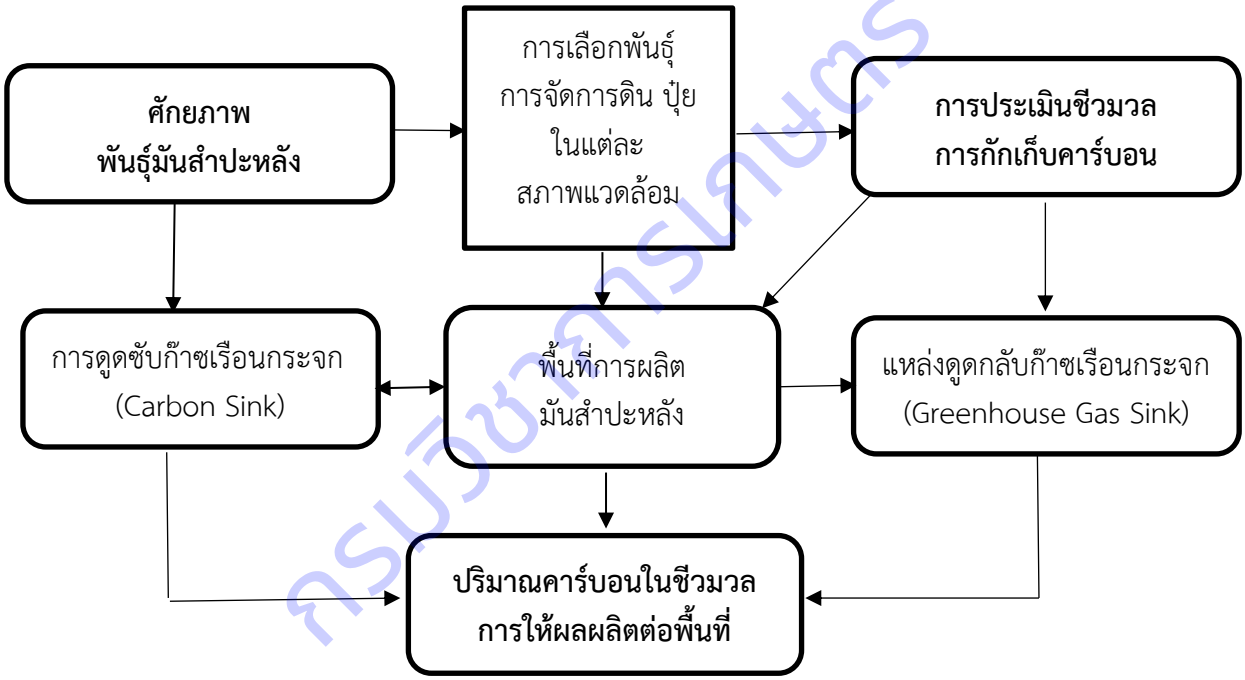
วิธีการวิจัย

ศึกษาหาพันธุ์มันสำปะหลังและวิธีการเขตกรรมที่มีศักยภาพสูงที่ช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ สามารถอธิบายด้วยรูปแบบการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ทำการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพืชจากการเปรียบเทียบการดูดซับคาร์บอนในรูปของชีวมวลในระบบการผลิตที่มีความแตกต่างของพันธุ์และวิธีการเขตกรรมที่แตกต่างกัน นำมาศึกษาคุณลักษณะทางการเกษตรของพืช ค่าที่ได้จาก

กรมวิชาการเกษตร

เซนเซอร์วัดการรับรู้จากพืช อัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างอย่างง่าย โดยไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive method) ที่สัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืช และชีวมวล เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังในระดับพื้นที่ เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปวางแผนการจัดการพื้นที่ และสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศ

กรมวิชาการเกษตรได้มีส่วนร่วมโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร การศึกษาถึงศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตรด้วยแนวทางที่ต้องไม่ลดความสามารถในการแข่งขัน และความมั่นคงทางอาหารของประเทศ จึงเป็นแนวทางที่ยั่งยืน อีกทั้งข้อมูลที่ได้สามารถสนับสนุนการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่ต้องมีการเก็บและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบตามหลักการของ IPCC การศึกษาศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมันสำปะหลัง จึงให้ความสำคัญกับชนิด พันธุ์ และการจัดการแปลงที่มีผลต่อการดูดซับก๊าซเรือนกระจก มีกรอบแนวคิดในการศึกษาดังนี้



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1 ความเชื่อมโยงของการดำเนินกิจกรรมงานวิจัยในโครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินการวิจัยและพัฒนาดังนี้ (1) ศึกษาศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังในการดูดซับ CO_2 (2) ประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง และ (3) เพื่อให้ได้รูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง วิธีการดำเนินงานวิจัยศึกษาการดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการทางสรีรวิยาที่เกี่ยวข้อง ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุ่น Li-6400XT ในพันธุ์มันสำปะหลัง การจัดการ และช่วงอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ด้านการประเมินและรูปแบบการประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินการเก็บข้อมูลการสะสมมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน การสะสมปริมาณอินทรียคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง และคุณสมบัติของดินหลังปลูก ผลการดำเนินงานวิจัยพบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ (1) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในแต่ละอายุการเจริญเติบโต (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 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้จะช่วยดูดซับ CO_2 บรรเทาปัญหาภาะโลกร้อน

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ลักษณะการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อการสะสมมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีการสะสมสูงสุดที่รากสะสมอาหารเฉลี่ย 47.94% รองลงมาคือ เหง้า ใบ ลำต้น และก้านใบ มีค่าเฉลี่ย 45.20 44.03 43.95 และ 39.95% ตามลำดับ จากการศึกษามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ซึ่งเป็นพันธุ์หนึ่งที่มีพื้นที่ปลูกมากในประเทศไทย พบว่า มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1.46 ตันคาร์บอนต่อไร่ เมื่อมีการปลูกร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สามารถกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นเป็น 1.67 ตันคาร์บอนต่อไร่ ดังนั้นการเลือกใช้พันธุ์และการใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพืช การปลูกมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูกสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1.4 ตันคาร์บอนต่อไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตันคาร์บอนต่อไร่ จากการทดลอง มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์ต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินในพื้นที่การผลิต จากการดำเนินงานของโครงการจะเห็นว่ามันสำปะหลังเป็นพืชไร่ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูก ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปใช้วางแผนการจัดการพื้นที่และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศต่อไป

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การกักเก็บคาร์บอน มวลชีวภาพ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Abstracts

Research project on the potential of greenhouse gas absorption in cassava production areas conduct research and development as follows (1) Study the potential of cassava varieties to absorb CO_2 in cassava production areas (2) Evaluate the potential for greenhouse gas absorption and carbon retention in cassava production areas and (3) to obtain a technical pattern of evaluation of greenhouse gas absorption and carbon capture in cassava production areas. The method of conducting research studies the CO_2 absorption of cassava leaves in photosynthesis processes and related physiological processes with Li-6400XT photosynthesis rate meter in different cassava varieties, management and the growth age ranges. Assessment and model of greenhouse gas absorption potential assessment and carbon retention in cassava production areas. Perform the data of biomass accumulation, carbon retention, Accumulation of organic carbon in different parts of cassava and soil properties after planting. Research results showed that each species of cassava has different CO_2 absorption potential depend on (1) the rate of photosynthesis in each growth ages, (2) the ability to obtain the light intensity of each cassava in the process of photosynthesis especially light compensation point with values varies from age to growth. (3) Absorption of CO_2 concentrations of cassava varieties to the process of photosynthesis. When CO_2 concentrations increased above 400 ppm, the net photosynthesis rate (P_n) increased and received the same CO_2 concentration with a different growth age caused increase in P_n and obtaining the same level of CO_2 concentration, but with different growth ages, gives P_n a different value, only increased light intensity research did not increase P_n. But it must be associated with CO_2 concentration and temperature of the weather. To considered varieties with CO_2 absorption potential, when it uses low and high light intensity well and provides high yield per rai the varieties as follows: Rayong 9, Rayong 11, Rayong 72, CMR57-83-69, Huai Bong 80, and Piroon 2. These varieties will help absorb CO_2 to alleviate global warming.

Biomass assessment and carbon retention in cassava plots was found that the growth characteristics of each species of cassava are different. This causes the effect of the accumulation of biomass in different parts of the cassava. The highest accumulation of organic carbon at the storage roots at an average of 47.94%, second only to cassava stocks, leaves, stems and petioles, with an average of 45.20 44.03 43.95 and 39.95%, respectively. According to the study of Cassava varieties Rayong 72, which is one of the most cultivated varieties in Thailand. It found that it has an average carbon retention potential of 1.46 tons of carbon per rai. When planting with chemical fertilizing rates 16-8-8 kg $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ per rai. Carbon can be stored to 1.67 tons of carbon per rai. So, the right selection of varieties and fertilizing contributes to increasing the carbon retention potential of plants. Cassava planting in a season can hold an average of 1.4 tons of carbon per rai, it accounts for absorbing an average of 5.2 tons of CO_2 per rai. According to the experiment, biomass is directly associated with carbon retention in cassava plants. While the amount of organic carbon in soil correlates with soil carbon retention in the production area. As a result of the project's operations, cassava is seen as a crop with the potential for CO_2 absorption and

carbon retention in the plantations, which can be used to plan the management of the area and use it as information to further greenhouse gases Accounting in agricultural sector in Thailand.

Keywords : cassava, carbon dioxide absorption, carbon Storage, biomass, carbon content

กิจกรรมที่ 1

การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตมันสำปะหลัง
Assessment of Carbon Dioxide Absorption Potential in Cassava Production

อานนท์ มลิพันธ์ วลัยพร ศะศิประภา กุสุมา รอดแผ้วพาล
ธนพันธ์ พงษ์ไทย ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ์
Anon Malipan Walaiporn Sasiprapa Kusuma Rodpawpan
Tanapan Pongthai Pathompong Wongsuwan

บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 26 สายพันธุ์/พันธุ์ ศึกษาการให้ระดับความเข้มแสงและความเข้มข้น CO_2 แตกต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุน LI-6400XT ในการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในปีการผลิต 2563-2564 พบว่า ใบมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มี light compensation point (I_c) แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต ซึ่งช่วงอายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูกมีค่า I_c ใกล้เคียงกัน เมื่ออายุ 6 เดือนหลังปลูก พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีค่า I_c สูงขึ้น ส่วนอายุ 8 เดือนหลังปลูก I_c มีค่าลดลง ทำให้จำนวนใบที่คงอยู่มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในช่วงความเข้มแสงต่ำได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่ light saturation point (I_s) ในแต่ละอายุการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันเด่นชัด โดยพันธุ์ระยอง 9 มีค่า I_s สูงสุดที่ความเข้มแสง 1,242 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก เมื่อวิเคราะห์ความเข้มแสงต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลัง ในช่วงเช้าเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) เพิ่มขึ้นเด่นชัด และมีอัตราเพิ่มขึ้นเด่นชัดเมื่อได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในสภาพความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm ส่วนใหญ่พันธุ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ มีผลทำให้ P_n สูงขึ้น ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภคมี P_n สูงเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์การได้รับความเข้มแสงระดับเดียวกันแต่มีอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ทำให้ P_n มีความแตกต่างกัน จากการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือน มีค่า P_n มากที่สุด หลังจากนั้น P_n มีค่าลดลงเมื่อมีอายุการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่ในช่วงอายุ 8 เดือน ใบมันสำปะหลังมี P_n เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 6 เดือน ในสภาพธรรมชาติ ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเพียงปัจจัยเดียวไม่ทำให้ P_n เพิ่มขึ้น แต่ต้องสัมพันธ์กับความเข้มข้น CO_2 และอุณหภูมิของสภาพอากาศในแปลงปลูก ซึ่งในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. จะมีความเข้มแสงสูงสุดในช่วงรอบวัน แต่ในช่วงเวลาดังกล่าวใบมันสำปะหลังมีค่า Stomatal conductance ลดลง ทำให้การเปิดของปากใบลดลง ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้น CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบลดลง ด้านการดูดซับ CO2 ของพันธุ์มันสำปะหลังต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อความเข้มข้น CO_2 ลดลงจาก 400 ppm ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลง ส่วนการเพิ่มความเข้มข้น CO_2 ทำให้พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มี P_n เพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มข้น CO_2 ระดับเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

แต่มีช่วงอายุการเจริญเติบโตแตกต่างกันทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิแตกต่างกัน โดยในช่วงอายุ 2 และ 8 เดือนหลังปลูก มี P_n สูงกว่าช่วงอายุ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่ำและสูงได้ดี และให้ผลผลิตสูง คัดเลือกพันธุ์ได้ดังนี้ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้สามารถกักเก็บคาร์บอนและทำให้การผลิตมันสำปะหลังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มแสง การสังเคราะห์แสง

Abstracts

Assessment of carbon dioxide absorption potential of 26 cassava varieties/cultivars. Study the different light intensity and CO_2 concentrations. The LI-6400XT portable photosynthesis system was used for growth at 2, 4, 6, and 8 months after planting. The experiment was conducted at the Rayong Field Crops Research Center, Muang District, Rayong Province, in 2020-2021. It was found that each variety of cassava leaves had a different light compensation point (l_c) in each growth period, which between the ages of 2 and 4 months after planting were similar l_c value. After planting for 6 months found that most of the cassava varieties have more l_c values, but after planting for 8-months age was found that resulted in a decrease in the l_c values, resulting in the number of leaves retention for increased photosynthetic efficiency during low light intensity. While the light saturation point (l_s) was not significantly different in each age of growth. The highest l_s value was 1,242 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ were found in Rayong 9 cultivar, during a growing period of 2 months after planting. Analyzing the light intensity on the rate of photosynthesis of cassava varieties, in the morning when the cassava leaves were exposed to the light intensity of more than 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$, the net photosynthesis rate (P_n) was increased and the rate was significantly increased at a light intensity more than 800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$, at the concentration of CO_2 at 400 ppm. Most of the cassava varieties for industrial use when exposed the leaves to light intensity 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ resulted in increased P_n values, while mostly the edible varieties had high P_n when expose to the leaves were to light intensity 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$. Cassava in each variety is exposed to the same level of light intensity, but a different growth period causing P_n value differences. The growth at 2 months after planting gave the highest P_n value, after which the P_n value decreased with the increasing growth age of cassava. However, during the age of 8 months after planting found that the cassava leaves had an increase in the P_n value compared with 6 months after planting. In natural conditions, only increasing light intensity does not enhance the increase in the P_n value, but it must be correlated with CO_2 concentration and weather temperature in planting plots. It revealed that the period time during the day from 1:00-3.00 p.m. gave the highest light intensity. However, during the same period found that the value of stomatal conductance of cassava leaves decreased consistently with a decrease in the opening of the stomata and the amount of intercellular CO_2 concentration of the leaves. CO_2 absorption of cassava varieties on photosynthesis was also evaluated. It found that a reduction of the CO_2

กรมวิชาการเกษตร

concentration from 400 ppm could decrease the net photosynthesis rate. Whereas elevation of the CO_2 concentration could increase the P_n value of most cassava varieties. Meanwhile, cassava leaves were absorbed CO_2 at the same level of concentration whereas there was a different growth age period resulting in different values of net photosynthesis rate. P_n value evaluated in 2 and 8-months-old cassava after planting was higher than 4 and 6-months-old cassava after planting. Considering the cassava varieties that have been potential for CO_2 absorption and exposed to the light intensity at low and high levels were Rayong 9, Rayong 11, Rayong 60, Rayong 72 species, CMR57-83-69, Huai Bong 80, and Piroon 2. These varieties will be retained carbon and cassava production will be produced environmentally friendly in the future.

Keywords : cassava, carbon dioxide absorption, light intensity, photosynthesis

บทนำ (Introduction)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซชนิดหนึ่งในกลุ่มก๊าซเรือนกระจกที่ส่วนใหญ่ถูกปลดปล่อยมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล การเผาเศษซากพืชในพื้นที่เกษตร การตัดต้นไม้ทำลายป่าและการเกิดไฟป่า ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น รวมทั้งทำให้ปริมาณและรูปแบบการกระจายตัวการตกของฝนเปลี่ยนแปลงไป การตกของฝนมีความแปรปรวนและรุนแรงมากขึ้น ความยาวนานของฤดูกาลต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ที่เป็นแหล่งดูดซับ CO_2 และเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญไม่สามารถขยายพื้นที่เพิ่มขึ้นได้ ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 102,488,302 ไร่ คิดเป็น 31.9% ของพื้นที่ทั้งประเทศ ส่วนพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร 149,244,274 ไร่ คิดเป็น 46.5% ของพื้นที่ทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจะถูกพืชนำไปใช้ประโยชน์โดยตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งเป็นกระบวนการค่อนข้างซับซ้อน มีหลายขั้นตอนและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสัมพันธ์กับความเข้มแสง อุณหภูมิ และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสารที่สังเคราะห์ได้จะถูกลำเลียงถ่ายเทและแบ่งสรรปันส่วนไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช สารสังเคราะห์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช สำหรับมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีพฤติกรรมกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ C3-C4 intermediate เนื่องจากพบกิจกรรมของเอ็นไซม์ Phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) ภายในใบ แต่ไม่พบภายวิภาคใบแบบ Kranz anatomy ของพืช C4 (El-Sharkawy, 2003) ทำให้ใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความยาวนานของพื้นที่ใบ (leaf area duration) ปริมาณน้ำที่ได้รับ และสภาพความเครียดในระหว่างการเจริญเติบโต โดยมันสำปะหลังมีรากสะสมอาหารที่ทำหน้าที่สะสมแป้ง ซึ่งส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรต 20-35% และมีน้ำ 60-65% ทำให้มันสำปะหลังเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการช่วยกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเป็นสารประกอบอินทรีย์

การศึกษาหาสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในกระบวนการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศได้สูงและกักเก็บในส่วนต่าง ๆ ของพืชได้สูง ให้ผลผลิตหัวสดสูง และปริมาณแป้งในหัวสดสูง โดยอธิบายรูปแบบและข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชที่เกี่ยวข้อง ลักษณะการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตต่อพื้นที่ และคุณภาพผลผลิต ซึ่งการประเมินการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของพืชในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต ด้วยวิธีเปรียบเทียบอัตราการสังเคราะห์แสงและกระบวนการทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องด้วยเครื่องวัด

อัตราการสังเคราะห์แสงรุน LI-6400XT Portable Photosynthesis System เป็นเทคนิควิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างวิธีการหนึ่งที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ซึ่งทำให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพืชและชีวมวลในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต เพื่อประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังในระดับแปลงทดลองและพื้นที่ สามารถนำข้อมูลไปใช้วางแผนการจัดการพื้นที่ และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

พื้นที่ป่าไม้ถือว่าเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญและมีประสิทธิภาพต่อการซื้อขายคาร์บอนเครดิต แต่แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น การดูดซับ CO_2 จากบรรยากาศ และนำมากักเก็บคาร์บอนทั้งเหนือพื้นดินและในดินเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน เนื่องจาก CO_2 มีสัดส่วนของการปลดปล่อยออกมามากที่สุด 77% ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และผลจากการตัดไม้และทำลายป่า ทำให้การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศประมาณ 20% (ขนิษฐา และคณะ, 2555) พืชจึงมีบทบาททั้งในด้านการกักเก็บและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 102,484,073 ไร่ คิดเป็น 31.95% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร 149,252,451 ไร่ คิดเป็น 46.54% ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ซึ่งพื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมากและให้ผลผลิตต่อไร่สูง เป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บ CO_2 ที่สำคัญ โดยมันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 และหมุนเวียนการกักเก็บคาร์บอนทั้งในต้นพืช ผลผลิต และภายในดิน

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีพฤติกรรมกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ C3-C4 intermediate เนื่องจากพบกิจกรรมของเอ็นไซม์ Phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPC) ภายในใบมันสำปะหลัง แต่ไม่พบภายวิภาคใบแบบ Kranz anatomy ของพืช C4 (El-Sharkawy, 2003) ทำให้ใบมันสำปะหลังมี light saturation point สูงและมี light compensation point ต่ำ ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสงมีความสัมพันธ์กับความยาวนานของพื้นที่ใบ (leaf area duration) ปริมาณน้ำที่ได้รับ และสภาพความเครียดในระหว่างการเจริญเติบโต ในขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลังเป็นส่วนของรากสะสมอาหารซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประมาณ 20-35% รวมทั้งมันสำปะหลังยังให้ผลผลิตหัวสดสูงต่อไร่ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 4-8 ตันต่อไร่ ทำให้มันสำปะหลังเป็นพืชที่ช่วยกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีทั้งในส่วนของชีวมวลและผลผลิต

ด้านศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังในการดูดซับความเข้นข้น CO_2 Gleadow *et al*. (2009) รายงานว่ามันสำปะหลังสายพันธุ์ MCol 1468 ดำเนินการปลูกทดลองโดยเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในเรือนทดลองที่ระดับ 360 550 และ 710 ppm ตั้งอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนไว้ที่ 30 และ 20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า การเพิ่มขึ้น CO_2 จาก 360 เป็น 550 ppm ทำให้น้ำหนักมวลชีวภาพและผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่เมื่อ CO_2 เพิ่มขึ้นเป็น 710 ppm ทำให้น้ำหนักมวลชีวภาพ จำนวนหัวสดต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตลดลงมีความสัมพันธ์เป็นแนวเส้นตรง และการเพิ่มขึ้นของ CO_2 มีผลทำให้ความปริมาณของ cyanogenic glycosides ในใบมันสำปะหลังเพิ่มสูงขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมการประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตมันสำปะหลัง ประกอบด้วย การดำเนินงานวิจัยจำนวน 1 การทดลอง ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในพันธุ์มันสำปะหลัง

อุปกรณ์

(1) สายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ประกอบด้วยพันธุ์รับรอง พันธุ์แนะนำ และสายพันธุ์ดีเด่นของกรมวิชาการเกษตร ที่ปลูกภายในประเทศ จำนวน 26 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่

มันสำปะหลังพันธุ์อุตสาหกรรม จำนวน 22 พันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ (1) ระยอง 1 (2) ระยอง 3 (3) ระยอง 5 (4) ระยอง 60 (5) ระยอง 90 (6) ระยอง 72 (7) ระยอง 7 (8) ระยอง 9 (9) ระยอง 11 (10) ระยอง 86-13 และ (11) ระยอง 15 รวมทั้งสายพันธุ์ดีเด่น ได้แก่ (12) OMR29-20-118 (13) CMR53-106-24 (14) CMR57-83-69 และ (15) CMR57-83-180 พันธุ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่ (16) เกษตรศาสตร์ 50 และ (17) เกษตรศาสตร์ 72 พันธุ์ของมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ได้แก่ (18) ห้วยบง 60 (19) ห้วยบง 80 และ (20) ห้วยบง 90 พันธุ์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้แก่ (21) พิรุณ 1 และ (22) พิรุณ 2

มันสำปะหลังพันธุ์เพื่อใช้บริโภค จำนวน 4 พันธุ์ ประกอบด้วย (23) ห้านาที (24) ปุยฝ้าย พันธุ์ของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ (25) ระยอง 2 และพันธุ์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้แก่ (26) พิรุณ 4

(2) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุน LI-6400XT Portable Photosynthesis System (บริษัท LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska, USA)

(3) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

(4) เครื่องวัดปริมาณแป้งในหัวสด Reimann scale

วิธีการ

ศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ การดูดใช้ปริมาณ CO_2 และกระบวนการทางสรีรวิยาที่เกี่ยวข้องของใบมันสำปะหลังในตำแหน่งใบที่อายุน้อยที่สุดที่ขยายพื้นที่ใบเต็มที่ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 3 ต้น โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุน LI-6400XT Portable Photosynthesis ในช่วงระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก โดยวัดต้นมันสำปะหลังในต้นเดิมทุกครั้ง

เก็บข้อมูลปริมาณแป้งในหัวสดที่อายุ 9 และ 12 เดือนหลังการปลูก และเก็บข้อมูลผลผลิตหัวสดที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 5 x 8 เมตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

(1) ปลูกมันสำปะหลังตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำการคัดเลือกต้นมันสำปะหลังที่มีความสมบูรณ์เจริญเติบโตสม่ำเสมอใกล้เคียงกันในแปลงมาเป็นท่อนพันธุ์ ใช้ระยะปลูกคือ ระยะห่างระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 100 เซนติเมตร ใช้ขนาดแปลงย่อย 5 x 8 เมตร

(2) วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและการคายน้ำของใบมันสำปะหลัง ในตำแหน่งใบที่อายุน้อยที่สุดที่ขยายพื้นที่ใบเต็มที่ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LI-6400XT Portable Photosynthesis System โดยใช้แสงจากดวงอาทิตย์ ทำ 3 ซ้ำ (ต้น) ในแต่ละพันธุ์ ทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่ช่วงเวลา 07.00 ถึง 18.00 น. ใช้หัววัดแสง (quantum sensor) ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก ดำเนินการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่ต้นเดิมทุกครั้ง

(3) วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ โดยใชแสงจาก LED Light source ที่ความเข้มแสงเทากับ 0 25 50 75 100 200 400 600 800 1,000 1,200 1,400 1,600 1,800 2,000 และ 2,200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำ 3 ซ้ำ

กรมวิชาการเกษตร

(ต้น) และกำหนดความเข้มข้น CO_2 อยู่ระหว่าง 350-380 ppm ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 50-60% และอุณหภูมิ leaf chamber กำหนดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส (℃)

(4) วัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิโดยกำหนดความเข้มข้น CO_2 ดังนี้ (1) ระดับความเข้มข้น 400 ลดลงเป็น 300 200 และ 100 ppm ตามลำดับ และ (2) ระดับความเข้มข้น 400 เพิ่มเป็น 600 และ 800 ppm ตามลำดับ ทำ 3 ซ้ำและกำหนดความเข่มแสง 1,500 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 50-60% และอุณหภูมิ leaf chamber กำหนดไม่เกิน 35 ℃

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย

- อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (Net photosynthesis : P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของวันและช่วงการเจริญเติบโตที่กำหนด
- ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลของการใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงที่สำคัญ เช่น

ค่าการเปิดปากใบ (Stomatal conductance : g_s)

ปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (Intercellular CO_2 concentration : C_i)

อัตราการหายใจของใบ (Leaf transpiration : T_r)

ปริมาณความเข้มแสง อุณหภูมิและความชื้นของอากาศบริเวณทรงพุ่มในรอบวันที่ทำการทดลอง พื้นที่ใบของต้นที่ทำการตรวจวัด ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบ ความสูงทรงต้น ขนาดทรงพุ่ม

- อัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด (Maximum gross photosynthesis rate : P_{max})
- จุดความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ (Light compensation point : I_c) ของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์
- จุดที่พืชอิ่มตัวด้วยแสง คือ เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นถึงจุดหนึ่ง จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงจะไม่มีการเพิ่มขึ้น (Light saturation point : I_s) ของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์
- ประสิทธิภาพการใช้แสง (Quantum efficiency : α) เป็นความชันในช่วงความเข้มแสงต่ำ ในช่วง 0-100 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$
- ค่าควบคุมความโค้งของเส้นกราฟ (Curvature factor : θ)
- อัตราการหายใจในที่มืด (Dark respiration : R_d)
- ปริมาณแป้งในหัวสดที่อายุ 9 และ 12 เดือนหลังปลูก
- ผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือนหลังปลูก

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2564

สถานที่ทำการทดลอง แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ปลูกในเดือนมิถุนายน 2563 เก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสดในเดือนพฤษภาคม 2564

ผลการทดลองและอภิปราย (Results and Discussion)

การทดลองที่ 1.1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในพันธุ์มันสำปะหลัง

การประเมินศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่าการเปิดปากใบ ความเข้มข้น CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (C_i) และอัตราการหายใจ ของใบมันสำปะหลังในตำแหน่งใบที่อายุน้อยและขยายพื้นที่ใบเต็มที่ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังต่าง ๆ ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัย

ระบบวิชาการเกษตร

พืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในปี 2563-2564 ศึกษาข้อมูลในระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า

ระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก

การเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกในเดือนสิงหาคม การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ใบมันสำปะหลังเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น แต่เมื่อความเข้มแสงลดลงที่ระดับ 600 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงเด่นชัดในทุกพันธุ์ เมื่อวิเคราะห์ light compensation point (l_c) พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่าต่ำสุด 7.90 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนสายพันธุ์ CMR53-106-24 มีค่าสูงสุด 100.00 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การวิเคราะห์ light saturation point (l_s) พบว่า พันธุ์พิรุณ 4 มีค่าต่ำสุด 656.80 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนพันธุ์ระยอง 9 มีค่าสูงสุด 1,242.10 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ โดยพันธุ์มันสำปะหลังที่มีค่า l_c ต่ำ และ l_s สูง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 5 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 86-13 ระยอง 15 ห้วยบง 80 ห้วยบง 90 พิรุณ 1 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 (Table 1)

อัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลัง

ศักยภาพอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงสูงสุดในการทดลองที่ระดับ 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น โดยพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูง คือ พันธุ์ระยอง 1 เกษตรศาสตร์ 50 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภค ได้แก่ พันธุ์ปุยฝ้าย มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 32.24 31.07 30.50 และ 31.30 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ แต่ในบางพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเมื่อได้รับให้ความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ได้แก่ พันธุ์พิรุณ 2 และระยอง 7 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 30.23 และ 27.50 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ การทดลองเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงตั้งแต่ 600 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ขึ้นไป ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มแสงที่ต่ำกว่า 400 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด (P_{max}) ของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า พันธุ์ปุยฝ้าย (พันธุ์บริโภค) มีค่า P_{max} สูงสุด 38.21 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ ระยอง 3 ระยอง 11 ห้านาที และพิรุณ 1 มีค่า P_{max} เท่ากับ 37.89 37.65 37.47 และ 37.33 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ มีความสอดคล้องกับ light saturation point ของพันธุ์ดังกล่าว ในขณะที่พันธุ์ที่มีค่า P_{max} ต่ำสุด คือ พันธุ์ระยอง 2 สายพันธุ์ CMR57-83-180 และพิรุณ 4 มีค่า P_{max} เท่ากับ 28.10 29.42 และ 29.82 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลัง

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลัง ในการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อลดความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber จาก 400 เป็น 300 200 และ 100 ppm ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงตามระดับความเข้มข้น CO_2 ที่ลดลง โดยเฉพาะเมื่อระดับความเข้มข้น CO_2 ลดลงต่ำกว่า 200 ppm เนื่องจากมีผลทำให้ C_i ลดลง ในขณะที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 600 และ 800 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้น CO_2 ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ Ci เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 600 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มขึ้นของ CO_2 จาก 600 เป็น 800 ppm (ตารางที่ 2)

ศักยภาพการดูดซับ CO_2 ของพันธุ์มันสำปะหลังในการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่า พันธุ์ที่สามารถดูดซับ CO_2 ได้ดี เมื่อได้รับความเข้มข้น CO_2 เพิ่มขึ้น จากระดับ 400 ppm เป็น 600 และ 800 ppm ในพันธุ์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม คือ พันธุ์ระยอง 1 สายพันธุ์ CMR57-83-69 และ CMR53-106-24 เกษตรศาสตร์ 50

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภคคือ พันธุ์พิรุณ 2 เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) 27.41 26.19 25.60 25.35 และ 26.53 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อได้รับความเข้มข้น CO_2 ระดับ 600 ppm มี P_n เท่ากับ 38.07 36.92 34.88 34.98 และ 38.20 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น CO_2 ระดับ 800 ppm มี P_n เท่ากับ 44.13 42.19 38.53 41.32 และ 44.43 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การสังเคราะห์แสงในสภาพธรรมชาติ

อัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกในสภาพธรรมชาติ ดำเนินเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่วงเวลา 07.00–17.00 น. ในเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน สภาพอากาศรอบวันในระหว่างดำเนินการทดลองบางช่วงเวลาท้องฟ้ามีเมฆมากและบางช่วงเวลามีฝนตกทำให้ความเข้มแสงที่ใบมันสำปะหลังได้รับไม่สอดคล้องกับช่วงเวลาของรอบวัน รวมทั้งความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันยังมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ซึ่งความเข้มแสงที่ลดลงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ จากการศึกษาเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้ใบมันสำปะหลังมีการเปิดปากใบเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในทุกสายพันธุ์/พันธุ์ และทำให้ C_i เพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามการดำเนินงานวิจัยในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. พบว่า ปริมาณ CO_2 ในอากาศในพื้นที่แปลงปลูกมันสำปะหลังมีความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber ลดลงอยู่ระหว่าง 300-340 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงเวลา 07.00-08.00 น. ที่มีความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber อยู่ระหว่าง 340-400 ppm ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณความเข้มแสงที่ใบมันสำปะหลังได้รับ ส่วนอัตราการหายใจพบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับอุณหภูมิอากาศและความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น

สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงค่อนข้างดีในสภาพความเข้มแสงต่ำในช่วง 100-200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 ระยอง 86-13 และระยอง 15 ส่วนการได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในบางช่วงเวลาของวันในระหว่างดำเนินการทดลอง พบว่า ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเพียงปัจจัยเดียวไม่ทำให้ P_n สูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของ P_n มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ปริมาณความเข้มข้น CO_2 ในอากาศ อุณหภูมิอากาศในช่วงเวลานั้น เป็นต้น เช่น สายพันธุ์ OMR29-20-118 การได้รับความเข้มแสง 1,213 และ 2,072 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ไม่ทำให้ P_n มีความแตกต่างกันเท่ากับ 22.49 และ 22.18 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เนื่องจากมีความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber มีค่าเท่ากับ 358 และ 352 ppm ตามลำดับ การได้รับความเข้มแสง 1,213 และ 2,072 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้ค่า C_i มีค่าเท่ากับ 284 และ 277 µmol mol^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับพันธุ์ระยอง 72 และสายพันธุ์ CMR57-83-180 (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของตัวแปร light response curves ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ประกอบด้วย Maximum gross photosynthetic rate (P_{max}), light compensation point (I_c), light saturation point (I_s), quantum efficiency (α), curvature factor (θ), and dark respiration (R_d) ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนสิงหาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	P_{max} ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	I_c ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	I_s ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	α ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	θ	R_d ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
ระยอง 1	34.33	28.80	977.40	0.0654	0.6357	1.85
ระยอง 3	37.89	79.60	1053.60	0.0724	0.5401	5.36
ระยอง 5	35.16	14.40	1043.30	0.0712	0.0722	1.00
ระยอง 7	32.61	53.20	1073.40	0.0627	0.5087	3.17
ระยอง 9	32.61	49.00	1242.10	0.0627	0.5087	3.17
ระยอง 11	37.65	49.50	1024.40	0.0610	0.6060	2.92
ระยอง 86-13	28.71	48.10	1003.20	0.0731	0.4138	3.27
ระยอง 15	36.21	86.70	1018.20	0.0679	0.6507	5.54
ระยอง 60	29.53	93.10	1083.80	0.0601	0.7999	5.36
ระยอง 72	31.66	90.60	1079.80	0.0547	0.6893	4.70
ระยอง 90	32.69	90.35	1289.91	0.0708	0.4723	5.75
ระยอง 2 [1/]	28.10	47.90	930.70	0.0651	0.5057	2.95
ห้านาที [1/]	37.47	98.90	1107.80	0.0623	0.3812	5.56
CMR53-106-24	30.65	100.00	1086.60	0.0708	0.5999	5.85
CMR57-83-69	32.16	22.90	1031.60	0.0651	0.7482	1.48
CMR57-83-180	29.42	20.10	931.90	0.0580	0.6427	1.15
OMR29-20-118	32.87	49.10	961.30	0.0685	0.5136	3.19
เกษตรศาสตร์ 50	28.25	7.90	810.90	0.0742	0.5732	0.58
เกษตรศาสตร์ 72	30.96	24.70	870.60	0.0720	0.6340	1.74
ห้วยบง 60	31.31	32.50	996.30	0.0560	0.5413	1.77
ห้วยบง 80	33.32	47.40	1074.80	0.0657	0.5613	2.98
ห้วยบง 90	25.83	50.15	1234.03	0.0461	0.5956	2.23
พิรุณ 1	37.33	52.10	1025.00	0.0713	0.4734	3.52
พิรุณ 2 [1/]	31.04	23.20	784.90	0.0605	0.7961	1.39
พิรุณ 4 [1/]	29.82	15.90	656.80	0.0606	0.7894	0.96
ปุยฝ้าย [1/]	38.21	44.10	959.90	0.0554	0.7353	2.40

[1/] : พันธุ์เพื่อบริโภค

ศรีวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกันของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนสิงหาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกัน										
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ระยอง 1	ParIn	126	145	209	291	708	586	473	1,522	2,057	1,298	319
	P_n	1.07	2.95	5.46	8.16	17.29	15.13	14.45	18.28	16.31	13.46	4.11
ระยอง 3	ParIn	141	160	229	263	886	506	556	1,879	1,823	1,254	307
	P_n	1.70	2.98	5.95	5.16	19.92	12.64	14.32	19.61	17.05	15.31	5.51
ระยอง 5	ParIn	147	129	246	424	341	749	633	1,552	1,741	1,531	720
	P_n	2.74	1.97	6.43	13.36	8.14	18.52	17.34	22.42	19.37	17.41	7.86
ระยอง 7	ParIn	157	2.13	153	506	706	785	630	1,747	1,746	1,531	330
	P_n	2.99	4.44	2.00	15.48	19.61	20.04	18.41	23.04	21.94	20.29	7.20
ระยอง 9	ParIn	174	200	550	610	782	671	602	2,000	1,288	1,324	960
	P_n	3.56	4.60	15.5	16.52	18.60	16.11	19.06	21.32	17.40	18.07	9.96
ระยอง 11	ParIn	172	201	386	492	765	743	1,809	1,275	466	1,119	298
	P_n	2.49	4.21	11.4	14.26	18.59	19.11	21.06	20.47	9.23	12.50	5.22
ระยอง 86-13	ParIn	178	183	535	553	664	521	1,783	1,718	1,774	635	176
	P_n	3.85	3.59	11.3	14.37	16.59	13.14	18.61	18.14	17.55	10.97	2.51
ระยอง 15	ParIn	167	251	786	546	743	596	1,861	1,250	1,681	261	129
	P_n	3.71	6.59	19.8	15.35	18.57	15.88	21.07	19.67	19.01	5.85	0.49
ระยอง 60	ParIn	196	228	900	552	679	633	1,697	891	1,574	546	258
	P_n	4.64	6.23	20.7	14.23	16.68	15.91	20.91	18.42	17.58	6.61	3.36
ระยอง 72	ParIn	188	267	851	484	633	497	1,616	1,636	459	913	235
	P_n	4.39	7.24	19.9	13.78	15.84	13.25	21.50	20.30	9.59	12.74	3.81
ระยอง 90	ParIn	217	222	622	532	694	672	1,328	1,218	346	1,109	152
	P_n	4.94	6.90	17.2	13.78	16.55	17.54	20.35	19.58	8.45	9.36	1.77
ระยอง 2	ParIn	167	249	681	612	640	1,256	701	1,537	1,492	1,430	178
	P_n	2.46	4.88	14.22	11.86	11.53	14.37	9.40	12.17	13.54	13.63	1.20
ห้านาที	ParIn	152	218	924	530	663	554	1,358	1,472	434	275	223
	P_n	1.87	4.28	18.4	13.59	16.18	12.78	19.38	17.94	6.39	2.79	2.18
CMR53-106-24	ParIn	133	264	691	561	688	608	927	1,123	236	929	75
	P_n	2.41	7.43	18.9	15.47	16.75	15.97	19.32	20.13	4.88	12.22	-1.11
CMR57-83-69	ParIn	150	309	400	705	742	665	872	724	1,591	520	68
	P_n	2.60	9.52	11.8	18.90	17.48	17.40	19.81	19.90	17.97	8.32	-1.68
CMR57-83-180	ParIn	156	265	310	738	563	488	842	1,026	1,143	1,391	43
	P_n	2.91	6.64	8.16	17.20	13.32	13.22	17.24	16.97	15.93	14.17	-2.51
OMR20-29-118	ParIn	175	269	760	500	656	471	1,156	1,315	339	1,203	216
	P_n	3.35	7.59	16.8	13.08	15.58	12.47	18.57	17.87	7.49	9.97	2.52
เกษตรศาสตร์ 50	ParIn	141	182	231	310	587	580	640	604	1,514	1,567	1,219
	P_n	1.04	3.41	5.93	8.92	16.22	15.39	15.69	13.85	17.23	15.89	12.12
เกษตรศาสตร์ 72	ParIn	201	163	232	490	843	504	1,616	1,636	459	1,595	1,120
	P_n	3.21	2.87	4.91	14.06	19.95	15.51	21.50	20.30	9.59	16.17	7.35
ห้วยบง 60	ParIn	155	222	222	575	732	694	540	878	1,771	1,560	375
	P_n	2.02	5.00	5.70	16.47	19.09	17.69	14.59	20.13	20.36	16.60	6.29
ห้วยบง 80	ParIn	139	196	445	606	655	657	506	1,688	2,104	1,036	373
	P_n	1.45	5.08	13.0	16.58	17.99	16.39	13.92	19.53	18.18	16.99	6.06
ห้วยบง 90	ParIn	173	160	486	540	605	588	529	341	1,830	1,460	957
	P_n	3.09	3.53	15.0	15.48	15.74	15.25	13.28	8.99	16.54	15.37	10.99
พิรุณ 1	ParIn	189	165	547	530	698	791	1,580	1,114	1,657	867	962
	P_n	3.27	3.59	15.3	14.43	17.62	17.78	20.50	17.74	17.67	13.80	12.81
พิรุณ 2	ParIn	166	276	605	604	1,750	1,060	1031	1,796	1,582	1,130	193
	P_n	1.35	5.72	13.08	11.17	18.38	17.44	13.65	15.72	16.44	15.59	3.01
พิรุณ 4	ParIn	158	318	506	588	1,598	1,131	1873	1,348	1,445	1,434	178
	P_n	1.18	7.15	10.32	10.89	18.90	18.91	17.11	13.99	16.68	18.23	2.16
ปุยฝ้าย	ParIn	145	234	540	391	595	1,475	512	430	942	996	124
	P_n	1.11	3.92	11.97	7.69	9.97	15.96	8.78	7.89	14.84	14.38	-0.17

หน่วย : Parin (μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$) P_n (μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$)

ศรีบูรณ์ราษฎร์

ตารางที่ 3 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) และปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (C_i) ที่ระดับความเข้มข้น CO2 ภายใน leaf chamber ที่แตกต่างกัน ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนสิงหาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	ค่า P_n และ C_i ในระดับความเข้มข้น CO_2 ที่แตกต่างกัน (ppm)[1/]						
		400	300	200	100	400	600	800
ระยอง 1	P_n	25.77	18.87	11.59	3.25	27.41	38.07	44.13
	C_i	229.3	177.1	128.0	79.5	249.2	384.2	535.3
ระยอง 3	P_n	20.31	15.17	8.39	1.45	19.36	28.10	34.33
	C_i	244.4	179.9	127.8	83.7	210.9	300.0	400.1
ระยอง 5	P_n	19.74	14.35	10.67	3.06	22.81	30.86	33.22
	C_i	261.6	194.4	137.4	79.3	255.2	402.7	576.4
ระยอง 7	P_n	17.57	14.72	7.79	2.46	17.88	25.96	29.91
	C_i	271.1	186.8	142.7	80.1	247.0	373.0	529.3
ระยอง 9	P_n	19.10	15.61	10.36	2.27	20.62	26.16	34.21
	C_i	282.2	204.8	147.4	72.8	265.3	421.9	630.0
ระยอง 11	P_n	21.45	18.19	13.77	2.35	24.56	33.29	33.45
	C_i	296.4	210.0	160.9	77.6	267.5	430.4	594.3
ระยอง 86-13	P_n	21.39	18.21	12.98	2.13	24.21	31.50	31.70
	C_i	289.2	205.2	150.4	72.0	269.1	424.9	612.9
ระยอง 15	P_n	21.07	17.57	10.79	2.94	24.79	31.75	31.44
	C_i	285.8	206.1	133.9	74.5	264.3	436.0	628.1
ระยอง 60	P_n	17.99	14.68	9.05	1.82	20.78	27.83	28.95
	C_i	283.0	196.2	130.9	73.8	254.4	393.4	577.9
ระยอง 72	P_n	17.21	13.22	8.73	2.34	19.13	26.76	29.12
	C_i	258.0	189.9	129.8	74.6	240.0	367.9	528.9
ระยอง 90	P_n	23.58	17.87	13.87	1.96	22.97	27.59	25.63
	C_i	286.4	211.3	161.2	77.9	281.8	447.1	657.1
ระยอง 2	P_n	19.47	15.35	12.40	1.25	20.24	27.36	29.22
	C_i	263.5	192.8	158.5	86.1	270.4	412.1	580.5
ห้านาที	P_n	17.15	12.08	6.45	0.65	17.79	27.39	32.96
	C_i	223.9	174.7	130.4	89.3	198.6	276.5	328.9
CMR53-106-24	P_n	23.16	17.64	10.30	2.20	25.60	34.88	38.53
	C_i	278.4	206.9	144.3	86.4	266.5	414.3	585.5
CMR57-83-69	P_n	23.46	18.04	10.67	2.03	26.19	36.92	42.19
	C_i	272.5	201.9	141.4	86.4	263.7	408.6	574.8
CMR57-83-180	P_n	20.64	14.81	8.48	1.33	21.04	31.08	35.18
	C_i	258.4	195.9	137.1	86.8	247.8	375.9	543.0
OMR20-29-118	P_n	18.51	14.01	8.30	1.30	20.83	30.25	33.72
	C_i	264.1	197.5	138.1	87.6	252.2	385.1	551.5
เกษตรศาสตร์ 50	P_n	22.79	19.80	13.24	1.82	25.35	34.98	41.32
	C_i	168.8	100.5	56.3	72.9	130.9	223.2	491.8
เกษตรศาสตร์72	P_n	24.17	17.88	10.58	1.69	25.14	33.08	36.30
	C_i	267.6	201.3	140.7	87.5	261.8	408.4	573.5
ห้วยบง 60	P_n	20.13	16.72	11.48	1.58	22.49	29.00	31.18
	C_i	284.2	205.9	148.0	74.4	263.8	417.2	589.2
ห้วยบง 80	P_n	19.59	15.90	11.80	2.05	20.43	27.29	30.83
	C_i	281.4	200.4	139.8	79.5	254.6	401.1	566.5
ห้วยบง 90	P_n	13.78	10.73	7.09	2.18	14.17	19.33	21.56
	C_i	251.9	182.3	135.3	81.8	238.8	365.0	514.2
พิรุณ 1	P_n	17.49	14.82	8.52	2.02	20.73	29.34	32.78
	C_i	285.8	200.6	128.1	85.6	257.4	397.4	570.7
พิรุณ 2	P_n	23.94	18.49	10.51	1.94	26.53	38.20	44.43
	C_i	268.4	197.6	139.5	86.0	254.3	387.4	547.5
พิรุณ 4	P_n	22.25	16.25	9.28	1.41	22.98	33.85	40.67
	C_i	241.4	184.2	132.5	86.7	228.2	346.5	485.8
ปุยฝ้าย	P_n	22.03	16.69	8.87	1.54	19.08	26.06	32.10
	C_i	222.5	161.2	110.4	79.6	161.4	198..7	259.5

หน่วย : P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$) C_i (µmol mol^{-1})

[1/] : ความเข้มแสงใน leaf chamber ที่ระดับ 1,500 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$

ลิขสิทธิ์ของ

ระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก

การเจริญเติบโตที่อายุ 4 เดือนหลังปลูกในเดือนตุลาคม พบว่า เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงที่ระดับ 2,000 และ 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ไม่ทำให้ใบมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้นแตกต่างกันอย่างเด่นชัด และเมื่อได้รับความเข้มแสงลดลงที่ระดับ 600 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงในทุกพันธุ์ การวิเคราะห์ค่า l_c พบว่า พันธุ์ระยอง 72 มีค่าต่ำสุด 45.10 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนสายพันธุ์ CMR53-106-24 มีค่าสูงสุด 96.30 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การวิเคราะห์ l_s พบว่า พันธุ์เพื่อใช้ในการบริโภค ได้แก่ พันธุ์ห้านาที และระยอง 2 มีค่าต่ำสุด 666.78 และ 672.47 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ CMR57-83-69 มีค่าสูงสุด 1,202.75 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ โดยพันธุ์มันสำปะหลังที่มีค่า l_c ต่ำ และ l_s สูง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 5 ระยอง 9 ระยอง 86-13 ระยอง 72 ระยอง 90 ห้วยบง 60 ห้วยบง 80 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 (ตารางที่ 4)

อัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลัง

ศักยภาพอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ พันธุ์มันสำปะหลังจำนวนหลายพันธุ์ไม่มี P_n เพิ่มขึ้นเด่นชัด ในขณะที่พันธุ์สำหรับใช้ในการบริโภค ได้แก่ พันธุ์ห้านาที และระยอง 2 เมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้การสังเคราะห์แสงสุทธิมีอัตราที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ โดยพันธุ์มันสำปะหลังที่มี P_n สูงเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ คือ สายพันธุ์ CMR57-83-180 มี P_n มากที่สุด 27.82 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์พิรุณ 2 เกษตรศาสตร์ 50 และสายพันธุ์ OMR29-20-118 มี P_n มากที่สุด 26.49 26.11 และ 26.06 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์มันสำปะหลังที่ได้รับความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้มี P_n สูง คือ พันธุ์ระยอง 9 มี P_n เท่ากับ 27.24 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 72 ระยอง 7 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 26.44 26.34 และ 25.28 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์มันสำปะหลังที่มี P_n ต่ำ ได้แก่ สายพันธุ์ CMR53-106-24 พันธุ์ระยอง 2 และระยอง 15 เท่ากับ 16.01 19.93 และ 23.25 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์ที่ได้รับความเข้มแสง 100 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ มี P_n สูงสุดคือ พันธุ์ห้วยบง 60 มี P_n เท่ากับ 2.35 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ปุยฝ้าย และสายพันธุ์ CMR57-83-69 มี P_n เท่ากับ 2.18 2.14 และ 2.10 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ การเปรียบเทียบ P_n ของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า การเจริญเติบโตของพันธุ์มันสำปะหลังในช่วงอายุ 4 เดือนหลังปลูก อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 2 เดือนหลังปลูก ยกเว้นพันธุ์ระยอง 90 และสายพันธุ์ OMR29-20-18 มี P_n ไม่มีความแตกต่างกันเด่นชัด ในขณะที่พันธุ์ระยอง 60 ระยอง 72 ระยอง 7 ระยอง 9 และสายพันธุ์ CMR57-83-180 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Table 4)

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุด (P_{max}) ของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-69 มีค่า P_{max} มากที่สุด 35.28 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ OMR29-20-118 CMR57-83-180 และระยอง 72 มีค่า P_{max} เท่ากับ 35.06 34.25 และ 34.06 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับ l_s ในแต่ละพันธุ์ ส่วนพันธุ์ที่มีค่า P_{max} ต่ำสุด คือ สายพันธุ์ CMR53-106-24 และพันธุ์ระยอง 2 มีค่า P_{max} เท่ากับ 21.63 และ 26.23 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) โดยอัตราการสังเคราะห์แสงรวมสูงสุดของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลัง

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber ลดลงจาก 400 เป็น 300 200 และ 100 ppm ทำให้ P_n ลดลงตามระดับความเข้มข้น CO_2 ซึ่งเมื่อระดับ

กรมวิชาการเกษตร

ความเข้มข้น CO_2 ลดลงเหลือ 100 ppm ทำให้ P_n ลดลงอยู่ระหว่าง 2.12-4.45 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ โดยเฉพาะสายพันธุ์ระยอง 60 มี P_n ต่ำสุด 2.12 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และมีค่า C_i เท่ากับ 60.7 µmol mol^{-1} ในขณะที่สายพันธุ์ CMR57-83-180 มี P_n สูงสุด 4.45 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ มีค่า C_i เท่ากับ 72.8 µmol mol^{-1} ส่วนการเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 600 และ 800 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมี P_n สูงขึ้นตามระดับความเข้มข้น CO_2 ที่เพิ่มขึ้น และทำให้ค่า C_i เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 600 ppm ทำให้ค่า P_n เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 4.34-7.36 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มขึ้นของ CO_2 จาก 600 เป็น 800 ppm ที่มี P_n เพิ่มขึ้น 0.39-3.45 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$

พันธุ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมที่มี P_n สูงที่ความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm คือ สายพันธุ์ CMR57-83-180 พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 7 และระยอง 11 มี P_n เท่ากับ 24.14 23.88 23.22 และ 22.95 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภค คือ พันธุ์ปุยฝ้าย มี P_n เท่ากับ 22.41 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนความเข้มข้น CO_2 ระดับ 600 ppm พันธุ์เพื่ออุตสาหกรรมที่มี P_n สูงคือ ระยอง 9 CMR57-83-180 ระยอง 11 และ CMR57-83-69 เท่ากับ 30.92 30.83 29.42 และ 29.38 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภค คือ พันธุ์ปุยฝ้าย และพิรุณ 2 มี P_n เท่ากับ 29.59 และ 29.53 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น CO_2 ระดับ 800 ppm พันธุ์เพื่ออุตสาหกรรมที่มี P_n สูง คือ ระยอง 9 CMR57-83-180 CMR57-83-69 และระยอง 5 เท่ากับ 32.48 32.02 31.75 และ 31.26 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภคคือ พันธุ์พิรุณ 2 และพิรุณ 4 มี P_n เท่ากับ 32.59 และ 31.17 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

การสังเคราะห์แสงในสภาพธรรมชาติ

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูกในสภาพธรรมชาติ ในช่วงเวลา 07.00–17.00 น. ในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝน สภาพอากาศของรอบวันในระหว่างดำเนิน บางช่วงเวลาท้องฟ้ามีเมฆมากและบางช่วงเวลามีฝนตกทำให้ความเข้มแสงที่ใบมันสำปะหลังได้รับไม่สอดคล้องกับช่วงเวลาของรอบวัน จากการศึกษาพบว่า ความเข้มแสงในสภาพธรรมชาติขณะดำเนินงานวิจัยสูงสุดมีค่าไม่เกิน 1,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ โดยพันธุ์มันสำปะหลังที่มี P_n เมื่อได้รับความเข้มแสงต่ำในช่วง 70-100 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ประกอบด้วย สายพันธุ์ CMR57-83-69 ระยอง 3 และ CMR57-83-180 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 4.02 3.55 และ 3.36 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 60 และระยอง 15 มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำสุด 2.08 และ 2.08 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์มันสำปะหลังที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่เพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่สูงขึ้นได้ดี คือ พันธุ์ระยอง 72 ซึ่งเมื่อได้รับความเข้มแสง 600 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้มี P_n เท่ากับ 30.39 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ สูงกว่ามันสำปะหลังพันธุ์อื่น ๆ ที่ได้รับความเข้มแสงและในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน เช่น พันธุ์ระยอง 7 และห้วยบง 60 ซึ่งได้รับความเข้มแสง 634 และ 713 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ทำให้มี P_n เท่ากับ 21.07 และ 20.20 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ แม้ว่ามีค่า g_s และ C_i ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 6)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของตัวแปร light response curves ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ประกอบด้วย Maximum gross photosynthetic rate (P_{max}), light compensation point (I_c), light saturation point (I_s), quantum efficiency (α), curvature factor (θ), and dark respiration (R_d) ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนตุลาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	P_{max} ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	I_c ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	I_s ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	α ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	θ	R_d ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
ระยอง 1	32.56	66.75	953.49	0.0618	0.6796	3.95
ระยอง 3	32.23	88.70	917.10	0.0572	0.7569	4.86
ระยอง 5	32.63	83.90	1,007.25	0.0626	0.7023	4.98
ระยอง 7	33.50	72.61	899.78	0.0691	0.6826	4.77
ระยอง 9	32.19	69.34	969.85	0.0604	0.7082	4.02
ระยอง 11	22.52	90.30	913.13	0.0568	0.5965	4.64
ระยอง 86-13	25.96	73.90	1,083.98	0.0629	0.5703	4.28
ระยอง 15	29.01	68.70	856.50	0.0607	0.7385	4.00
ระยอง 60	29.61	76.70	913.60	0.0694	0.6652	4.99
ระยอง 72	34.06	45.10	967.40	0.0704	0.4057	3.00
ระยอง 90	32.06	77.18	1,001.57	0.0653	0.6544	4.75
ระยอง 2 [1/]	26.23	72.72	672.47	0.0634	0.7726	4.41
ห้านาที [1/]	26.68	74.42	666.78	0.0606	0.7902	4.33
CMR53-106-24	21.33	96.30	1,177.04	0.0554	0.2409	4.45
CMR57-83-69	35.28	80.79	1,202.75	0.0620	0.5494	4.69
CMR57-83-180	34.25	72.77	940.65	0.0641	0.7241	4.48
OMR29-20-118	35.06	81.09	1,011.25	0.0726	0.5504	5.44
เกษตรศาสตร์ 50	33.61	70.21	909.60	0.0704	0.6535	4.68
เกษตรศาสตร์ 72	31.29	76.77	827.73	0.0635	0.7382	4.66
ห้วยบง 60	30.30	59.12	1,044.14	0.0626	0.5755	3.51
ห้วยบง 80	30.16	76.01	976.59	0.0639	0.6639	4.58
ห้วยบง 90	29.94	71.93	858.23	0.0646	0.7059	4.42
พิรุณ 1	26.25	71.50	688.24	0.0666	0.7912	4.56
พิรุณ 2 [1/]	33.25	83.21	932.81	0.0633	0.7651	5.05
พิรุณ 4 [1/]	31.27	72.79	765.88	0.0655	0.7731	4.59
ปุยฝ้าย [1/]	31.51	63.22	826.39	0.0630	0.7784	3.86

[1/] : พันธุ์เพื่อบริโภค

ศรีนวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกันของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนตุลาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกัน										
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ระยอง 1	ParIn	78	60	1/	174	1/	432	458	98	331	139	1/
	P_n	2.68	0.89		6.39		11.84	12.91	3.57	10.90	4.76	
ระยอง 3	ParIn	80	59	1/	161	1/	477	249	110	249	150	1/
	P_n	3.56	1.53		5.03		12.61	7.26	3.52	6.58	5.33	
ระยอง 5	ParIn	77	57	1/	637	1/	152	411	131	214	120	1/
	P_n	2.67	5.33		19.61		5.35	13.35	5.24	8.00	4.70	
ระยอง 7	ParIn	83	62	1/	769	1/	635	423	100	262	111	1/
	P_n	2.97	2.06		21.84		21.07	12.41	4.01	8.74	4.95	
ระยอง 9	ParIn	77	61	1/	795	1/	653	457	179	208	98	1/
	P_n	2.60	1.43		20.59		20.43	13.26	6.26	6.93	3.59	
ระยอง 11	ParIn	73	60	1/	667	1/	532	395	170	186	76	1/
	P_n	2.86	1.26		20.64		16.14	12.13	6.18	6.18	2.72	
ระยอง 86-13	ParIn	80	212	1/	513	1/	492	344	165	164	95	1/
	P_n	2.37	7.71		17.57		15.34	8.23	6.37	7.91	3.22	
ระยอง 15	ParIn	66	147	1/	502	1/	433	359	155	145	85	1/
	P_n	2.09	6.19		15.83		15.52	10.28	4.78	3.82	4.03	
ระยอง 60	ParIn	74	146	1/	511	1/	528	293	179	137	112	1/
	P_n	2.08	5.95		15.29		16.32	8.69	5.71	4.02	3.31	
ระยอง 72	ParIn	89	128	1/	449	1/	600	212	163	141	92	1/
	P_n	2.69	5.12		15.69		30.39	6.55	5.60	5.16	2.63	
ระยอง 90	ParIn	91	189	1/	463	1/	532	228	143	140	97	1/
	P_n	2.31	6.62		18.16		14.56	6.37	4.61	4.48	2.88	
ระยอง 2	ParIn	75	137	1/	491	1/	595	209	158	125	83	1/
	P_n	2.67	5.23		15.19		17.11	6.56	4.90	4.76	2.71	
ห้านาที	ParIn	77	163	1/	386	1/	617	304	163	126	110	1/
	P_n	2.13	5.28		11.93		17.45	7.78	4.74	4.73	3.60	
CMR53-106-24	ParIn	85	147	1/	423	1/	486	193	137	179	81	1/
	P_n	2.77	6.22		10.52		13.38	6.36	4.78	7.13	2.83	
CMR57-83-69	ParIn	96	114	1/	416	1/	450	161	83	210	87	1/
	P_n	4.02	4.48		15.38		13.24	5.11	3.10	7.80	2.42	
CMR57-83-180	ParIn	90	159	1/	352	1/	504	170	157	202	89	1/
	P_n	3.36	6.08		12.03		14.46	6.00	5.12	7.45	3.12	
OMR20-29-118	ParIn	82	134	1/	465	1/	621	358	183	298	92	1/
	P_n	3.12	4.41		14.97		19.69	8.42	5.22	6.72	2.54	
เกษตรศาสตร์ 50	ParIn	69	78	1/	181	1/	668	455	104	327	133	1/
	P_n	2.36	2.74		4.82		19.94	13.19	3.83	11.81	5.47	
เกษตรศาสตร์ 72	ParIn	90	64	1/	177	1/	708	416	90	264	126	1/
	P_n	2.63	1.66		5.59		22.35	2.17	0.79	9.01	4.10	
ห้วยบง 60	ParIn	91	69	1/	174	1/	652	347	157	249	140	1/
	P_n	3.54	1.90		6.85		20.77	8.55	5.61	9.08	5.58	
ห้วยบง 80	ParIn	83	62	1/	368	1/	713	430	168	225	97	1/
	P_n	2.57	2.06		12.70		20.20	14.26	4.59	7.71	3.52	
ห้วยบง 90	ParIn	82	65	1/	519	1/	549	414	168	199	106	1/
	P_n	3.05	1.55		18.34		17.14	13.45	6.41	9.82	2.43	
พิรุณ 1	ParIn	81	76	1/	652	1/	715	345	193	152	97	1/
	P_n	2.43	1.58		18.07		19.52	9.08	6.97	5.18	3.45	
พิรุณ 2	ParIn	73	193	1/	351	1/	581	381	152	140	88	1/
	P_n	2.17	6.48		8.64		15.82	10.85	5.27	6.96	2.46	
พิรุณ 4	ParIn	79	129	1/	428	1/	527	343	161	134	92	1/
	P_n	2.47	4.45		15.92		16.78	11.59	5.27	3.03	3.40	
ปุยฝ้าย	ParIn	86	126	1/	198	1/	690	441	172	223	80	1/
	P_n	2.36	3.76		5.24		21.59	14.80	4.96	5.88	2.09	

หน่วย : Parin (µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$) P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$)

1/ : มีฝนตกระหว่างดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างทดลอง

สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 6 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) และปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (C_i) ที่ระดับความเข้มข้น CO2 ภายใน leaf chamber ที่แตกต่างกัน ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนตุลาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	ค่า P_n และ C_i ในระดับความเข้มข้น CO_2 ที่แตกต่างกัน (ppm)[1/]						
		400	300	200	100	400	600	800
ระยอง 1	P_n	19.27	14.82	9.46	3.16	20.56	27.92	30.12
	C_i	224.0	160.6	111.2	68.4	213.6	345.2	514.9
ระยอง 3	P_n	18.84	14.50	9.30	3.24	18.83	24.68	26.33
	C_i	220.3	160.4	109.4	66.7	214.3	346.2	509.5
ระยอง 5	P_n	22.21	17.27	11.09	3.65	22.13	28.69	31.26
	C_i	215.3	157.4	107.5	67.2	209.0	337.9	497.3
ระยอง 7	P_n	22.28	17.55	11.39	4.01	23.22	28.66	29.05
	C_i	215.5	150.9	102.0	63.7	194.3	336.4	517.8
ระยอง 9	P_n	23.22	18.29	11.70	4.19	23.88	30.92	32.48
	C_i	201.4	144.0	97.6	61.5	183.1	299.9	460.4
ระยอง 11	P_n	22.17	17.30	11.04	3.75	22.95	29.42	31.02
	C_i	223.8	164.0	113.0	68.4	216.1	355.0	527.2
ระยอง 86-13	P_n	15.12	11.48	7.20	2.73	15.18	20.97	23.71
	C_i	207.7	148.5	101.7	61.2	189.6	304.7	454.2
ระยอง 15	P_n	16.57	15.13	9.52	3.25	20.17	27.52	30.56
	C_i	207.1	148.8	102.4	64.7	194.5	317.8	476.0
ระยอง 60	P_n	15.25	8.20	5.33	2.12	17.89	25.10	28.55
	C_i	200.0	145.1	99.1	60.7	227.6	344.1	488.3
ระยอง 72	P_n	19.26	15.29	9.76	3.41	19.68	25.83	27.94
	C_i	239.1	176.6	103.9	65.2	206.3	338.0	516.1
ระยอง 90	P_n	20.25	16.00	14.68	3.27	21.52	28.19	29.65
	C_i	220.6	158.7	142.8	65.4	218.6	366.4	549.3
ระยอง 2	P_n	18.54	13.95	8.85	3.31	19.24	25.66	26.91
	C_i	221.6	166.0	114.3	67.0	218.4	347.8	519.0
ห้านาที	P_n	18.94	14.61	9.23	3.34	20.25	27.36	28.69
	C_i	189.1	139.3	98.4	62.0	185.6	310.2	475.9
CMR53-106-24	P_n	11.66	9.81	6.85	3.31	16.68	23.66	26.87
	C_i	176.4	132.1	95.1	65.4	183.7	291.8	442.3
CMR57-83-69	P_n	22.02	17.16	10.75	3.27	22.50	29.38	31.75
	C_i	232.8	169.0	115.9	68.7	220.6	350.5	513.4
CMR57-83-180	P_n	23.26	18.81	12.28	4.45	24.14	30.83	32.02
	C_i	264.2	191.5	128.9	72.8	257.3	415.4	600.7
OMR20-29-118	P_n	21.57	15.58	8.96	2.97	21.56	26.44	28.66
	C_i	206.0	151.9	124.1	70.2	196.4	337.2	502.3
เกษตรศาสตร์ 50	P_n	16.54	12.78	8.30	3.06	17.10	22.79	24.15
	C_i	241.0	176.9	120.5	63.1	236.6	377.1	551.6
เกษตรศาสตร์72	P_n	20.49	15.75	10.23	3.65	22.15	28.04	28.78
	C_i	211.6	155.3	106.8	65.8	207.2	344.7	517.7
ห้วยบง 60	P_n	16.86	12.08	7.39	2.65	15.61	21.87	24.88
	C_i	204.8	146.9	98.1	60.7	180.2	294.4	446.4
ห้วยบง 80	P_n	19.02	14.41	9.05	3.21	16.35	20.69	21.60
	C_i	213.4	153.8	106.9	63.6	193.5	317.3	472.0
ห้วยบง 90	P_n	21.47	16.53	10.62	4.00	21.20	27.33	28.59
	C_i	221.1	161.4	110.2	65.1	217.9	354.2	525.5
พิรุณ 1	P_n	18.60	14.51	9.39	3.20	19.94	26.15	27.88
	C_i	234.7	169.7	116.9	70.3	226.1	363.1	533.2
พิรุณ 2	P_n	21.88	16.97	10.65	3.62	22.50	29.53	32.59
	C_i	205.1	149.0	104.7	66.1	193.2	308.9	456.5
พิรุณ 4	P_n	20.18	15.84	10.16	3.55	21.75	28.85	31.17
	C_i	210.8	152.5	105.9	65.5	199.3	318.5	462.4
ปุยฝ้าย	P_n	21.81	16.51	10.61	3.85	22.41	29.59	30.22
	C_i	244.2	178.9	121.8	70.4	238.3	381.5	533.2

หน่วย : P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$) C_i (µmol mol^{-1})

[1/] : ความเข้มแสงใน leaf chamber ที่ระดับ 1,500 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$

ลิขสิทธิ์ของ

ระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก

การเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูกในเดือนธันวาคม พบว่า การให้ความเข้มแสงในช่วง 1,400-2,200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ในขณะที่ความเข้มแสงที่ระดับสูงกว่า 200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มแสงที่ระดับ 100 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ การวิเคราะห์ค่า l_c พบว่า พันธุ์พิรุณ 4 มีค่าต่ำสุด 80.05 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 72 และระยอง 15 มีค่า 85.21 และ 86.78 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 1 มีค่า l_c สูงสุด 151.54 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การวิเคราะห์ค่า l_s พบว่า พันธุ์ระยอง 1 มีค่าต่ำสุด 300.05 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 3 และระยอง 2 มีค่า 623.32 และ 654.17 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 86-13 มีค่าสูงสุด 1,102.94 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ ระยอง 9 และระยอง 72 มีค่า 1,031.61 และ 1,007.59 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีค่า l_c ต่ำ และ l_s สูง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 86-13 ระยอง 72 ระยอง 90 และห้วยบง 80 (ตารางที่ 7) ผลการทดลองพบว่า ค่า l_c ของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 2 และ 4 เดือน ในขณะที่ค่า l_s ของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลัง

ศักยภาพอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า พันธุ์เพื่ออุตสาหกรรมที่มี P_n สูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ คือ พันธุ์ระยอง 9 มี P_n เท่ากับ 23.13 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ ระยอง 7 CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 มี P_n เท่ากับ 22.61 21.71 และ 20.63 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์เพื่อใช้บริโภคพบว่า พันธุ์ที่มี P_n สูงสุดคือ พันธุ์ห้านาที มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 20.46 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนพันธุ์ที่มี P_n ต่ำสุดคือ ระยอง 1 และระยอง 3 มี P_n เท่ากับ 3.08 และ 1.43 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ โดยในพันธุ์ระยอง 1 ในช่วงอายุ 2 เดือนหลังปลูก มี P_n มากที่สุด 32.24 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ แต่ในช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก มี P_n ลดลงเด่นชัด ซึ่งการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า มันสำปะหลังหลายพันธุ์มี P_n ในช่วงความเข้มแสง 800-2,200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย ได้แก่ สายพันธุ์ CMR57-83-69 มี P_n ที่ความเข้มแสง 2,200 และ 800 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ เท่ากับ 21.71 และ 20.79 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกัน 0.92 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รวมทั้งพันธุ์ระยอง 90 และระยอง 15 มี P_n แตกต่างกัน 1.45 และ 2.58 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์เพื่อใช้ในการบริโภค พบว่า พันธุ์ปุยฝ้ายพิรุณ 4 มี P_n ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก เมื่อวิเคราะห์ P_n ของพันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละอายุการเจริญเติบโต พบว่า การเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก มี P_n ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการได้รับความเข้มแสงเดียวกันของการเจริญเติบโตที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก

การศึกษาค่า P_{max} ของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า พันธุ์ระยอง 9 มีค่า P_{max} มากที่สุด 32.36 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ห้านาที ระยอง 7 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 มีค่า P_{max} เท่ากับ 30.28 29.95 และ 29.63 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ที่มีค่า P_{max} ต่ำสุด คือ พันธุ์ระยอง 3 เกษตรศาสตร์ 72 และระยอง 1 มีค่า P_{max} เท่ากับ 7.02 8.94 และ 9.14 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลัง

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อลดความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 300 200 และ 100 ppm ทำให้ P_n ลดลงตามระดับความเข้มข้น CO_2 ซึ่งเมื่อระดับความเข้มข้น CO_2 ลดลงเหลือ 100 ppm ทำให้ P_n ลดลงอยู่ระหว่าง 0.94-3.26 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า Ci ที่เกิดขึ้น ทำให้ค่า C_i ของใบมันสำปะหลังทุกพันธุ์มีค่าต่ำกว่า 80 μmol mol^{-1} ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 600

กรมวิชาการเกษตร

และ 800 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมี P_n สูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของ CO_2 ที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า C_i เพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น CO_2 จาก 400 เป็น 600 ppm ทำให้ค่า P_n เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มขึ้นของ CO_2 จาก 600 เป็น 800 ppm ยกเว้นพันธุ์ระยอง 3 การให้ความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber จาก 400 600 และ 800 ppm มี P_n เท่ากับ 3.75 4.43 และ 4.55 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เป็นอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่ต่ำมาก เนื่องจากใบมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 3 ขณะที่ดำเนินการทดลองใบที่ยังคงอยู่มีความไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการเพิ่มระดับความเข้มข้น CO_2 ให้กับใบที่ไม่สมบูรณ์ ไม่มีผลทำให้ P_n เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 8)

การศึกษาความเข้มข้น CO_2 ต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ในระดับ 400 ppm พบว่า พันธุ์ระยอง 7 มี P_n มากที่สุด 21.18 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 CMR57-83-180 และพันธุ์ระยอง 9 มี P_n เท่ากับ 20.82 20.66 และ 20.35 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น CO_2 ระดับ 600 ppm สายพันธุ์ CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 7 มี P_n มากที่สุด 29.69 และ 29.05 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 9 สายพันธุ์ CMR57-83-180 และระยอง 15 มี P_n เท่ากับ 28.08 27.76 และ 27.07 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น CO_2 ระดับ 800 ppm สายพันธุ์ CMR57-83-69 มี P_n มากที่สุด 34.69 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ ระยอง 7 ระยอง 9 และระยอง 15 มี P_n เท่ากับ 33.45 32.02 และ 31.52 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 3 เป็นช่วงระยะออกดอกทำให้จำนวนแฉกของใบในตำแหน่งส่วนของยอดลดลงเหลือ 3 แฉก นอกจากนั้นใบที่ยังคงอยู่ไม่ค่อยมีความสมบูรณ์ ดังนั้นการให้ความเข้มข้น CO_2 ในระดับ 400 600 และ 800 ppm ไม่ทำให้มี Pn เพิ่มขึ้น มีค่า 3.75 4.43 และ 4.55 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

การสังเคราะห์แสงในสภาพธรรมชาติ

อัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังที่อายุ 6 เดือนหลังปลูกในสภาพธรรมชาติ ช่วงเวลา 07.00–17.00 น. ในช่วงเดือนธันวาคม พบว่า ในช่วงเช้าเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงไม่สูงกว่า 100 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้ P_n มีค่าติดลบ โดยความเข้มแสงที่มีประสิทธิภาพต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงคือ เริ่มในช่วงความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนช่วงเวลา 13.00 น. ใบมันสำปะหลังส่วนใหญ่ได้รับความเข้มแสงเพิ่มขึ้น แต่ไม่ทำให้มี P_n สูงขึ้น เช่น พันธุ์ระยอง 9 ในช่วงเวลา 12.00 13.00 และ 15.00 น. เมื่อได้รับความเข้มแสง 1,047 1,419 และ 1,279 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ แต่มี P_n เท่ากับ 13.86 11.24 และ 10.00 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เนื่องจากค่า g_s ในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. มีค่าลดลง ทำให้ปากใบปิดเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่า C_i ลงลงเท่ากับ 206.03 189.73 และ 211.79 µmol mol^{-1} ตามลำดับ สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงทั้งในความเข้มแสงสูงและต่ำในช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก คือ พันธุ์ระยอง 11 ระยอง 60 ระยอง 72 เกษตรศาสตร์ 72 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 แม้ว่าในช่วงเก็บบันทึกข้อมูลพบว่ามีค่า g_s ต่ำ ทำให้การเปิดของปากใบลดลง ส่งผลให้ค่า C_i ลดลง (ตารางที่ 9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของตัวแปร light response curves ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ประกอบด้วย Maximum gross photosynthetic rate (P_{max}), light compensation point (I_c), light saturation point (I_s), quantum efficiency (α), curvature factor (θ), and dark respiration (R_d) ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนธันวาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	P_{max} ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	I_c ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	I_s ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	α ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	θ	R_d ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
ระยอง 1	9.14	151.54	300.05	0.0394	0.9243	5.39
ระยอง 3	7.02	156.86	623.32	0.0315	0.8147	3.98
ระยอง 5	21.83	104.76	906.09	0.0609	0.7340	5.82
ระยอง 7	29.95	104.42	957.15	0.0620	0.7538	6.09
ระยอง 9	32.36	112.51	1031.61	0.0603	0.6525	6.26
ระยอง 11	25.13	92.31	855.03	0.0594	0.7604	5.16
ระยอง 86-13	26.12	98.24	1102.94	0.0562	0.5638	5.00
ระยอง 15	23.28	85.57	762.73	0.0559	0.7534	4.52
ระยอง 60	21.10	96.23	1000.95	0.0533	0.5936	4.61
ระยอง 72	23.43	85.21	1007.59	0.0595	0.5660	4.59
ระยอง 90	16.75	96.28	937.81	0.0521	0.6551	4.46
ระยอง 2 [1/]	16.44	89.31	654.17	0.0500	0.7769	4.15
ห้านาที [1/]	30.28	113.76	921.14	0.0585	0.6251	6.08
CMR53-106-24	25.25	86.55	825.73	0.0591	0.7499	4.83
CMR57-83-69	29.63	107.81	862.24	0.0579	0.7735	5.91
CMR57-83-180	19.43	89.20	764.69	0.0535	0.7225	4.41
OMR29-20-118	26.04	92.87	823.42	0.0573	0.7127	4.98
เกษตรศาสตร์ 50	25.13	89.18	863.72	0.0606	0.7261	5.06
เกษตรศาสตร์ 72	8.94	106.52	800.91	0.0417	0.6854	3.65
ห้วยบง 60	27.08	107.13	897.99	0.0463	0.7842	4.74
ห้วยบง 80	25.09	102.97	939.83	0.0503	0.7506	4.88
ห้วยบง 90	16.86	116.89	698.49	0.0450	0.8091	4.88
พิรุณ 1	20.67	84.71	677.29	0.0618	0.8050	4.93
พิรุณ 2 [1/]	20.28	88.97	669.94	0.0520	0.8139	4.40
พิรุณ 4 [1/]	18.94	80.05	667.70	0.0545	0.8153	4.15
ปุยฝ้าย [1/]	21.12	99.49	762.07	0.0554	0.7702	5.13

[1/] : พันธุ์เพื่อบริโภค

ศรีนวิทาการเกษตร

ตารางที่ 8 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกันของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนธันวาคม 2563

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกัน										
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ระยอง 1	ParIn	112	259	703	688	728	847	590	289	322	208	69
	P_n	-0.52	3.96	6.83	6.75	7.71	6.44	5.03	3.25	3.37	1.98	-1.82
ระยอง 3	ParIn	88	171	589	683	843	849	455	373	345	176	58
	P_n	-1.28	2.63	5.45	5.53	5.70	4.92	3.45	3.39	3.05	0.57	-3.35
ระยอง 5	ParIn	58	410	524	662	718	1023	339	254	265	187	67
	P_n	-3.30	8.14	12.25	13.49	13.19	10.59	6.20	3.06	3.42	-0.04	-2.64
ระยอง 7	ParIn	65	140	605	542	800	691	450	292	294	306	78
	P_n	-2.46	0.82	15.09	10.94	14.70	13.71	9.14	4.81	5.46	3.59	-1.81
ระยอง 9	ParIn	74	246	1003	387	807	700	530	283	298	149	74
	P_n	-1.88	3.86	13.89	7.87	10.79	10.21	9.25	4.55	4.14	-0.26	-2.21
ระยอง 11	ParIn	110	248	1486	491	1628	618	508	311	313	153	63
	P_n	-1.06	4.73	20.90	11.03	24.44	11.00	11.91	5.39	5.57	0.81	-2.64
ระยอง 86-13	ParIn	115	213	460	433	987	545	508	357	284	166	43
	P_n	-0.87	2.93	9.33	9.26	11.08	8.42	8.28	5.46	4.24	-0.16	-2.85
ระยอง 15	ParIn	116	230	616	420	773	507	333	326	292	123	56
	P_n	-0.16	4.48	13.18	9.02	13.31	8.85	4.56	6.25	3.76	-1.58	-2.68
ระยอง 60	ParIn	228	291	833	466	944	630	423	371	317	151	50
	P_n	3.63	6.93	16.71	9.30	16.25	12.44	7.47	6.41	3.93	0.17	-2.59
ระยอง 72	ParIn	80	299	538	442	660	647	410	333	351	144	35
	P_n	-1.88	6.61	13.25	9.37	9.68	11.55	8.74	6.68	4.33	-0.34	-3.57
ระยอง 90	ParIn	144	178	389	323	666	414	396	287	420	98	23
	P_n	1.31	2.95	10.57	7.29	13.86	8.53	8.57	6.57	4.31	-0.69	-3.20
ระยอง 2	ParIn	126	216	426	401	633	564	416	308	185	129	40
	P_n	0.22	3.37	7.66	8.68	11.13	11.68	8.08	6.15	3.25	-0.84	-2.70
ห้านาที	ParIn	80	154	485	424	546	671	479	360	318	159	36
	P_n	-1.88	0.62	8.73	8.32	9.17	13.04	7.84	5.68	3.08	-0.15	-3.44
CMR53-106-24	ParIn	220	293	767	327	1049	473	315	293	260	98	18
	P_n	1.13	3.14	12.01	6.29	11.91	9.25	6.04	5.55	4.68	-0.69	-5.17
CMR57-83-69	ParIn	159	232	1702	355	852	512	351	316	426	97	23
	P_n	-0.65	2.28	14.88	6.09	13.53	8.53	4.75	5.00	9.45	-0.49	-3.82
CMR57-83-180	ParIn	164	234	1911	370	669	432	331	272	153	135	20
	P_n	1.01	3.43	15.77	6.45	10.17	8.95	5.20	4.34	3.15	-1.06	-4.05
OMR20-29-118	ParIn	129	184	509	439	878	595	407	338	383	100	28
	P_n	-1.55	0.68	7.78	7.76	14.07	10.35	7.12	5.40	6.25	-1.03	-4.01
เกษตรศาสตร์ 50	ParIn	198	304	1903	382	561	478	301	287	206	106	20
	P_n	2.75	4.17	14.41	6.61	7.07	8.28	4.85	4.00	4.50	1.36	-4.51
เกษตรศาสตร์ 72	ParIn	323	470	1906	452	963	558	347	268	410	145	20
	P_n	6.99	8.85	14.70	9.85	15.96	10.61	6.16	4.53	6.08	-0.34	-3.62
ห้วยบง 60	ParIn	51	238	614	650	624	639	404	297	249	361	62
	P_n	-3.40	2.67	8.01	3.42	9.52	12.97	7.51	5.28	3.90	5.13	-2.32
ห้วยบง 80	ParIn	64	172	642	457	703	679	502	272	312	212	60
	P_n	-3.31	3.65	12.03	8.81	12.19	12.27	9.88	3.10	6.27	2.16	-3.35
ห้วยบง 90	ParIn	96	214	1716	538	1332	569	487	289	276	128	49
	P_n	-2.23	0.68	12.70	9.92	14.15	10.73	9.60	4.76	3.87	0.04	-2.67
พิรุณ 1	ParIn	100	222	501	441	792	489	412	291	4.26	105	38
	P_n	-1.74	2.51	13.26	10.53	14.22	10.70	9.45	5.29	232	-0.44	-3.13
พิรุณ 2	ParIn	94	173	509	448	736	536	437	325	283	136	47
	P_n	-1.81	0.52	8.74	7.85	9.32	7.88	6.99	4.73	2.67	1.19	-2.85
พิรุณ 4	ParIn	100	200	243	466	542	578	430	317	315	134	45
	P_n	-1.96	2.70	0.68	7.63	7.29	8.95	6.35	4.72	4.40	-0.39	-2.58
ปุยฝ้าย	ParIn	133	217	212	484	806	872	545	281	328	126	32
	P_n	-0.31	1.74	2.71	6.61	10.67	8.46	6.90	3.31	5.12	1.08	-2.14

หน่วย : Parin (μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$) P_n (μmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) และปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (C_i) ที่ระดับความความเข้มข้น CO2 ภายใน leaf chamber ที่แตกต่างกัน ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนธันวาคม 2563

สายพันธุ์/	ตัวแปร	ค่า P_n และ C_i ในระดับความเข้มข้น CO_2 ที่แตกต่างกัน (ppm)[1/]						
พันธุ์		400	300	200	100	400	600	800
ระยอง 1	P_n	5.35	3.47	1.62	0.96	6.87	9.05	10.48
	C_i	253.2	181.6	131.9	67.3	214.2	330.1	463.4
ระยอง 3	P_n	3.42	1.67	1.42	0.96	3.75	4.43	4.55
	C_i	318.1	180.9	93.9	51.0	297.7	438.9	693.7
ระยอง 5	P_n	15.20	10.00	6.21	2.00	15.46	21.68	24.52
	C_i	187.7	141.5	102.0	68.0	179.3	284.6	432.5
ระยอง 7	P_n	20.82	15.46	9.45	3.03	21.18	29.05	32.45
	C_i	221.2	165.9	117.2	72.7	223.9	354.4	515.7
ระยอง 9	P_n	20.02	13.54	8.61	3.14	20.35	28.08	32.02
	C_i	203.5	156.6	110.6	67.6	217.9	334.1	472.3
ระยอง 11	P_n	16.01	10.05	6.58	2.35	16.69	25.17	29.86
	C_i	198.2	135.3	105.9	67.7	206.3	326.8	470.6
ระยอง 86-13	P_n	14.96	95.9	6.22	2.29	14.20	20.09	22.69
	C_i	171.8	129.3	90.5	60.0	171.1	277.3	419.0
ระยอง 15	P_n	17.09	11.70	7.58	2.94	18.13	27.07	31.52
	C_i	210.4	156.0	107.1	64.5	202.5	315.4	457.2
ระยอง 60	P_n	11.93	8.41	5.40	1.92	12.73	17.92	20..67
	C_i	228.0	163.6	118.1	71.4	233.8	349.5	486.3
ระยอง 72	P_n	17.07	12.98	8.44	2.64	17.44	24.97	29.23
	C_i	237.3	176.7	120.1	73.4	232.7	359.9	522.7
ระยอง 90	P_n	16.14	11.35	6.86	2.62	16.07	23.77	29.10
	C_i	170.1	129.2	94.7	59.4	168.2	264.0	385.2
ระยอง 2	P_n	12.08	7.77	4.99	2.01	12.72	16.45	19.65
	C_i	206.7	153.0	107.7	65.2	209.1	302.8	432.1
ห้านาที	P_n	18.97	13.17	7.86	2.80	19.85	22.39	27.26
	C_i	208.2	158.6	115.3	71.4	226.7	337.9	471.7
CMR53-106-24	P_n	17.99	13.20	8.20	2.99	18.47	25.08	27.53
	C_i	218.7	160.6	112.7	67.4	215.4	332.9	500.5
CMR57-83-69	P_n	20.36	14.74	9.24	3.13	20.82	29.69	34.69
	C_i	198.5	149.2	105.6	67.3	204.4	332.0	469.6
CMR57-83-180	P_n	20.13	15.28	9.36	2.43	20.66	27.76	29.24
	C_i	252.9	189.0	131.7	80.4	247.1	388.7	579.9
OMR20-29-118	P_n	16.47	12.52	7.86	2.72	17.19	22.44	23.10
	C_i	205.1	152.5	107.7	67.2	209.2	342.5	520.7
เกษตรศาสตร์ 50	P_n	16.55	12.55	7.98	2.96	17.89	25.12	28.71
	C_i	163.2	124.8	93.8	60.9	179.4	291.8	440.1
เกษตรศาสตร์72	P_n	8.20	5.34	3.79	1.27	8.63	10.24	10.90
	C_i	202.0	138.4	94.4	42.9	205.5	327.4	472.5
ห้วยบง 60	P_n	18.58	13.97	8.37	1.95	19.41	26.09	28.41
	C_i	226.8	170.5	121.7	79.5	225.9	362.8	534.9
ห้วยบง 80	P_n	15.25	11.30	7.40	2.67	15.74	20.90	22.97
	C_i	248.0	183.7	128.6	75.3	261.6	386.5	538.7
ห้วยบง 90	P_n	12.88	8.76	5.84	1.85	13.55	19.13	21.55
	C_i	205.2	148.7	102.5	68.5	196.7	325.3	488.3
พิรุณ 1	P_n	13.69	8.73	5.41	2.20	13.30	19.77	23.50
	C_i	172.4	129.6	94.6	57.6	167.0	215.3	357.3
พิรุณ 2	P_n	13.39	9.98	6.53	2.20	14.65	21.76	25.26
	C_i	165.9	123.8	87.2	62.2	165.2	260.4	380.1
พิรุณ 4	P_n	14.58	8.90	6.06	2.25	14.99	22.76	27.60
	C_i	197.2	146.7	96.3	62.6	176.4	268.2	382.3
ปุยฝ้าย	P_n	14.60	10.05	6.74	2.41	15.79	21.93	25.15
	C_i	205.8	145.1	106.8	68.8	215.1	322.0	429.1

หน่วย : P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$) C_i (µmol mol^{-1})

[1/] : ความเข้มแสงใน leaf chamber ที่ระดับ 1,500 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก

การเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกในช่วงปลายเดือนมกราคม ในระหว่างดำเนินการทดลองต้นมันสำปะหลังได้รับอากาศเย็นในช่วงกลางคืนมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ระหว่าง 21-23 °C และในช่วงกลางวันมีความเข้มแสงสูงสุดของรอบวันในสภาพธรรมชาติไม่เกิน 1,800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ และต้นมันสำปะหลังมีพฤติกรรมการทิ้งใบทำให้มีจำนวนใบที่คงอยู่และใบที่สมบูรณ์มีจำนวนลดลง โดยประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของใบที่ยังคงอยู่ พบว่าการให้ความเข้มแสงในช่วง 800-2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่าการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก และมีประสิทธิภาพใช้ความเข้มแสงต่ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ค่า I_c พบว่า พันธุ์ระยอง 90 มีค่าต่ำสุด 1.37 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 60 เกษตรศาสตร์ 72 และระยอง 5 มีค่าเท่ากับ 4.23 5.66 และ 7.58 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ CMR57-83-180 มีค่าสูงสุด 33.38 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่การวิเคราะห์ค่า I_s พบว่า พันธุ์ปุยฝ้ายมีค่าต่ำสุด 522.61 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนพันธุ์ระยอง 9 มีค่าสูงสุด 1,220.74 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ CMR53-106-24 ระยอง 5 และระยอง 72 มีค่าเท่ากับ 1,019 1,015 และ 1,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีค่า I_c ต่ำ และค่า I_s สูง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 15 ระยอง 72 ระยอง 2 ห้วยบง 60 และ CMR53-106-24 ผลการทดลองพบว่า ค่า I_c ของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 และ 6 เดือน ทำให้ใบมันสำปะหลังสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีในขณะที่สภาพอากาศมีความเข้มแสงต่ำ (ตารางที่ 10)

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลัง

ศักยภาพอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า พันธุ์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ คือ พันธุ์ระยอง 11 มี P_n เท่ากับ 31.09 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 60 ระยอง 15 ระยอง 72 และพิรุณ 1 มี P_n เท่ากับ 29.51 28.69 28.63 และ 28.13 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ สำหรับพันธุ์เพื่อใช้บริโภคพบว่า พันธุ์ที่มี P_n มากที่สุดคือ พันธุ์พิรุณ 4 และพิรุณ 2 มี P_n เท่ากับ 27.47 และ 27.37 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ที่มี P_n ต่ำสุดคือ พันธุ์ห้านาที มี P_n เท่ากับ 6.49 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่เมื่อให้ความเข้มแสง 800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ พบว่า มันสำปะหลังจำนวนหลายพันธุ์มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงไม่เด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol $m^{-2}s^{-1}$ โดยพันธุ์ระยอง 11 มี P_n มากที่สุด 25.01 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 60 มี P_n เท่ากับ 29.51 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่เมื่อความเข้มแสงเหลือ 25 µmol $m^{-2}s^{-1}$ พบว่าพันธุ์ระยอง 7 และระยอง 9 ยังมี P_n เท่ากับ 2.05 และ 1.81 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์ที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก แม้ว่าใบมันสำปะหลังที่ดำเนินการเก็บข้อมูลมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่าใบมันสำปะหลังในช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก แต่ในช่วงอายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า ต้นมันสำปะหลังมีจำนวนใบยังคงอยู่และใบที่มีความสมบูรณ์ต่อต้นลดลงอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในช่วงอายุ 2 4 และ 6 เดือนหลังปลูก ดังนั้นการสะสมน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังในช่วงเวลาดังกล่าว ไม่ทำให้มีปริมาณสารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงในปริมาณสูง เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 และ 6 เดือนหลังปลูก ดังนั้นในช่วงอายุ 8 เดือน ซึ่งอยู่ในช่วงปลายเดือนมกราคมเป็นช่วงฤดูแล้ง แม้ว่าเป็นช่วงที่ต้นมันสำปะหลังมีพฤติกรรมการทิ้งใบแต่จำนวนใบที่ยังคงอยู่มีค่า I_c ลดลง ทำให้ใบมันสำปะหลังมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นในสภาพอากาศที่มีความเข้มแสงต่ำ ทำให้ต้นมันสำปะหลังยังมีกระบวนการสะสมน้ำหนักแห้งในช่วงฤดูแล้ง

การศึกษา P_{max} ของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า พันธุ์ระยอง 11 มีค่า P_{max} สูงสุด 35.72 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ ระยอง 15 พิรุณ 1 ระยอง 72 และห้วยบง 90 มีค่า P_{max} เท่ากับ 32.46 31.89 31.55 และ 31.29

กรมวิชาการเกษตร

μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ที่มีค่า P_{max} ต่ำสุด คือ พันธุ์ห้านาทีมีค่า P_{max} เท่ากับ 7.95 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลัง

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า เมื่อความเข้มข้นของ CO_2 ลดลงจาก 400 เป็น 300 200 และ 100 ppm ทำให้ P_n ลดลงตามระดับความเข้มข้นของ CO_2 เมื่อระดับความเข้มข้น CO_2 ลดลงเหลือ 100 ppm ทำให้ P_n อยู่ระหว่าง 1.33-6.35 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ การดูดซับ CO_2 ที่ความเข้มข้น 100 ppm ของใบมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 6 เดือนหลังปลูก โดยมีความสัมพันธ์กับค่า g_s ที่สูงขึ้น ส่งผลให้การเปิดปากใบเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 600 และ 800 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมี P_n สูงขึ้นตามระดับความเข้มข้น CO_2 ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 พิรุณ 4 พิรุณ 1 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 ระยอง 60 ระยอง 11 และระยอง 9 เมื่อความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber เพิ่มเป็น 600 ppm ทำให้ใบมันสำปะหลังมี P_n เท่ากับ 36.48 37.46 36.19 35.22 34.17 35.24 37.51 และ 32.68 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่ความเข้มข้น CO_2 ระดับ 800 ppm มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ 43.42 43.12 42.63 41.91 41.79 43.42 45.28 และ 41.70 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm ที่มี P_n เท่ากับ 25.75 26.46 26.22 24.72 23.90 25.61 25.60 และ 23.59 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ แต่มันสำปะหลังพันธุ์ห้านาทีการเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ อย่างเด่นชัด โดยความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm มี P_n เท่ากับ 6.33 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ในขณะที่ความเข้มข้น CO_2 ที่ระดับ 600 และ 800 ppm มี P_n เท่ากับ 8.80 และ 9.83 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

การสังเคราะห์แสงในสภาพธรรมชาติ

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกในสภาพธรรมชาติ ในช่วงเวลา 07.00–17.00 น. ในเดือนมกราคม พบว่า ในช่วงเช้าแม้ว่าความเข้มแสงที่ต่ำกว่า 100 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ แต่ใบมันสำปะหลังเริ่มมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเกิดขึ้น ซึ่งความเข้มแสงที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงเริ่มอยู่ในช่วงสูงกว่า 200 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ เมื่อพิจารณาความเข้มแสงในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ช่วงเวลา 13.00 น. พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มี P_n สูงขึ้น โดยเฉพาะพันธุ์ระยอง 7 ได้รับความเข้มแสง 1,579 μmol $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้มี P_n มากที่สุด 28.19 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 9 และสายพันธุ์ CMR53-106-24 ได้รับความเข้มแสง 1,647 และ 1,569 μmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ทำให้มี P_n มากที่สุด 27.12 และ 25.52 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงเวลา 14.00 น. มีความเข้มแสงที่สูงขึ้นแต่ไม่ทำให้ P_n เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า g_s ลดลง ทำให้ปากใบปิดเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่า C_i ลงลง สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่มี P_n ที่มีค่าค่อนข้างสูงที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก คือ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 15 และสายพันธุ์ CMR53-106-24 เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการใช้ความเข้มแสงสูงและต่ำในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ดี (ตารางที่ 12)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยของตัวแปร light response curves ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ประกอบด้วย Maximum gross photosynthetic rate (P_{max}), light compensation point (I_c), light saturation point (I_s), quantum efficiency (α), curvature factor (θ), and dark respiration (R_d) ที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564

สายพันธุ์/พันธุ์	P_{max} ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)	I_c ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	I_s ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	α ($\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$)	θ	R_d ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)
ระยอง 1	17.79	11.58	888.74	0.0520	0.6362	0.59
ระยอง 3	25.68	24.74	826.61	0.0556	0.7396	1.36
ระยอง 5	28.88	7.58	1014.73	0.0493	0.5750	0.37
ระยอง 7	18.93	5.60	624.69	0.0617	0.7278	0.34
ระยอง 9	24.12	12.59	1220.74	0.0536	0.1927	0.66
ระยอง 11	35.72	15.06	935.48	0.0563	0.6035	0.84
ระยอง 86-13	27.62	18.61	815.75	0.0601	0.7498	1.11
ระยอง 15	32.46	21.07	922.28	0.0608	0.6853	1.26
ระยอง 60	32.30	4.23	834.19	0.0629	0.7070	0.27
ระยอง 72	31.55	19.00	1000.19	0.0589	0.6848	1.11
ระยอง 90	28.21	1.37	927.18	0.0621	0.5900	0.09
ระยอง 2 [1/]	26.05	18.19	949.68	0.0535	0.7130	0.96
ห้านาที [1/]	7.95	12.08	781.33	0.0310	0.5307	0.37
CMR53-106-24	26.05	27.02	1019.40	0.0728	0.3963	1.88
CMR57-83-69	24.78	23.04	916.32	0.0575	0.4883	1.29
CMR57-83-180	25.59	33.38	680.29	0.0557	0.8140	1.83
OMR29-20-118	22.87	10.06	774.35	0.0504	0.7220	0.50
เกษตรศาสตร์ 50	19.07	9.50	902.35	0.0556	0.5735	0.52
เกษตรศาสตร์ 72	15.69	5.66	895.24	0.0436	0.6639	0.25
ห้วยบง 60	18.75	23.84	939.21	0.0525	0.6228	1.22
ห้วยบง 80	29.66	27.78	843.75	0.0624	0.7200	1.70
ห้วยบง 90	31.29	31.75	862.10	0.0588	0.7576	1.84
พิรุณ 1	31.89	28.14	840.05	0.0630	0.7425	1.75
พิรุณ 2 [1/]	30.11	20.13	775.75	0.0595	0.7947	1.19
พิรุณ 4 [1/]	30.52	26.93	776.68	0.0575	0.8200	1.53
ปุยฝ้าย [1/]	16.66	25.74	522.61	0.0546	0.8025	1.38

[1/] : พันธุ์เพื่อบริโภค

ศรีวิชาการเกษตร

ตารางที่ 11 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกันของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) ในแต่ละช่วงเวลาของรอบวันที่แตกต่างกัน										
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ระยอง 1	ParIn	47	412	247	277	183	110	1,235	1,466	1,494	1,154	183
	P_n	1.52	6.84	8.17	7.53	2.98	2.42	18.46	15.19	18.01	15.73	4.72
ระยอง 3	ParIn	58	236	735	323	203	161	1,571	1,668	1,318	1,161	419
	P_n	1.23	6.36	17.43	8.94	6.22	4.50	23.17	17.89	19.35	17.01	11.97
ระยอง 5	ParIn	44	137	223	213	101	95	1,664	1,504	1,450	1,054	439
	P_n	0.33	4.10	5.32	4.77	1.63	1.66	22.33	14.38	20.63	16.97	11.91
ระยอง 7	ParIn	35	194	166	258	146	110	1,579	1,581	1,346	512	419
	P_n	0.39	6.76	4.15	7.43	4.03	3.05	28.20	26.41	23.78	13.63	10.33
ระยอง 9	ParIn	47	128	226	319	94	143	1,647	1,553	1,484	1,004	258
	P_n	0.73	2.41	5.26	6.60	1.47	2.44	27.12	26.32	26.84	7.96	7.10
ระยอง 11	ParIn	72	172	275	406	187	159	1,430	1,356	1,119	377	222
	P_n	1.96	3.74	7.60	12.54	5.88	4.32	21.99	19.15	18.01	7.96	4.88
ระยอง 86-13	ParIn	50	205	317	373	91	177	1,656	1,402	1,482	459	339
	P_n	0.65	3.60	8.37	8.01	0.86	3.65	22.60	20.00	19.37	12.22	11.95
ระยอง 15	ParIn	73	124	352	250	102	183	1,528	1,410	999	680	381
	P_n	1.61	2.82	9.07	5.59	1.61	5.29	19.45	16.50	18.07	8.29	8.84
ระยอง 60	ParIn	116	270	354	287	108	278	1,582	1,294	1,029	790	196
	P_n	2.13	7.72	10.11	8.49	262	8.26	21.53	20.46	22.14	12.57	7.08
ระยอง 72	ParIn	151	297	1,110	211	111	248	1,630	1,589	1,388	913	161
	P_n	2.30	7.26	16.21	5.51	2.93	6.62	17.49	11.31	12.75	12.49	7.07
ระยอง 90	ParIn	172	349	380	253	151	280	1,299	1,510	1,309	387	129
	P_n	3.21	8.66	642	4.49	3.75	7.82	23.30	23.11	28.04	11.36	3.76
ระยอง 2	ParIn	163	353	477	621	1,116	1,456	1,476	1,247	352	274	36
	P_n	5.41	11.26	15.03	15.42	22.36	20.11	18.39	13.85	9.45	8.06	1.13
ห้านาที	ParIn	165	390	390	360	1,418	1,419	1,278	576	348	148	30
	P_n	2.86	7.26	9.44	7.27	17.27	13.65	16.31	10.99	6.34	3.21	0.04
CMR53-106-24	ParIn	257	343	448	233	157	238	1,570	801	1,375	299	133
	P_n	8.32	10.42	15.53	7.31	4.77	5.63	25.52	18.32	22.34	8.29	3.28
CMR57-83-69	ParIn	167	311	298	257	190	163	1,575	411	1,311	319	153
	P_n	3.02	9.06	5.75	4.92	3.44	2.29	22.02	7.01	21.43	7.43	2.49
CMR57-83-180	ParIn	179	301	210	206	145	227	1,273	1,439	1,336	359	108
	P_n	2.32	6.49	3.69	5.27	3.86	4.23	18.21	18.56	19.33	7.52	0.07
OMR20-29-118	ParIn	226	349	441	860	1,129	755	536	526	311	347	26
	P_n	6.35	7.54	10.65	15.90	19.06	16.51	11.85	12.05	8.98	6.86	-0.40
เกษตรศาสตร์ 50	ParIn	266	348	381	291	181	227	1,490	1,396	1,324	342	160
	P_n	9.35	10.68	12.39	10.16	706	6.58	21.24	18.13	16.45	7.31	3.95
เกษตรศาสตร์72	ParIn	59	377	581	1,286	1,441	899	1,468	617	462	347	39
	P_n	1.16	11.59	16.14	23.58	23.55	20.07	21.71	13.43	9.73	6.86	0.70
ห้วยบง 60	ParIn	80	339	421	556	1,269	991	1,207	830	477	203	37
	P_n	2.30	7.99	11.17	13.60	19.81	18.33	20.26	16.90	12.67	7.04	1.68
ห้วยบง 80	ParIn	82	224	388	399	1,107	779	1,115	1,177	440	201	33
	P_n	2.10	6.85	10.48	11.55	18.46	17.03	22.41	14.91	12.18	6.90	1.20
ห้วยบง 90	ParIn	63	307	796	992	1,521	858	1,530	785	501	421	39
	P_n	3.30	11.46	23.77	23.78	24.84	19.64	23.29	17.53	15.01	9.86	1.89
พิรุณ 1	ParIn	112	388	306	458	1,302	1,402	558	407	373	236	42
	P_n	2.90	10.87	10.58	11.51	21.80	22.06	13.96	11.30	11.94	7.59	1.27
พิรุณ 2	ParIn	119	349	304	631	1,344	983	1,314	900	422	282	47
	P_n	2.12	8.40	7.45	19.67	25.77	20.34	22.69	21.51	10.68	7.48	0.58
พิรุณ 4	ParIn	127	280	719	739	702	1,211	1,188	533	370	263	41
	P_n	2.73	6.83	17.60	16.01	13.63	25.07	21.03	13.16	10.99	8.89	1.32
ปุยฝ้าย	ParIn	216	530	781	1,213	1,517	1,572	1,301	1,221	321	101	20
	P_n	6.50	12.80	14.51	21.98	23.69	21.94	18.07	16.74	7.44	2.68	0.27

หน่วย : Parin (µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$) P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (P_n) และปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบ (C_i) ที่ระดับความเข้มข้น CO2 ภายใน leaf chamber ที่แตกต่างกันของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยองที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2564

สายพันธุ์/พันธุ์	ตัวแปร	ค่า P_n และ C_i ในระดับความเข้มข้น CO_2 ที่แตกต่างกัน (ppm)[1/]						
		400	300	200	100	400	600	800
ระยอง 1	P_n	13.26	9.50	5.51	3.12	13.46	19.79	24.48
	C_i	75.4	68.9	69.0	52.7	82.5	113.7	176.7
ระยอง 3	P_n	19.01	13.09	8.36	4.24	19.41	28.92	35.84
	C_i	138.9	107.1	76.9	63.7	131.0	204.2	292.8
ระยอง 5	P_n	19.32	14.52	9.08	4.68	19.45	28.29	34.32
	C_i	197.3	138.3	94.8	68.2	172.7	268.8	383.2
ระยอง 7	P_n	16.23	12.25	7.44	3.94	16.68	24.0	30.0
	C_i	141.6	103.8	75.6	53.0	130.7	200.9	286.8
ระยอง 9	P_n	22.23	15.90	9.38	4.46	23.59	34.68	41.70
	C_i	165.0	124.6	97.5	73.7	170.2	278.4	401.6
ระยอง 11	P_n	24.32	17.59	10.32	5.19	25.60	37.51	45.28
	C_i	203.3	153.0	107.6	77.8	191.4	318.2	440.7
ระยอง 86-13	P_n	22.16	16.96	10.42	5.55	22.73	31.57	37.63
	C_i	187.0	135.8	97.2	68.3	177.3	277.5	393.6
ระยอง 15	P_n	26.03	19.68	12.08	6.35	25.58	33.74	36.44
	C_i	224.0	167.6	117.5	77.8	226.2	363.9	527.2
ระยอง 60	P_n	25.43	19.02	12.07	5.93	25.61	35.24	41.27
	C_i	202.4	147.6	101.0	71.0	198.0	307.1	440.9
ระยอง 72	P_n	24.39	18.33	12.16	6.14	25.76	36.48	43.42
	C_i	184.6	136.1	98.4	68.9	185.3	291.3	424.9
ระยอง 90	P_n	21.17	15.14	9.42	4.87	22.39	31.78	38.25
	C_i	155.6	108.1	85.1	64.2	165.6	253.9	349.6
ระยอง 2	P_n	21.45	16.10	10.55	5.79	22.05	30.11	34.60
	C_i	196.1	145.7	101.9	71.6	202.7	330.0	470.9
ห้านาที	P_n	6.05	4.64	2.85	1.33	6.33	8.80	9.83
	C_i	103.3	75.2	65.2	60.1	97.3	145.0	267.1
CMR53-106-24	P_n	19.06	13.79	7.71	3.56	19.02	27.63	33.75
	C_i	152.2	113.9	92.0	71.2	137.6	209.5	307.2
CMR57-83-69	P_n	23.39	16.56	10.28	5.19	24.72	35.22	41.91
	C_i	186.5	143.2	106.1	76.7	198.3	314.3	456.0
CMR57-83-180	P_n	22.10	16.74	10.48	4.88	23.12	31.54	36.36
	C_i	228.2	173.6	116.6	82.6	225.6	358.8	516.6
OMR20-29-118	P_n	18.52	13.70	8.72	4.20	18.75	27.25	33.15
	C_i	171.7	129.9	92.1	71.0	169.0	259.7	375.0
เกษตรศาสตร์ 50	P_n	13.92	10.37	6.08	2.33	13.91	20.62	26.25
	C_i	103.1	73.9	61.0	58.5	96.7	113.7	140.4
เกษตรศาสตร์72	P_n	12.31	9.60	6.51	2.56	13.20	19.74	23.61
	C_i	115.9	84.1	56.8	60.9	116.0	156.2	249.7
ห้วยบง 60	P_n	12.90	9.49	5.51	3.06	13.33	19.73	23.77
	C_i	136.5	104.0	82.0	54.8	122.5	176.3	304.3
ห้วยบง 80	P_n	23.67	17.24	11.10	5.02	23.90	34.17	41.79
	C_i	203.3	155.1	105.6	79.1	198.2	303.1	424.1
ห้วยบง 90	P_n	23.35	18.68	11.50	5.49	25.23	34.54	39.09
	C_i	239.6	177.2	120.1	82.4	226.0	355.7	509.1
พิรุณ 1	P_n	24.95	19.06	11.88	5.80	26.22	36.19	42.63
	C_i	213.1	156.1	110.9	80.4	211.2	328.2	461.4
พิรุณ 2	P_n	24.66	18.54	10.80	5.73	25.43	34.40	39.13
	C_i	224.9	167.8	121.2	82.9	229.6	345.1	509.3
พิรุณ 4	P_n	24.59	18.50	12.81	6.20	26.46	37.46	43.12
	C_i	206.8	154.2	107.9	79.1	208.2	331.8	476.2
ปุยฝ้าย	P_n	13.09	10.03	6.17	2.64	14.57	21.53	26.50
	C_i	1120	79.9	57.2	64.9	103.5	129.6	160.1

หน่วย : P_n (µmol CO2 $m^{-2}s^{-1}$) C_i (µmol mol^{-1})

[1/] : Light intensity in leaf chamber at 1,500 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$

กองวิทยาศาสตร์

การให้ผลผลิตหัวสดและคุณภาพผลผลิตหัวสด

การศึกษาการให้ผลผลิตหัวสดและคุณภาพผลผลิตของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงต้นเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงที่ต้นมันสำปะหลังกำลังมีการสร้างใบใหม่อีกครั้งหลังจากการทิ้งใบในฤดูแล้ง สำหรับการให้ผลผลิตหัวสด พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุด 6,586 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 CMR57-83-69 ระยอง 5 และระยอง 15 ให้ผลผลิตหัวสด 6,186 6,135 6,057 5,876 และ 5,822 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ระยอง 2 ระยอง 3 และระยอง 1 ให้ผลผลิตหัวสดต่ำสุด 2,100 2,172 และ 2,736 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 13) เมื่อวิเคราะห์การให้ผลผลิตหัวสดต่อไร่กับอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบมันสำปะหลังในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังที่ใบมีค่า I_c ต่ำ I_s สูง และมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงทั้งในสภาพที่มีความเข้มข้น CO_2 ต่ำและสูง มีผลทำให้มันสำปะหลังสามารถให้ผลผลิตหัวสดต่อไร่สูง

ปริมาณแป้งในหัวสด การศึกษาคุณภาพผลผลิตที่อายุ 9 เดือนหลังปลูกในเดือนมีนาคม ซึ่งในระหว่างดำเนินการทดลองเริ่มมีการตกของฝน พบว่า พันธุ์ระยอง 11 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ปริมาณแป้งสูงสุด 30.9 และ 30.3% ตามลำดับ รองลงมาคือ พันธุ์ระยอง 9 ให้ปริมาณแป้ง 25.3% และพันธุ์ระยอง 1 ให้ปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุด 14.2% ในขณะที่การเก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกในเดือนมิถุนายน พบว่า พันธุ์ระยอง 90 CMR57-83-69 ห้วยบง 60 และระยอง 11 ให้ปริมาณแป้งสูงสุด 25.9 25.8 25.2 และ 25.1% ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 1 และปุยฝ้าย ให้ปริมาณแป้งต่ำสุด 11.8 และ 12.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ปริมาณมันแห้งในหัวสด พบว่า พันธุ์ระยอง 11 และระยอง 7 ให้ปริมาณมันแห้งสูงสุด 42.1 และ 41.9% ตามลำดับ รองลงมาคือ ห้วยบง 80 และระยอง 86-13 ให้ปริมาณมันแห้ง 41.3 และ 41.2% ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์พิรุณ 4 ปุยฝ้ายและพิรุณ 2 ให้ปริมาณมันแห้งในหัวสดต่ำสุด 31.5 31.6 และ 32.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

การวิเคราะห์การสังเคราะห์แสงและการดูดซับ CO_2 ของมันสำปะหลัง

ความเข้มแสงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง

ความเข้มแสงต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก ในใบมันสำปะหลังตำแหน่งที่คลี่ขยายพื้นที่ใบเต็มที่ เมื่อได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้นอย่างเด่นชัดตั้งแต่ใบมันสำปะหลังเริ่มได้รับแสง โดยสภาพธรรมชาติความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ จะเริ่มตั้งแต่เวลาประมาณ 08.00 น. ทำให้ P_n มีอัตราสูงขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 09.00 น. ซึ่งในการทดลองศึกษาความเข้มแสงในระดับต่าง ๆ โดยควบคุมความเข้มข้นของ CO_2 ใน leaf chamber ที่ระดับ 400 ppm เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ P_n เพิ่มขึ้นจนถึงความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ยกเว้นการเจริญเติบโตที่อายุ 4 เดือนหลังปลูกอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ โดยการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงอยู่ในช่วง 800-2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้ P_n สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก แต่ในช่วงอายุ 2 เดือนหลังปลูก มีจำนวนใบที่ยังคงอยู่ต่อต้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก และ P_n รองลงมาคือ การเจริญเติบโตที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ในขณะที่การเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก แม้ว่าพันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มี P_n สูงขึ้นเมื่อเปรียบกับการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก แต่มีจำนวนใบยังคงอยู่และใบสมบูรณ์ต่อต้นลดลงเด่นชัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 13 ผลผลิตหัวสด ปริมาณแป้งในหัวสด ปริมาณมันแห้งในหัวสด ดัชนีเก็บเกี่ยว และความสูงทรงต้น ของสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังในการดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในปี 2563-2564

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตหัวสด [1/] (กก./ไร่)	ปริมาณแป้ง 9 เดือน (%)	ปริมาณแป้ง 12 เดือน (%)	ปริมาณมันแห้ง [1/] (%)	ดัชนีเก็บเกี่ยว [1/]	ความสูงทรงต้น [1/] (ซม.)
ระยอง 1	2,736 g	14.2 i	11.8 k	32.5 lm	0.39 j	283 ab
ระยอง 3	2,172 g	23.2 efg	22.2 bcd	36.6 e-j	0.47 i	164 j
ระยอง 5	5,879 a-d	24.3 d-g	21.3 cde	39.6 a-f	0.59 d-h	260 cd
ระยอง 7	4,693 def	26.1 cd	23.4 abc	41.9 a	0.62 def	232 e
ระยอง 9	6,186 ab	25.3 ab	23.7 abc	40.7 abc	0.62 def	281 b
ระยอง 11	6,057 abc	30.9 a	25.1 a	42.1 a	0.59 d-h	252 cde
ระยอง 86-13	4,115 ef	26.5 cd	24.1 ab	41.2 ab	0.63 c-f	211 fg
ระยอง 15	5,822 a-d	27.2 bc	23.5 abc	38.5 b-h	0.65 bcd	241 de
Rayong 60	4,693 def	24.3 d-g	17.1 ghi	34.1 j-m	0.61 def	194 gh
ระยอง 72	6,586 a	25.1 c-f	19.3 efg	36.0 hjj	0.69 ab	212 fg
ระยอง 90	4,750 def	26.3 cd	25.9 a	38.3 b-i	0.61 def	214 f
ระยอง 2 [2/]	2,100 g	17.1 h	13.1 jk	32.8 klm	0.54 h	171 ij
ห้านาที [2/]	3,857 f	21.8 g	15.3 ij	35.2 i-l	0.46 i	300 a
CMR53-106-24	5,078 b-f	26.2 cd	23.5 abc	35.8 h-k	0.61 def	257 cd
CMR57-83-69	6,136 abc	30.3 a	25.8 a	39.8 a-e	0.65 bcd	251 cde
CMR57-83-180	5,323 b-e	27.0 bc	24.0 abc	36.4 g-j	0.60 d-g	247 cde
OMR29-20-118	4,715 def	25.6 cde	18.7 e-h	39.9 a-d	0.55 gh	265 bc
เกษตรศาสตร์ 50	4,422 ef	23.1 efg	17.4 f-i	36.5 f-j	0.54 h	242 de
เกษตรศาสตร์ 72	4,093 ef	23.3 efg	18.7 e-h	37.2 d-j	0.62 def	240 de
ห้วยบง 60	3,907 f	24.0 d-g	18.7 e-h	35.9 hij	0.59 d-h	234 e
ห้วยบง 80	4,893 c-f	27.5 bc	25.2 a	41.3 ab	0.64 b-e	186 hi
ห้วยบง 90	5,300 b-e	26.2 cd	20.7 de	39.5 a-g	0.71 a	159 j
พิรุณ 1	4,193 ef	24.2 d-g	19.8 def	37.8 c-i	0.68 abc	244 de
พิรุณ 2 [2/]	5,086 b-f	23.2 efg	16.2 hi	32.1 m	0.60 d-g	255 cd
พิรุณ 4 [2/]	4,629 def	23.0 fg	16.7 ghi	31.4 m	0.57 fgh	257 cd
ปุยฝ้าย [2/]	4,715 def	19.1 h	12.1 k	31.6 m	0.58 e-h	246 cde
CV (%)	11..2	4.3	5.6	3.6	4.0	3.7

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

[1/] : เก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสดที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ในเดือนมิถุนายน 2564 [2/] : พันธุ์เพื่อบริโภค

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์ค่า I_c ของใบมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ที่อายุการเจริญเติบโต 2 และ 4 เดือนหลังปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า ค่า I_c ของใบมันสำปะหลังในทุกพันธุ์มีค่าสูงขึ้น ทำให้ใบมันสำปะหลังต้องใช้ความเข้มแสงสูงขึ้น เพื่อทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ ในขณะที่การเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ทำให้ I_c มีค่าลดลงต่ำสุด ดังนั้นการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงอายุจึงใช้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราการหายใจ

การวิเคราะห์ค่า I_s ของใบมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ในที่อายุ 2 4 และ 8 เดือนหลังปลูก มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า ค่า I_s ของใบมันสำปะหลังจำนวนหลายพันธุ์มีค่าลดลง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 2 ระยอง 3 ระยอง 11 ระยอง 15 ห้วยบง 90 พิรุณ 1 และปุยฝ้าย จากการทดลองค่า I_s ของมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโตใช้ความเข้มแสงในระดับแตกต่างกันที่จะทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด

การศึกษา P_{max} ของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มี P_{max} มากที่สุดในช่วงอายุ 2 เดือนหลังปลูก จากนั้น P_{max} มีค่าลดลง ซึ่งจากการทดลองมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีค่า P_{max} ต่ำสุด ในช่วงการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ส่วนค่า P_{max} ของมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก จำนวนหลายพันธุ์มีค่าสูงกว่าการเจริญเติบโตที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 2 ระยอง 3 ระยอง 11 และห้วยบง 90 ในสภาพธรรมชาติ พบว่า ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาของรอบวันเพียงปัจจัยเดียวไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น แต่ต้องมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น CO_2 และอุณหภูมิของสภาพอากาศ ซึ่งในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. จะเป็นช่วงเวลาที่มีความเข้มแสงของรอบวันสูงสุด แต่ใบมันสำปะหลังมีค่า g_s ลดลง มีผลทำให้การเปิดของปากใบลดลง และ C_i ลดลง ดังนั้นความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มแสงที่พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีอัตราการสังเคราะห์แสงเท่ากับอัตราหายใจ (light compensation point) คือ ความเข้มแสง 75 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ส่วนความเข้มแสงที่เป็นจุดอิ่มตัวด้วยแสงไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (light saturation point) จากการในดำเนินงานวิจัยยังไม่สามารถสรุปได้ แม้ว่าในช่วง 4 เดือนหลังปลูก การให้ความเข้มแสง 2,000 และ 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของพันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในช่วงอายุการเจริญเติบโต 2 6 และ 8 เดือนหลังปลูก ยังพบว่าการให้ความเข้มแสง 2,200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ มีผลทำให้ใบมันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้น

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังในกระบวนการสังเคราะห์แสง

การดูดซับ CO_2 ของใบมันสำปะหลังในกระบวนการสังเคราะห์แสงในสภาพแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในสภาพอากาศตั้งแต่เวลา 07.00-17.00 น. พบว่า ในช่วงเวลา 07.00 น. มีปริมาณความเข้มข้น CO_2 ในอากาศสูงสุดอยู่ระหว่าง 370-420 ppm หลังจากนั้นปริมาณความเข้มข้น CO_2 ในอากาศมีค่าลดลง เมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ หรือในช่วงตั้งแต่เวลา 08.00 น. เป็นต้นไป โดยมีปริมาณความเข้มข้น CO_2 ในอากาศอยู่ระหว่าง 300-330 ppm จนกระทั่งถึงเวลา 17.00 น. จากการศึกษาการให้ระดับความเข้มข้น CO_2 ใน leaf chamber ในระดับแตกต่างกัน เมื่อความเข้มข้น CO_2 ลดลงจาก 400 300 200 และ 100 ppm ทำให้มันสำปะหลังมีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงตามความเข้มข้น CO_2 ที่ลดลง ซึ่งใบมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์เมื่อได้รับความเข้มข้น CO_2 ในระดับเดียวแต่มีอายุการเจริญเติบโตแตกต่างกัน มีผลทำให้ P_n มีความแตกต่างกัน ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 600 และ 800 ppm ทำให้สายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่ทำให้ P_n เพิ่มขึ้น ซึ่งในการเจริญเติบโตที่อายุ 2 และ 8 เดือนหลังปลูก มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่าอายุ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น CO_2 ในระดับเดียวกัน

กรมวิชาการเกษตร

พันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การศึกษาศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังในการดูดซับก๊าซ CO_2 ในช่วงการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก พบว่า มันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน และในพันธุ์เดียวกันแต่มีอายุการเจริญเติบโตแตกต่างกันทำให้มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 แตกต่างกัน โดยในสภาพการให้ความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm พันธุ์มันสำปะหลังที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงในทุกช่วงการเจริญเติบโต ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 พิรุณ 2 พิรุณ 4 สายพันธุ์ CMR57-83-69 และสายพันธุ์ CMR57-83-180 สำหรับพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ที่เพิ่มขึ้น ทั้งในระดับ 600 และ 800 ppm ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 60 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 พิรุณ 2 และพิรุณ 4 เมื่อพิจารณาร่วมกับพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ความเข้มแสงในระดับต่ำและสูงได้ดีและทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น ได้พันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 พิรุณ 2 และพิรุณ 4

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การศึกษาระดับความเข้มแสงและความเข้มข้น CO_2 ต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลังที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก ในตำแหน่งใบมันสำปะหลังที่คลี่ขยายพื้นที่ใบเต็มที่ พบว่า ใบมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีค่า I_c ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุการเจริญเติบโต ซึ่งในช่วงอายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก มีค่า I_c ใกล้เคียงกัน เมื่ออายุ 6 เดือนหลังปลูก พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีค่าสูงขึ้น ส่วนช่วงอายุ 8 เดือนหลังปลูก มีค่าลดลงเด่นชัดทำให้จำนวนใบที่คงอยู่มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในช่วงความเข้มแสงต่ำได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า I_s ในแต่ละอายุการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันเด่นชัด โดยพันธุ์ระยอง 9 มีค่า I_s สูงสุดอยู่ที่ความเข้มแสง 1,242 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ในช่วงอายุ 2 เดือนหลังปลูก เมื่อวิเคราะห์ความเข้มแสงต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์มันสำปะหลัง ในช่วงเช้าเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 200 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น และมีอัตราเพิ่มขึ้นเด่นชัดเมื่อได้รับความเข้มแสงสูงกว่า 800 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งในสภาพความเข้มข้น CO_2 ที่ระดับ 400 ppm พันธุ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่การได้รับความเข้มแสง 2,200 µmol $m^{-2}s^{-1}$ ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงขึ้น ส่วนพันธุ์เพื่อใช้บริโภคส่วนใหญ่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 2,000 µmol PPF $m^{-2}s^{-1}$ นอกจากนั้นมันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์เมื่อได้รับความเข้มแสงในระดับเดียวกันแต่มีอายุการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่แตกต่างกัน โดยการเจริญเติบโตที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด หลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีค่าลดลงเมื่ออายุการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่การเจริญเติบโตที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 6 เดือนหลังปลูก การทดลองในสภาพธรรมชาติพบว่าความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นปัจจัยเดียวไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้น แต่ต้องสัมพันธ์กับความเข้มข้น CO_2 และอุณหภูมิของสภาพอากาศ ซึ่งในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. จะมีความเข้มแสงสูงสุดในช่วงรอบวัน แต่ในช่วงเวลาดังกล่าวใบมันสำปะหลังมีค่า Stomatal conductance ลดลง ทำให้การเปิดของปากใบลดลง ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้น CO_2 ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์ของใบลดลง ในด้านการดูดซับ CO_2 ของพันธุ์มันสำปะหลังในกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อความเข้มข้น CO_2 ลดลงจาก 400 300 200 และ 100 ppm ทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิลดลงตามความเข้มข้น CO_2 ที่ลดลง ส่วนการเพิ่มความเข้มข้น CO_2 จาก 400 600 และ 800 ppm ทำให้พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเพิ่มขึ้น โดยเมื่อใบมันสำปะหลังได้รับความเข้มข้น CO_2 ในระดับเดียวกัน การเจริญเติบโตในช่วงอายุ 2 และ 8 เดือนหลังปลูก มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงกว่าอายุ 4 และ 6 เดือนหลังปลูก สำหรับพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 พบว่า มันสำปะหลัง

ในแต่ละพันธุ์มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ที่แตกต่างกัน และในพันธุ์เดียวกันแต่มีอายุการเจริญเติบโตแตกต่างกันก็มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ที่แตกต่างกัน โดยในสภาพความเข้มข้น CO_2 ระดับ 400 ppm พันธุ์มันสำปะหลังที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงในทุกช่วงการเจริญเติบโต ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 พิรุณ 2 พิรุณ 4 สายพันธุ์ CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 สำหรับพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ในระดับที่เพิ่มขึ้นได้ดี ได้แก่ พันธุ์ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 60 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 พิรุณ 2 และพิรุณ 4 เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 ใช้ความเข้มแสงในระดับต่าง ๆ ได้ดี และให้ผลผลิตสูง ได้แก่ ระยอง 9 ระยอง 11 ระยอง 72 สายพันธุ์ CMR57-83-69 ห้วยบง 80 และพิรุณ 2 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้สามารถกักเก็บคาร์บอนและทำให้การผลิตมันสำปะหลังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงการผลิตมันสำปะหลัง
Assessment of Aboveground Biomass and Carbon Storage of Cassava Field production

นุชนาฏ ตันวรรณ สายน้ำ อุดพ้วย ปรีชา กาเพ็ชร วลัยพร ศะศิประภา
อานนท์ มลิพันธ์ ธนพันธ์ พงษ์ไทย ไชยา บุญเลิศ
Nutchanart Tanwan Sainam Udpuay Preecha Kapetch Walaiporn Sasiprapa
Anon Malipan Tanapan Pongthai Chaiya Boolert

บทคัดย่อ

การเพิ่มศักยภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในพืช เป็นแนวทางปฏิบัติอย่างหนึ่งที่ช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อน โดยทำการศึกษาประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอน ระดับแปลงและระดับพื้นที่ เพื่อให้ได้รูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง จากการทดลองพบว่า ลักษณะของพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิใบจากการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ หรือ 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ในสายพันธุ์ CMR57-83-180 มีประสิทธิภาพสูงสุดเฉลี่ย 23.076 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ สามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ได้มากที่สุดเฉลี่ย 1.76 ตันคาร์บอนต่อไร่ โดยการปลูกมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูกสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1.4 ตันคาร์บอนต่อไร่ คิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5.2 ตัน CO_2 ต่อไร่ สำหรับศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นมันสำปะหลังในพื้นที่ 1 ไร่ คิดเป็นส่วนของ รากสะสม อาหาร ลำต้น เหง้า ใบ และก้านใบ เป็น 6,173 1,889 873 92 และ 23 กก. CO_2 ต่อไร่ สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลอง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.830 และ 0.832 ตามลำดับ ด้านระดับแปลงสำรวจ ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่า R^2 เท่ากับ 0.815 และ 0.809 ตามลำดับ

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง ชีวมวล การกักเก็บคาร์บอน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

Abstracts

An increasing carbon dioxide capture and storage in plants is one practice that helps to reduce global warming. Field and area levels were investigated to get a simple model for estimating a biomass and carbon storage in cassava production areas. The results showed that cultivar characteristics affect growth and physiological parameters. Leaf net photosynthesis rate from fertilization rate 16-8-8 kg. N-P_2O_5-K_2O /rai or 1K fold based on soil test in CMR57-83-180 cultivar gave a maximum efficiency average 23.076 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$. Carbon storage in CMR57-83-180 cultivar with application of fertilizer at 16-8-12 kg. N-P_2O_5-K_2O /rai can store the most carbon storage, an average 1.76 tons C/rai. One planting season of cassava can store carbon on average 1.4 tons C/rai, equal to carbon dioxide absorption of 5.2 tons CO2/rai. The carbon storage potential of cassava plants in an area of 1 rai accounted for root storage, stem, stock, leave and

กรมวิชาการเกษตร

petiole of 6,173 1,889 873 92 and 23 kg CO_2/rai. The equations to estimate biomass and carbon sequestration of cassava at the field level had R_2 values of 0.830 and 0.832, respectively. For cassava area level at a harvesting stage, the R^2 values were 0.815 and 0.809, respectively.

Keywords : cassava, biomass, carbon Storage, carbon content

บทนำ (Introduction)

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังประมาณ 9.4 ล้านไร่ ให้ผลผลิตหัวสด 28.9 ล้านต้น ผลผลิตเฉลี่ย 3.3 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ภายใต้สภาวะโลกร้อนที่ปริมาณความเข้มข้น CO_2 ในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกปี มันสำปะหลังเป็นพืชที่เด่นในเรื่องการเจริญเติบโตมางด้านลำต้นและการสร้างรากสะสมอาหารที่เร็ว (พรชัย และสุนทรี, 2563) ทำให้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังน่าจะมีศักยภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงของใบพืชไปเป็นมวลชีวภาพ จึงทำการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและสะสมชีวมวลในมันสำปะหลัง บทบาทของปุ๋ย และพันธุ์ที่ช่วยส่งเสริมการกักเก็บ CO_2 และกระบวนการสังเคราะห์แสง

การปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในประเทศไทย ใช้พันธุ์ปลูกที่มีความหลากหลายซึ่งในบางแปลงของเกษตรกรรายเดียวกันยังปลูกพันธุ์มันสำปะหลังที่หลากหลาย จากการดำเนินงานวิจัยเบื้องต้นของโครงการวิจัยนี้ พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละพันธุ์มีความสามารถดูดซับและกักเก็บ CO_2 ทั้งภายในลำต้นและผลผลิต นอกจากนั้นการเขตกรรมที่แตกต่างกัน เช่น การใส่ปุ๋ย การจัดการแปลงหลังการเก็บเกี่ยว มีส่วนสำคัญต่อศักยภาพการกักเก็บ CO_2 ของมันสำปะหลัง

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประเมินการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพันธุ์มันสำปะหลังที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกันในสภาพแปลงทดลอง เพื่อให้มีการเลือกพันธุ์และวิธีการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สามารถช่วยเพิ่มชีวมวลและการกักเก็บปริมาณคาร์บอนในพืชได้ (2) จัดทำฐานข้อมูลมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ขอบเขตระดับจังหวัด เพื่อประเมินศักยภาพของวิธีการจัดการและพันธุ์มันสำปะหลังต่อการกักเก็บคาร์บอนในระดับพื้นที่ ผลงานวิจัยจะช่วยในการประเมินผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป็นประโยชน์ต่อศักยภาพการผลิตคาร์บอนเครดิตของประเทศไทยในอนาคต

การทบทวนวรรณกรรม

ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 102,488,302 ไร่ คิดเป็น 31.9% ของพื้นที่ทั้งประเทศ ส่วนพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร 149,244,274 ไร่ คิดเป็น 46.5% ของพื้นที่ทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ทั้งนี้ กรมวิชาการเกษตรได้มีส่วนร่วมโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร การศึกษาถึงศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร โดยเฉพาะในส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากกิจกรรมการทำการเกษตร ซึ่งกิจกรรมจากภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ การเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังรวมถึงการตัดไม้ทำลายป่าด้วย รวม ๆ แล้ว มีปรอมาณก๊าซเรือนกระจกถูกปลดปล่อยออกไป จากกิจกรรมเหล่านี้ถึง 24% ซึ่งตัวเลขนี้ยังไม่รวมปริมาณ CO_2 ที่สะสมอยู่ในธรรมชาติ ในรูปของมวลชีวภาพและอินทรียวัตถุรวมถึงที่สะสมอยู่ในดินอีก 20% (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2563)

พื้นที่ทางการเกษตรสามารถเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกได้เช่นเดียวกับพื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากพืชปลูกสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยการเก็บกักไว้ในส่วนต่าง ๆ ของต้นในรูปของมวลชีวภาพซึ่งจะช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ตลอดช่วงชีวิต

กรมวิชาการเกษตร

ของพืช (Redondo-Brenes & Montagnini, 2006) รวมถึงการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินและเก็บกักในรูปของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (Zhang & Zhang, 2003; ระวี และคณะ, 2555) แม้ว่าศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคเกษตรกรรมยังไม่เด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับภาคการผลิตอื่น ๆ แต่พื้นที่เกษตรทั่วโลกมีขนาดโดยรวมที่ใหญ่และพื้นที่เกษตรไม่เพียงช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เท่านั้น แต่พื้นที่เกษตรยังช่วยดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในดินและพืชได้ด้วย ในขณะที่ภาคการผลิตอื่น ๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม่สามารถลดก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่แล้วในบรรยากาศได้ จากเหตุผลเหล่านี้ การใช้พื้นที่เกษตรเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สะสมคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงน่าจะมีศักยภาพและประสิทธิภาพ

หลายประเทศตระหนักถึงปัญหาภาวะโลกร้อน (Global warming) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ประเทศต่าง ๆ หาแนวทางแก้ไขตามข้อตกลงเชิงนโยบายและแนวทางปฏิบัติเพื่อลดปัญหาโลกร้อน ในสนธิสัญญาพิธีสารโตเกียว (Kyoto protocol) (IPCC, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 2 แนวทางสำคัญคือ (1) ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม (2) การเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยกลไกการตรึง CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช จากนั้นเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชในรูปของมวลชีวภาพและสารอินทรีย์คาร์บอน

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงผลิตมันสำปะหลัง ประกอบด้วย การดำเนินงานวิจัยจำนวน 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 2.1 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในระดับแปลง

อุปกรณ์

(1) ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

(2) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)

(3) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและพืช

(4) วัสดุวิทยาศาสตร์และสารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

(5) เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll meter รุ่น SPAD 502 Plus)

(6) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB มีจำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

ปัจจัยหลัก (Main-plot) คือ พันธุ์มันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ได้แก่

1) สายพันธุ์ CMR57-83-180
2) สายพันธุ์ CMR57-83-69
3) พันธุ์ระยอง 72

ปัจจัยรอง (Sub-plot) คือ การจัดการปุ๋ยโพแทช มี 3 ระดับ ได้แก่

1) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K)
2) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 16-8-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K)
3) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K)

กรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

(1) ทดลองในดินทรายปนร่วน-ดินร่วนปนทราย ชุดดินจันทึก (sandy, siliceous, isohyperthermic, Typic *Ustipsamments)* ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พิกัด 47P 657248^{E} 1713203^{N} ความสูงจากระดับน้ำทะเล 97 เมตร วิเคราะห์สมบัติของดินแบบสุ่มรวม (composited sample) ที่ระดับความลึก 0 - 20 และ 20 - 50 เซนติเมตร ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ เพื่อนำผลวิเคราะห์ดินที่ได้มากำหนดอัตราปุ๋ยที่จะต้องใช้

(2) แปลงทดลองขนาดแปลงย่อย 9.1 x 6.4 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลงย่อย 2 เมตร ปลูกมันสำปะหลังแบบตั้งตรงในช่วงต้นฤดูฝนขณะดินมีความชื้นพอ เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2563 ด้วยท่อนพันธุ์มันสำปะหลังยาว 20 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 1 ต้น ระยะปลูก 1.3 x 0.8 เมตร ให้ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด ใส่ปุ๋ยเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม วันที่ 21 สิงหาคม 2563 ใส่สองข้างต้นของมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย กำจัดวัชพืชตามความจำเป็น

(3) ประเมินการสะสมมวลชีวภาพของพืช (biomass) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว จำนวน 2 ต้นต่อแปลงย่อย วัดความสูงทรงต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ดัชนีพื้นที่ใบ วัดค่าความเขียวใบด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus) พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างใบพืชวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี ตามวิธีของ Moran (1982) นำตัวอย่างพืช แยกส่วนเป็น ลำต้น ก้านใบ ใบ เหง้า และรากสะสมอาหาร (หัว) นำไปอบที่อุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักแห้งของแต่ละชิ้นส่วน และวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Carbon content)

(4) ประเมินการกักเก็บคาร์บอน (Carbon storage) ในมันสำปะหลัง ประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมดจากการวิเคราะห์อินทรียคาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน โดยมีสมการ ดังนี้

$$\text{การกักเก็บคาร์บอน (ตันคาร์บอน/ไร่)} = \frac{\text{มวลชีวภาพ (ตัน/ไร่) X ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (\%)}}{100}$$

$$\text{การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน } CO_2\text{/ไร่)} = \text{การกักเก็บคาร์บอน x } 44/12$$

(5) วัดอัตราการสังเคราะห์แสงในใบของมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือน ในรอบวันใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุ่น Li-6400XT Portable Photosynthesis System (Licor Inc., NB, USA)

(6) เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เมื่อวันที่ 25 มิถุนายน 2564 พื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 25 เมตร สุ่มเก็บตัวอย่างต้น ใบ ก้านใบ เหง้า และหัวในแต่ละกรรมวิธี นำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชโดยวิธี Walkley and Black ย่อยดินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.5 นอร์มัลของแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

(7) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน การวิเคราะห์ดิน ได้แก่ 1) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 คนให้ดินและน้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที และวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter 2) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน สกัดดินด้วยน้ำ ดินต่อน้ำ 1:5 3) อินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) ย่อยดินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.5 นอร์มัลของแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต 4) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดดินด้วยน้ำยา Bray II (0.1 นอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริก ผสมกับ 0.03 นอร์มัลของแอมโมเนียมฟลูออไรด์) วัดปริมาณฟอสฟอรัส โดยทำให้เกิดสีตามวิธี

Molydenum blue ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร และ 5) โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ โดยสกัดดินด้วย 0.1 นอร์มัลของแอมโมเนียมอะซิเตท (pH 7.0)

(8) หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ กับความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสง

(9) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลต่าง ๆ ในแต่ละพันธุ์และอายุมันสำปะหลัง โดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ
2. ข้อมูลการเจริญเติบโต
3. ข้อมูลอัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลัง
4. ข้อมูลความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง
5. ข้อมูลผลผลิต และน้ำหนักแห้งส่วนต่างๆ ได้แก่ ปริมาณแป้งในหัวสด (เปอร์เซ็นต์แป้ง) ผลผลิตหัวสดต่อไร่ ผลผลิตแป้ง เป็นต้น

สุ่มตัวอย่างหัวสดมา 5 กิโลกรัมต่อแปลงย่อย เพื่อหาปริมาณแป้งในหัวสดโดยชั่งในน้ำ สามารถคำนวณผลผลิตแป้ง โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักหัวสด (กก./ไร่)} \times \text{เปอร์เซ็นต์แป้ง (\%)}}{100}$$

6. ข้อมูลสมบัติของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2562 สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2564

สถานที่ทำการทดลอง

- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
- กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.2 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในระดับพื้นที่

อุปกรณ์

(1) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน พลั่วมือ สแตนเลส ค้อนทองแดง สว่านเก็บตัวอย่างดิน ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน

(2) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถุงกระดาษ ถุงตาข่าย

(3) วัสดุวิทยาศาสตร์ และ สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

(4) เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll meter)

วิธีการ

แบบและวิธีการทดลอง

การเลือกตัวอย่างสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling : SRS)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

(1) ดำเนินการสำรวจเก็บตัวอย่างดินและมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

(2) สัมภาษณ์เกษตรกร บันทึกข้อมูลสภาพพื้นที่แปลงเกษตรกร การจัดการ พิกัดแปลง

กรมวิชาการเกษตร

(3) ประเมินการสะสมมวลชีวภาพของมันสำปะหลังแปลงเกษตรกร โดยสุ่มเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังที่อายุ 8 – 10 เดือนจำนวน 2 ต้นต่อจุดตัวอย่าง วัดความสูงทรงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ดัชนีพื้นที่ใบ วัดค่าความเขียวใบด้วยเครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus) เก็บตัวอย่างพืชวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และทั้งหมดในใบ ตามวิธีของ Moran (1982)

นำตัวอย่างพืชแยกส่วนเป็นลำต้น ใบ ก้านใบ เหง้าและหัว สำหรับหาน้ำหนักแห้ง ชั่งหาน้ำหนักสดแต่ละชิ้นส่วน เพื่อนำไปอบแห้งหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยนำไปอบที่อุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Carbon content) เหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน

(4) เก็บตัวอย่างดินแปลงเกษตรที่ระดับความลึก 0 - 20 และ 20 - 50 เซนติเมตร มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ดิน ได้แก่ 1) เนื้อดิน 2) ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) 3) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 คนให้ดินและน้ำเข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที และวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter 4) สภาพการนำไฟฟ้าของดิน สกัดดินด้วยน้ำ ดินต่อน้ำ 1:5 5) อินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) ย่อยดินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นและโพแทสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ไทเทรตด้วยสารละลาย 0.5 นอร์มัลของแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต 6) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดดินด้วยน้ำยา Bray II (0.1 นอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริก ผสมกับ 0.03 นอร์มัลของแอมโมเนียมฟลูออไรด์) วัดปริมาณฟอสฟอรัส โดยทำให้เกิดสีตามวิธี Molydenum blue ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร และ 7) โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดดินด้วย 0.1 นอร์มัลของแอมโมเนียมอะซิเตท (pH 7.0) (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

(5) ประเมินการกักเก็บคาร์บอน (Carbon storage) ในมันสำปะหลังแปลงเกษตรกร ประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมด จากการวิเคราะห์อินทรียคาร์บอนในพืช โดยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน โดยมีสมการ ดังนี้

$$\text{การกักเก็บคาร์บอน (ตันคาร์บอน/ไร่)} = \frac{\text{มวลชีวภาพ (ตัน/ไร่)} \times \text{ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (\%)}}{100}$$

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน CO_2/ไร่) = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12

(6) วิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจ จัดกลุ่มข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ความเขียวของใบ ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบ ความสูงทรงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน และสมบัติดิน

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลตัวอย่างพืช เช่น ความสูงทรงต้น ความเขียวของใบ ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักลำต้น/ใบ เป็นต้น

2. ข้อมูลสภาพพื้นที่แปลงเกษตรกร ได้แก่ ขนาดพื้นที่ พันธุ์ วันที่เก็บข้อมูล อายุมันสำปะหลัง พิกัดทางภูมิศาสตร์ การจัดการแปลง ปริมาณน้ำฝน ระยะปลูก เป็นต้น

3. ข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพของทั้งต้น (เหนือพื้นดิน) ปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งต้น และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึกต่างๆ

4. ข้อมูลปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) และการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง (กก.คาร์บอน/ไร่)

5. ข้อมูลผลวิเคราะห์ดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2564

กรมวิชาการเกษตร

สถานที่ทำการทดลอง

- พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์
- กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 2.3 เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงมันสำปะหลังโดยไม่ทำลายตัวอย่าง

อุปกรณ์

(1) อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน พืช เช่น อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน สายวัด เครื่องชั่ง ถุงกระดาษ ถุงตาข่าย

(2) เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ในใบพืช (Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus)

(3) อุปกรณ์สำหรับวัดพื้นที่ใบ

(4) ภาพถ่ายทางอากาศจากโดรน/ภาพถ่ายดาวเทียม

วิธีการ

(1) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต น้ำหนักสดและแห้งส่วนเหนือดินแยกเป็นส่วนต่าง ๆ ปริมาณมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง พื้นที่ใบ ความสูงทรงต้น คลอโรฟิลล์ และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจากแปลงทดลองและบินถ่ายภาพทางอากาศ

(2) วิเคราะห์ความสูงจากการถ่ายภาพและหาความสัมพันธ์กับความสูงจากการเก็บจริง

(3) วิเคราะห์หาค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละช่วงการเก็บข้อมูลในแปลงทดลอง

(4) ประมาณค่าสมการระหว่างมวลชีวภาพของมันสำปะหลังรายพันธุ์ กับความสูง ขนาดทรงพุ่มของต้นมันสำปะหลัง ปริมาณคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและใต้ดิน ดัชนีพื้นที่ใบ คลอโรฟิลล์ ตามวิธีของ Moran (1982) และดัชนีพืชพรรณ

(5) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการหลายตัวแปร (Multiple regression analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและในดิน กับค่าดัชนีพืชพรรณข้อมูลดาวเทียม/บินถ่ายภาพ และทดสอบต้นแบบที่ได้

(6) นำข้อมูลในระดับพื้นที่ในแปลงมันสำปะหลัง (การทดลองที่ 2.2) มาทดสอบรูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอน

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูงทรงต้น จำนวนใบ น้ำหนักลำต้น ใบ ก้านใบ หัวสดมันสำปะหลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และขนาดทรงพุ่ม เป็นต้น

2. ข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพของทั้งต้น แยกเป็นส่วนต่างๆ ปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งต้น และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึกต่างๆ

3. ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2563 สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2564

สถานที่ทำการทดลอง

- พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์
- กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปราย (Results and Discussion)

การทดลองที่ 2.1 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในระดับแปลง

สมบัติของดินก่อนทำการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินที่ใช้ทำการทดลองก่อนปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน-ดินร่วนปนทราย ความหนาแน่นรวม อยู่ในช่วง 1.55-1.60 ก./ลบ.ซม. ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เป็นกรดรุนแรงมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน เช่น ฟอสฟอรัสถูกตรึง ทำให้พืชดูดไปใช้ไม่ได้ และมีธาตุเสริม เช่น เหล็ก และแมงกานีสละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืชได้ ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง ควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 5.0-6.5 (กรมวิชาการเกษตร, 2564) สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ไม่เพียงพอต่อความต้องการมันสำปะหลัง ซึ่งต้องการดินที่มีอินทรียวัตถุ 0.65-2.0 % และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า 7 มก./กก. ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง อัตราที่แนะนำคือ 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์สมบัติของดินในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ก่อนดำเนินการทดลอง

สมบัติของดินบางประการ	ค่าวิเคราะห์ ระดับความลึก (เซนติเมตร)		ค่าที่เหมาะสมของดินที่ปลูกมันสำปะหลัง[1/]
	0 – 20	20 – 50	
pH (1:1)	4.4	4.5	5.0 – 6.5
EC (1:5) (dS/m)	0.01	0.01	ไม่เกิน 0.5
OM (%)	0.6	0.3	0.65 – 2.0
OC (%)	0.3	0.2	-
Available P (Bray II) (mg/kg)	4	2	> 7
Exchangeable K (mg/kg)	65	43	> 30
Exch. Ca (mg/kg)	182	117	> 50
Exch. Mg (mg/kg)	16	17	> 24
% Sand	79.3	77.6	-
% Silt	12.1	7.8	-
% Clay	8.6	14.6	-
Texture	ดินทรายปนร่วน	ดินร่วนปนทราย	ดินทราย ดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย
Bulk Density (g/cm^3)	1.6	1.55	-

[1/] กรมวิชาการเกษตร (2564)

สภาพภูมิอากาศฤดูปลูกมันสำปะหลัง

ช่วงปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง ต้องพิจารณาทั้งปริมาณน้ำฝน และลักษณะของดิน ดังนั้นควรอยู่ในช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคม แต่ในปี 2563 ฝนมาช้ากว่าที่กำหนด จึงได้ปลูกมันสำปะหลัง เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2563 จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่วัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยาตากฟ้า อ.ตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์

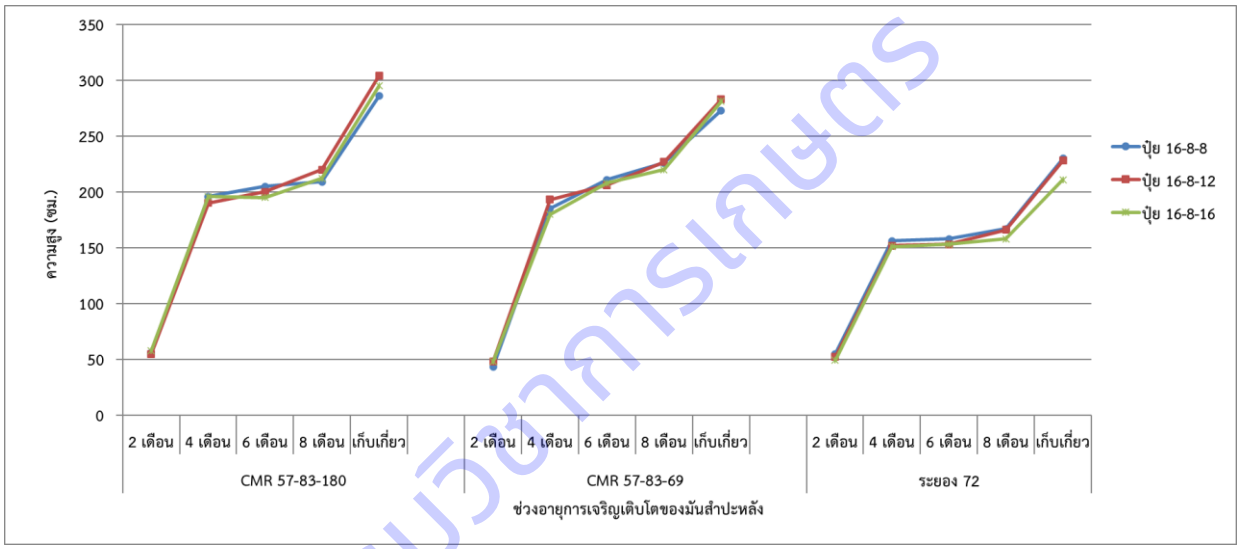
กรมวิชาการเกษตร

พบว่า ตลอดฤดูปลูกปี 2563-2564 การปลูกมันสำปะหลังภายใต้สภาวะอาศัยน้ำฝน ได้รับน้ำไม่เพียงพอ มีปริมาณน้ำฝนรวม 738 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าปริมาณความต้องการน้ำของมันสำปะหลัง ใช้รวม 796 มิลลิเมตร ตลอดอายุฤดูปลูก ประกอบกับดินเป็นดินทรายจัด เมื่อฝนตกน้ำจะไหลผ่านดินได้อย่างรวดเร็ว มีการระบายน้ำดีเกินไป ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และดูดซับธาตุอาหารต่ำ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.6 °C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.9 °C

การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของมันสำปะหลัง

ความสูงทรงต้น

ความสูงทรงต้นของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า การจัดการปุ๋ยโพแทชที่ระดับต่าง ๆ ไม่ได้มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-180 ให้ความสูงทรงต้นที่อายุเก็บเกี่ยวมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 295 เซนติเมตร รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 มีความสูงเฉลี่ย 279 และ 233 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

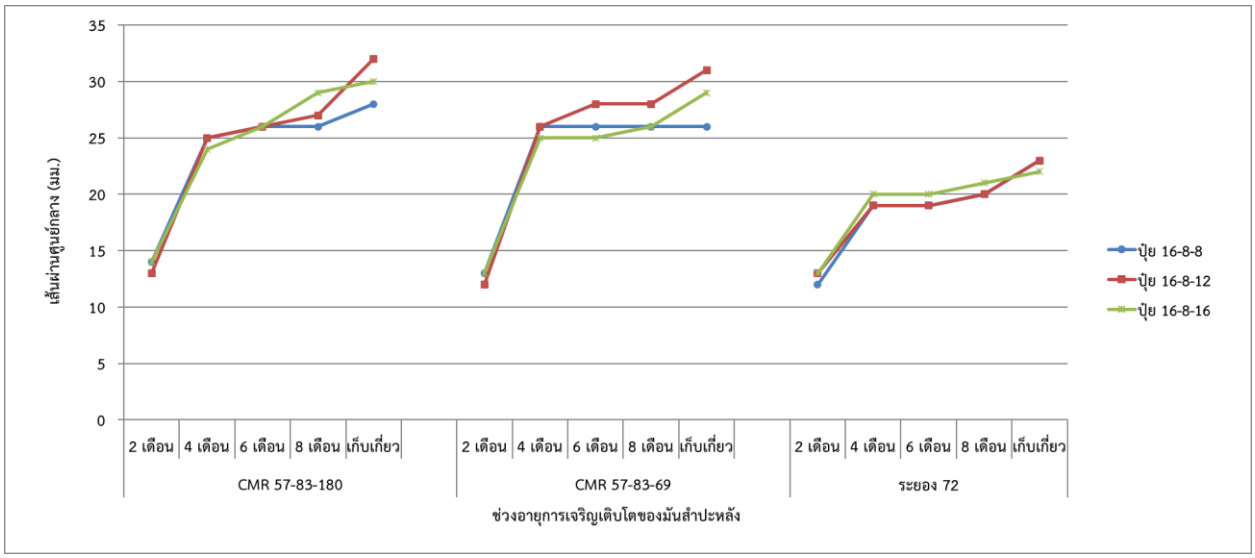


ภาพที่ 1 ความสูงทรงต้นของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ขนาดของลำต้นของมันสำปะหลังที่ระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 2 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-180 และ CMR57-83-69 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นกว้างกว่าพันธุ์ระยอง 72 สอดคล้องกับการเจริญเติบโตด้านความสูง เมื่อพิจารณาการจัดการปุ๋ยโพแทชที่อายุเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 และ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากกว่าปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K) ดังภาพที่ 2

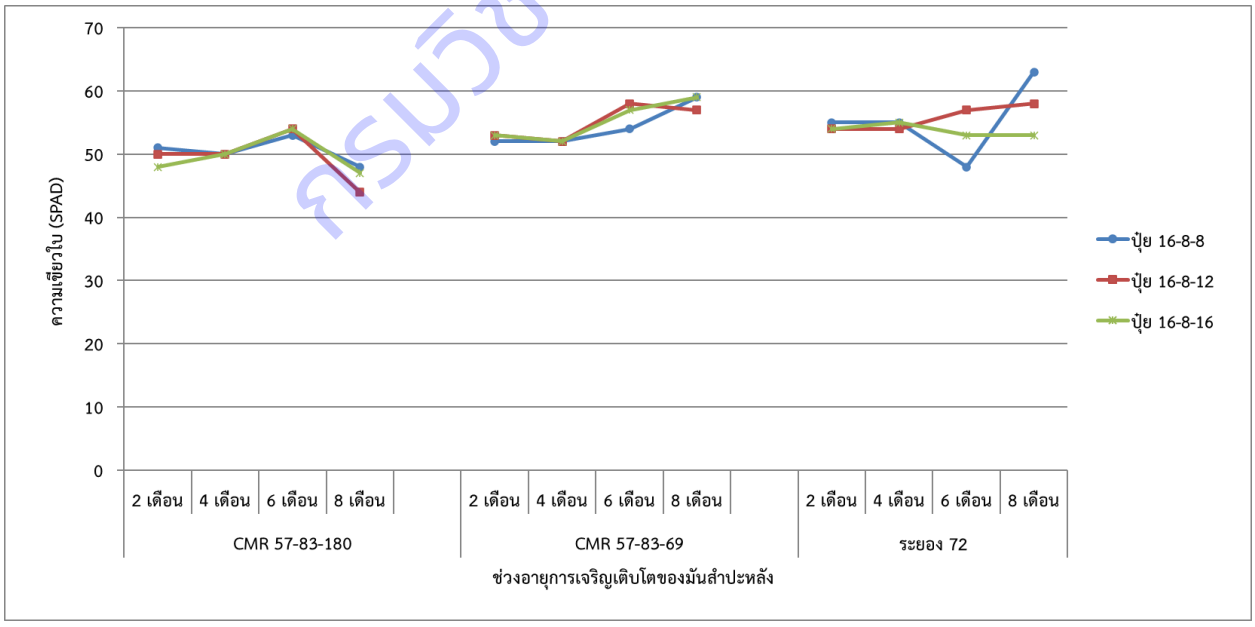
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ความเขียวของใบ

ค่าความเขียวของใบ หรือ SPAD Reading ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า พันธุ์ระยอง 72 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ค่าความเขียวสูงกว่าสายพันธุ์ CMR57-83-180 โดยที่สายพันธุ์ CMR57-83-180 มีค่าความเขียวสูงสุดที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ให้ค่าความเขียวเฉลี่ย 53 SPAD units ในขณะที่พันธุ์ระยอง 72 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 มีค่าความเขียวสุงสุดที่อายุ 8 เดือน เฉลี่ย 58 SPAD units ดังภาพที่ 3

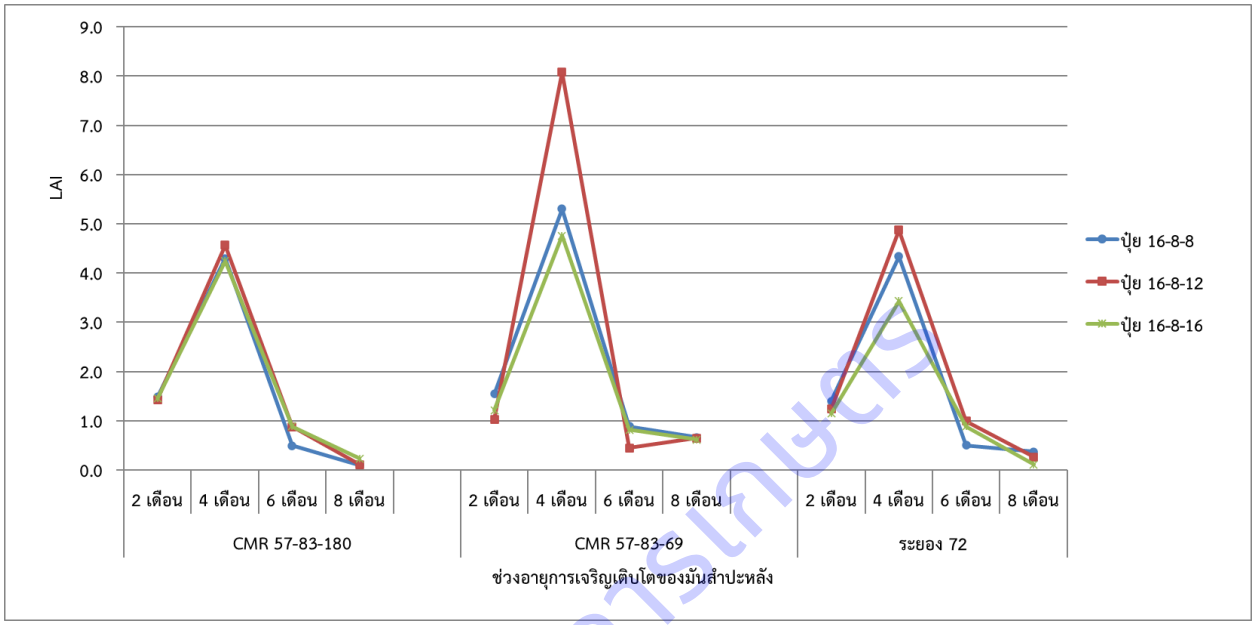


ภาพที่ 3 ความเขียวของใบมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

ดัชนีพื้นที่ใบ

การจัดการปุ๋ยโพแทชที่ระดับต่าง ๆ มีผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) มันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K) มีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดเฉลี่ย 6.06 อย่างไรก็ตามพบว่า มันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์มีค่า LAI สูงสุดที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก หลังจากนั้น LAI จะค่อยลดลงมาที่อายุ 8 เดือน (มีนาคม 2564) ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งทำให้มันสำปะหลังเกิดการทิ้งใบ (ภาพที่ 4)

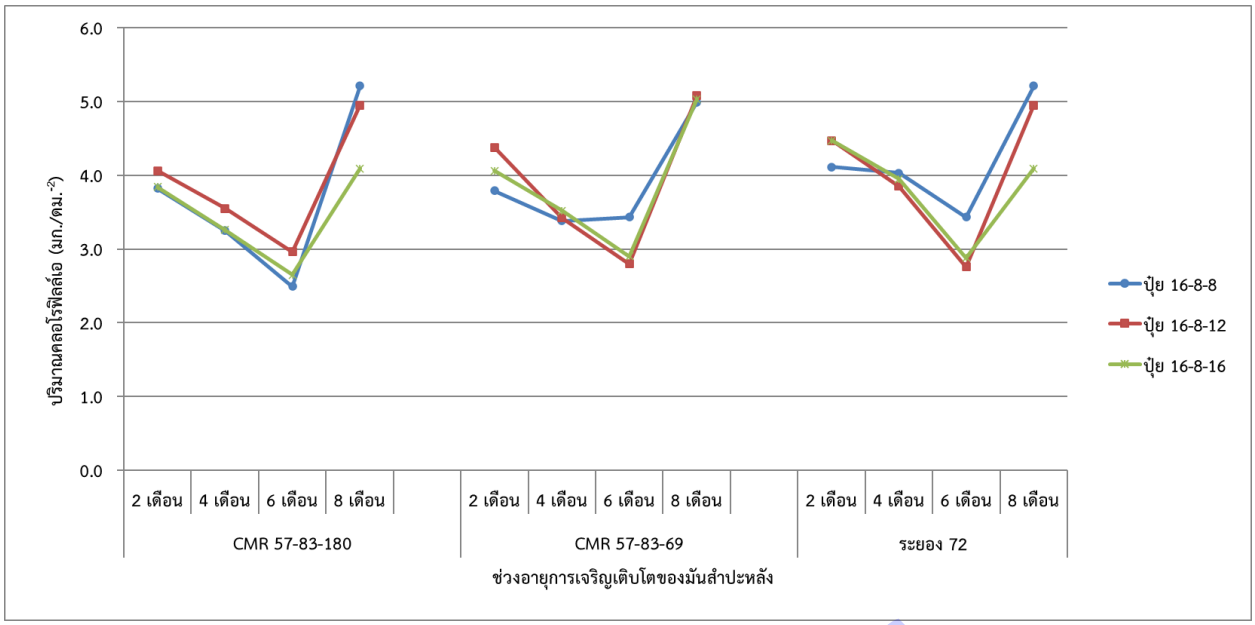


ภาพที่ 4 ดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

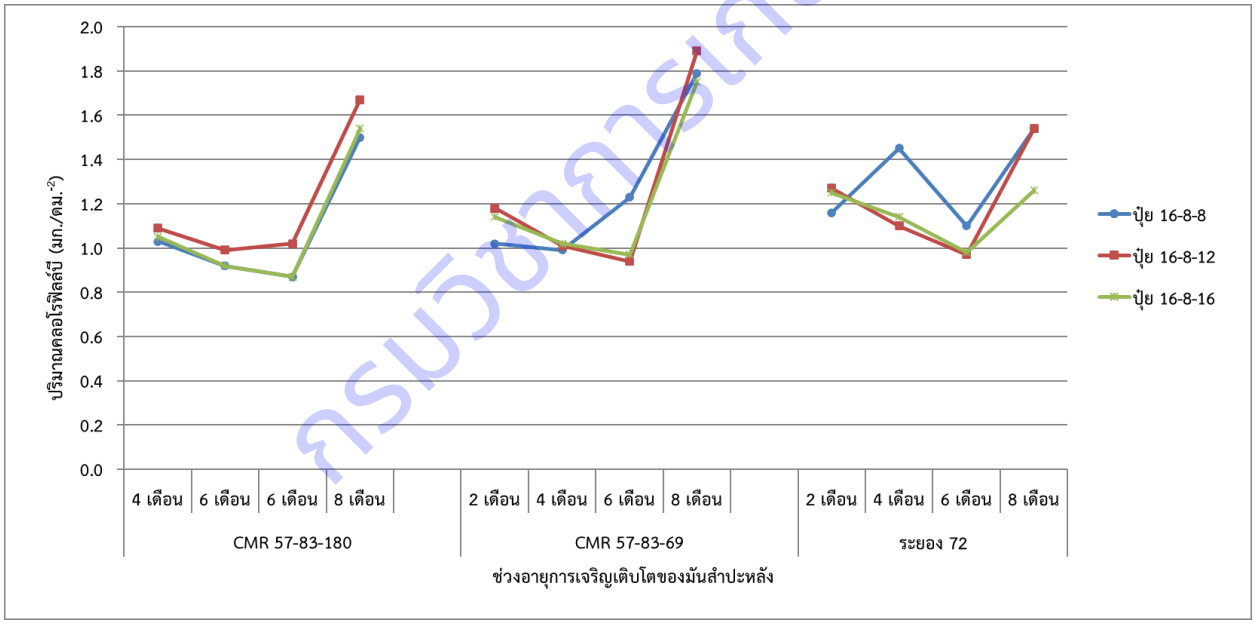
ปริมาณคลอโรฟิลล์

พันธุ์มันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ในช่วงอายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุด รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 ตามลำดับ จากนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อยๆ ลดลงจนถึงจุดต่ำสุดที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก (มกราคม 2564) และมีค่าเพิ่มขึ้นที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังภาพที่ 5-7

ศูนย์วิทยการเกษตร

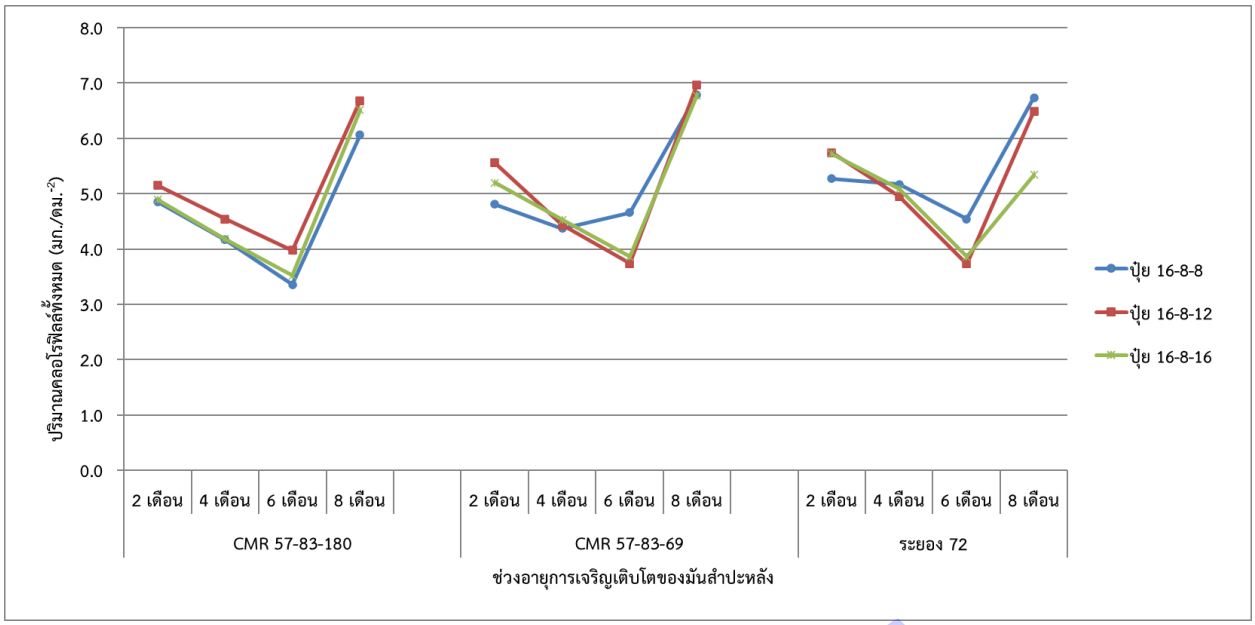


ภาพที่ 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน



ภาพที่ 6 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของมันสำปะหลังพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของมันสำปะหลังพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 2 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

อัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลัง

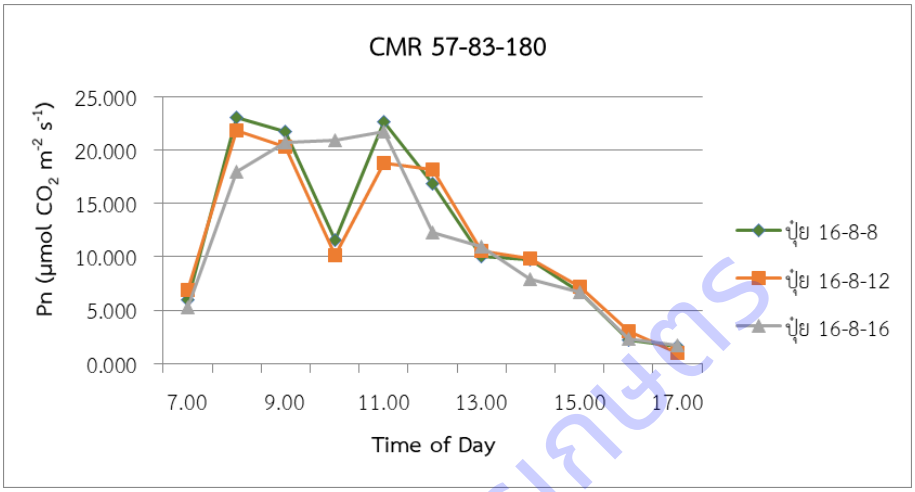
การตอบสนองต่อแสงของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ และการจัดการปุ๋ยโพแทชจำนวน 3 อัตรา จากการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงในรอบวันที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-180 ที่ใช้อัตราปุ๋ย 16-8-8 และ 16-8-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจาก 07.00 น. จนถึง 09.00 น. เฉลี่ย 20.943 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และค่อย ๆ ลดที่เวลา 10.00 น. ในขณะที่อัตราปุ๋ย 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K) อัตราการสังเคราะห์แสงที่เวลา 10.00 น. ยังคงที่ ไม่ได้ลดลง เฉลี่ย 20.973 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ แสดงว่าการให้ปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ช่วยรักษาอัตราการสังเคราะห์แสงในช่วงนี้ได้ดี จากนั้นมันสำปะหลังพันธุ์ CMR57-83-180 อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มอีกขึ้นสูงสุดเฉลี่ย 21.032 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} ที่เวลา 11.00 น. และอัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 เริ่มลดลงจากเวลา 12.00 ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 15.797 เป็น 1.403 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 8) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K มันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 เป็นพันธุ์ที่มีการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดในช่วงเวลา 8.00 น. เฉลี่ย 23.076 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}

สำหรับอัตราการสังเคราะห์แสงของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69 พบว่า การให้ปุ๋ยทั้งสามอัตรามีรูปแบบอัตราการสังเคราะห์แสงใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 9) โดยอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นจากเวลา 07.00 น. จนถึงจุดสูงสุดที่เวลา 11.00 น. เฉลี่ย 21.905 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ จากนั้นจะลดลง อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยที่อัตรา 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ให้อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเฉลี่ย 22.431 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$

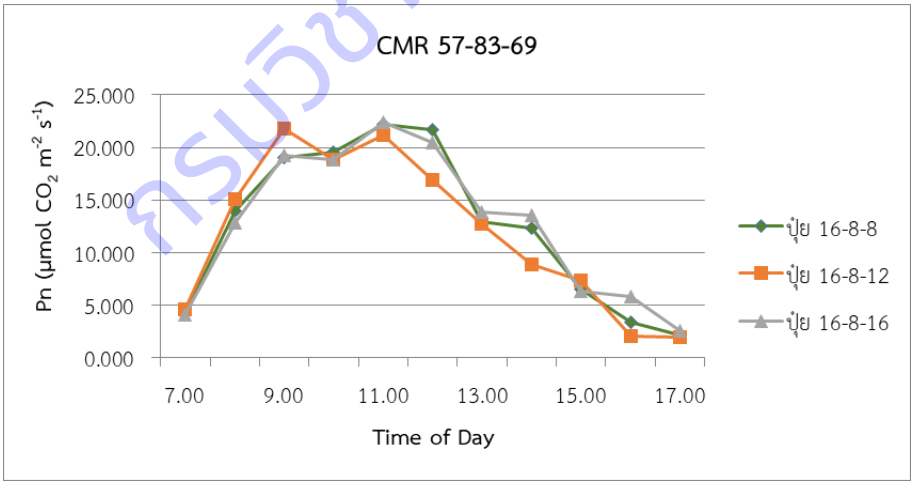
อัตราการสังเคราะห์แสงของพันธุ์ระยอง 72 พบว่า การให้ปุ๋ยทั้งสามอัตราทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นจาก 07.00 น. ถึง 09.00 น. จาก 8.36 ถึง 13.26 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และค่อย ๆ ลดลงที่เวลา 10.00 น. เฉลี่ย 9.13 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ จากนั้นเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่เวลา 11.00 น. เฉลี่ย 16.85 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ และค่อยๆ ลดลงจนถึงเวลา 17.00 น. โดยจะเห็นว่า การให้ปุ๋ย 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K มีอัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 สูงสุด เมื่อเทียบกับอัตราการให้ปุ๋ยระดับอื่น ๆ (ภาพที่ 10)

อัตราการสังเคราะห์แสงของใบมันสำปะหลังจะเริ่มตรึง CO_2 ได้เวลา 07.00 น. โดยสัมพันธ์กับความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. หลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลง

ดังนั้นพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับ CO_2 สูงสุดในกลุ่มนี้ คือ สายพันธุ์ CMR57-83-180 โดยมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสดงสุทธิของใบสูงสุด เฉลี่ย 23.076 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ รองลงมาคือ CMR57-83-69 และระยอง 72 เฉลี่ย 22.431 และ 20.441 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ช่วงเวลาที่ต้นมันสำปะหลังตรึง CO_2 ได้สูงสุด คือ เวลา 09.00-12.00 น. ในสายพันธุ์ CMR57-83-69 ส่วนสายพันธุ์ CMR57-83-180 คือ เวลา 08.00 – 09.00 น. และ 11.00-12.00 น. ในขณะที่พันธุ์ระยอง 72 ช่วงเวลา 11.00 น.

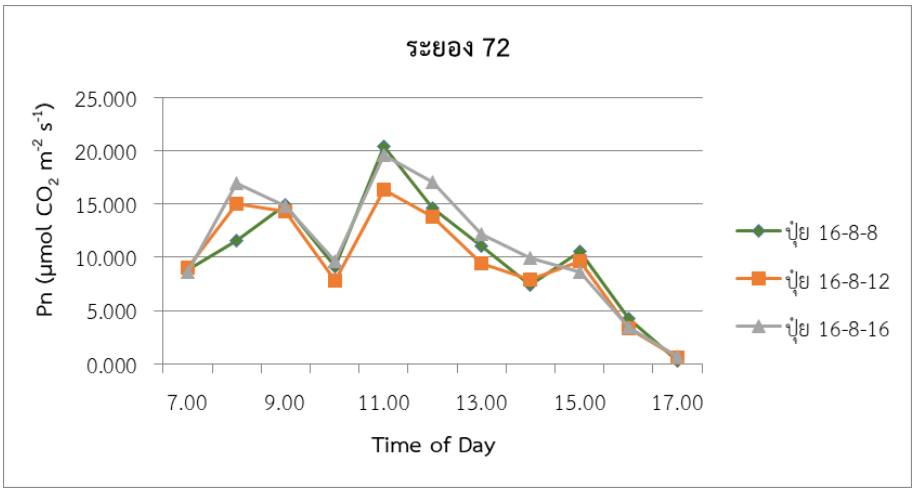


ภาพที่ 8 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน



ภาพที่ 9 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69 ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

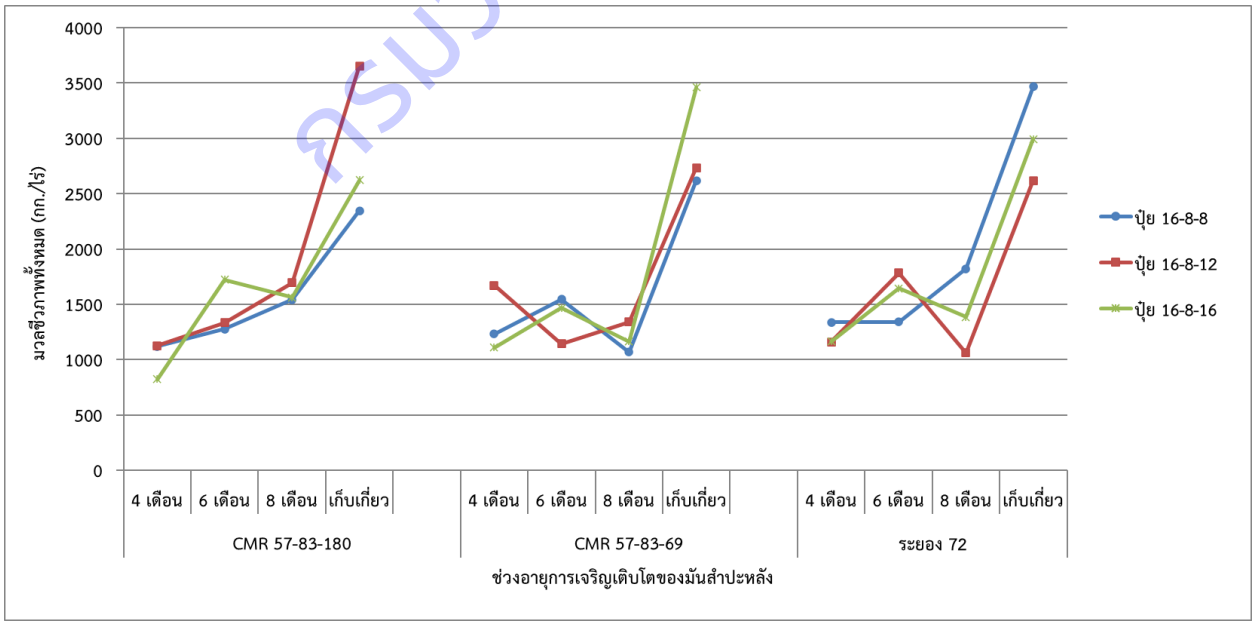


ภาพที่ 10 อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวันของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ปริมาณมวลชีวภาพของมันสำปะหลัง

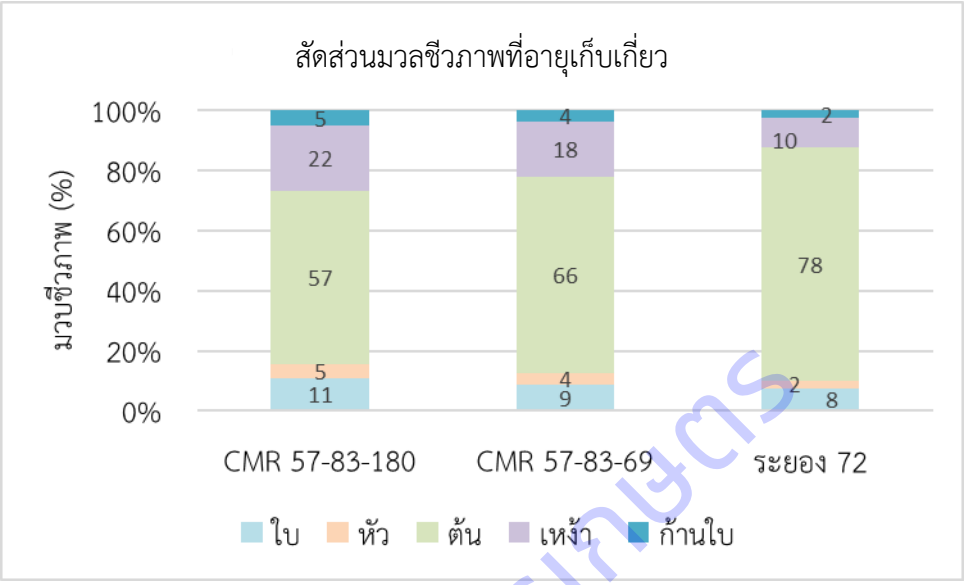
ปริมาณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของมันสำปะหลัง พบว่า มวลชีวภาพรวมระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณสูงสุดเฉลี่ย 2,946 กก./ไร่ โดยพันธุ์ระยอง 72 มีปริมาณมวลชีวภาพรวมสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K เฉลี่ย 3,467 กก./ไร่ ในขณะที่สายพันธุ์ CMR57-83-180 มีปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดสูงสุดที่อัตราปุ๋ย 16-8-12 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K เฉลี่ย 3,656 กก./ไร่ และให้ปริมาณมวลชีวภาพต่ำสุดที่อัตรา 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (2,345 กก./ไร่) สำหรับสายพันธุ์ CMR57-83-69 ที่อายุเก็บเกี่ยว ให้ปริมาณมวลชีวภาพสูงสุด เมื่อมีการใช้ปุ๋ย 16-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือ ปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K (ภาพที่ 11)

ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 11 ปริมาณมวลชีวภาพของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

สำหรับสัดส่วนน้ำหนักแห้งที่อายุเก็บเกี่ยวในแต่ละส่วนของต้นมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า มวลชีวภาพส่วนของต้นมีปริมาณมากที่สุดเฉลี่ย 67% รองลงมาคือ เหง้า ใบ รากสะสมอาหาร (หัว) และก้านใบ เฉลี่ย 17 9 4 และ 4% ตามลำดับ โดยพันธุ์ระยอง 72 มีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนต้นเฉลี่ย 78% รองลงมาคือ เหง้า ใบ รากสะสมอาหาร และใบ เฉลี่ย 10 8 2 และ 2% ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ CMR57-83-180 และ CMR57-83-69 มีการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นเฉลี่ย 57 และ 66% (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 สัดส่วนมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุเก็บเกี่ยว

เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ยโพแทชระดับต่าง ๆ ในช่วงอายุการเจริญเติบโตต่าง ๆ ได้แก่ อายุ 2 4 6 8 เดือน และอายุเก็บเกี่ยว พบว่า อัตราปุ๋ยโพแทชที่ระดับต่าง ๆ ไม่ได้มีผลต่อมวลชีวภาพส่วนใบ ก้านใบ ลำต้น และใบ ยกเว้นที่อายุเก็บเกี่ยว ในส่วนรากสะสมอาหารของมันสำปะหลัง พบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยโพแทชและพันธุ์มันสำปะหลัง โดยการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 และ 16-8-16 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ทำให้มวลชีวภาพของส่วนรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 ต่ำสุดเฉลี่ย 868 และ 941 กก./ไร่ นอกนั้นการให้ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ และการเลือกใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 และระยอง 72 ไม่ทำให้ปริมาณมวลชีวภาพส่วนของรากสะสมอาหารแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2-4

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 มวลชีวภาพของใบและก้านใบของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัมต่อไร่) (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69			57-83-180	57-83-69		
16-8-8	235	226	204	222	59	68	56	61	6	48	35	30	176	144	201	173
16-8-12	230	271	217	240	78	49	106	78	10	45	14	23	247	153	171	191
16-8-16	173	216	180	190	85	81	86	84	20	46	10	25	214	222	177	204
เฉลี่ย	213	238	200	217	74	66	83	74	12	46	20	26	212	173	183	189
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	26.6			(V)	45.8			(V)	67.9			(V)	17.9		
	(F)	24.8			(F)	46.7			(F)	37.8			(F)	18.9		

มวลชีวภาพส่วนก้านใบ (กิโลกรัมต่อไร่) (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69			57-83-180	57-83-69		
16-8-8	96	122	82	100	22	37	19	26	2	19	7	9	82	60	69	70
16-8-12	104	136	80	107	26	15	41	27	4	15	4	7	106	64	52	74
16-8-16	86	96	78	87	32	33	30	31	8	16	3	9	102	87	56	82
เฉลี่ย	95b	118a	80c	98	27	28	30	28	4	17	5	9	97a	70b	59b	75
F-Test	Varieties (V) = * , Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	18.9			46.2	15.9			(V)	46.2			(V)	15.9		
	(F)	19.2			42.1	23.2			(F)	42.1			(F)	23.2		

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 มวลชีวภาพของลำต้นและเหง้าของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัมต่อไร่) (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72	
16-8-8	202	269	155	209ab	445	547	524	505	698	564	498	587	895	941	791	876
16-8-12	209	340	156	235a	471	368	694	511	697	566	403	555	1085	978	599	887
16-8-16	169	202	138	170b	736	523	647	635	857	453	424	578	1043	1216	640	966
เฉลี่ย	193ab	270a	150b	204	551	479	621	550	751a	527b	442b	573	1008a	1045a	677b	910
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = **				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	16.0			(V)	37.8			(V)	12.8			(V)	22.7		
	(F)	16.8			(F)	45.8			(F)	18.8			(F)	28.0		

มวลชีวภาพส่วนของเหง้า (กิโลกรัมต่อไร่) (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72	
16-8-8	126	129	89	115	201	320	189	236	256	203	217	225	324	318	262	301
16-8-12	127	141	90	119	156	170	339	222	272	268	166	235	651	350	221	407
16-8-16	99	116	93	103	316	276	301	298	303	234	182	240	321	420	233	325
เฉลี่ย	117a	129a	90b	112	224	255	276	252	277a	235b	188c	233	432	362	239	344
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	10.6			(V)	33.3			(V)	14.2			(V)	50.6		
	(F)	18.0			(F)	42.4			(F)	13.0			(F)	44.2		

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 มวลชีวภาพของรากสะสมอาหารมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

	มวลชีวภาพส่วนของรากสะสมอาหาร (กิโลกรัมต่อไร่) (V)															
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	458	487	808	585	548	573	554	558	579	235	1064	626	868b	1155a	2144a	1389
16-8-12	456	782	618	619	602	542	603	582	715	449	477	547	1568a	1191a	1574a	1444
16-8-16	297	480	676	484	552	556	579	562	375	417	766	519	941b	1515a	1887a	1448
เฉลี่ย	404	583	701	563	567	557	579	568	556	367	769	564	1126	1287	1869	1427
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *			
CV (%)	(V) 30.0 (F) 32.3				(V) 7.3 (F) 8.9				(V) 42.6 (F) 43.5				(V) 31.0 (F) 26.3			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในมันสำปะหลัง

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของใบมันสำปะหลังที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก พบว่า พันธุ์มันสำปะหลังให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ระยอง 72 และสายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 42.40 และ 42.55% สูงกว่าสายพันธุ์ CMR57-83-180 ที่ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 41.83% สำหรับช่วงอายุอื่น ๆ ลักษณะของพันธุ์และการจัดการปุ๋ยไม่ได้ทำให้ความเข้มข้นของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง มีค่าอยู่ในช่วง 41.34-46.33% (ตารางที่ 5) ในขณะส่วนของก้านใบ ที่อายุเก็บเกี่ยว ลักษณะของพันธุ์ และการจัดการปุ๋ยมีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยสายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดเฉลี่ย 44.72% เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ ในขณะที่การจัดการปุ๋ยโพแทช พบว่า ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด เฉลี่ย 43.89% รองลงมาคือ ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 และ 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ 43.21 และ 42.80% ตามลำดับ สำหรับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของก้านใบ ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง มีค่าอยู่ในช่วง 35.20-45.29%

ส่วนของลำต้น และเหง้าที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า ลักษณะของพันธุ์มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยสายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด โดยส่วนของลำต้น และเหง้า ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 49.20 และ 47.60% เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น ๆ ที่ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่ำกว่า แต่เมื่อพิจารณาถึงช่วงอายุอื่น ๆ พบว่า พันธุ์และการจัดการปุ๋ยไม่ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของลำต้น และเหง้า ทุกช่วงอายุการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังมีค่าอยู่ในช่วง 40.90-49.63% และ 41.75-47.78% ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ในขณะที่ในส่วนรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต ลักษณะของพันธุ์ และการจัดการปุ๋ย ให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 44.79-50.47% สามารถสรุปโดยรวมได้ว่า มันสำปะหลังมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร มีค่าเฉลี่ย 44.03 39.95 43.95 45.20 และ 47.94% ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในใบและก้านใบของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในใบ (V)

อายุพืช	4 เดือน				6 เดือน				8 เดือน				อายุเก็บเกี่ยว			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72	
16-8-8	42.26	42.41	42.92	42.53a	43.19	43.77	42.90	43.29	43.46	43.04	44.08	43.52	45.28	45.64	44.85	45.25
16-8-12	41.34	42.55	41.52	41.80b	42.50	44.73	44.28	43.84	43.74	43.30	44.06	43.70	43.60	46.33	44.76	44.90
16-8-16	41.88	42.68	42.77	42.44a	41.98	42.58	44.35	42.97	44.88	44.12	44.29	44.43	45.10	46.04	46.13	45.76
เฉลี่ย	41.83b	42.55a	42.40ab	42.26	42.55	43.69	43.84	43.36	44.03	43.48	44.14	43.88	44.66	46.00	45.25	45.30
F-Test	Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = *				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	1.0			(V)	5.8			(V)	5.8			(V)	2.6		
	(F)	1.4			(F)	2.7			(F)	3.1			(F)	2.4		

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในก้านใบ (V)

อายุพืช	4 เดือน				6 เดือน				8 เดือน				อายุเก็บเกี่ยว			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72	
16-8-8	42.16	43.29	40.81	42.09	40.66	38.85	38.67	39.39	37.65	40.64	34.41	37.56	43.83	45.29	42.55	43.89a
16-8-12	42.49	42.45	41.77	42.24	39.66	40.28	38.73	39.55	36.83	39.75	35.20	37.26	43.06	44.70	41.88	43.21ab
16-8-16	42.80	43.06	40.73	42.20	39.97	39.31	40.65	39.98	36.73	38.07	35.41	36.73	42.01	44.17	42.24	42.80b
เฉลี่ย	42.48	42.93	41.10	42.17	40.09	39.48	39.35	39.64	37.07	39.48	35.01	37.19	42.97b	44.72a	42.22b	43.30
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = *			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	4.9			46.2	3.1			(V)	5.8			(V)	2.0		
	(F)	2.4			42.1	5.6			(F)	3.1			(F)	2.3		

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในลำต้นและเหง้าของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในลำต้น (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69			57-83-180	57-83-69		
16-8-8	43.52	41.82	43.06	42.80	43.47	44.45	44.46	44.13	44.10	45.97	42.71	44.26	47.67	48.63	46.51	47.60
16-8-12	42.76	41.78	40.90	41.81	44.40	45.39	43.69	44.49	43.56	45.67	43.34	44.19	47.08	49.35	46.65	47.69
16-8-16	41.44	43.57	39.92	41.64	44.56	45.48	44.98	45.00	43.86	45.69	43.86	44.47	47.41	49.63	46.12	47.72
เฉลี่ย	42.57	42.39	41.29	42.09	44.14	45.11	44.37	44.54	43.84	45.77	43.30	44.30	47.39b	49.20a	46.43b	47.67
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	1.9			(V)	3.2			(V)	2.6			(V)	3.5		
	(F)	6.0			(F)	4.5			(F)	1.9			(F)	1.9		

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในเหง้า (V)

อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F)	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR	CMR	ระยอง 72	เฉลี่ย
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69	72		57-83-180	57-83-69			57-83-180	57-83-69		
16-8-8	43.33	43.76	41.75	42.95	45.76	44.99	46.30	45.68	47.15	46.16	44.95	46.09	47.56	47.78	46.42	47.25
16-8-12	44.14	43.87	42.29	43.44	45.68	46.60	45.85	46.04	46.59	46.68	44.67	45.98	48.07	47.51	45.67	47.08
16-8-16	43.09	43.27	41.89	42.75	46.86	45.80	46.21	46.29	46.40	46.17	45.79	46.12	46.89	47.51	46.74	47.05
เฉลี่ย	43.52	43.63	41.98	43.05	46.10	45.79	46.12	46.00	46.71	46.33	45.14	46.06	47.51a	47.60a	46.28b	47.13
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns			
	(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns				(V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	2.9			(V)	1.9			(V)	1.9			(V)	1.9		
	(F)	2.1			(F)	3.0			(F)	1.6			(F)	1.8		

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในรากสะสมอาหารของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) ในรากสะสมอาหาร (V)															
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	46.45	46.33	47.07	46.62	49.38	48.51	48.91	48.93	45.52	46.42	47.29	46.41	49.25	49.91	49.55	49.57
16-8-12	45.46	46.90	46.63	46.33	50.47	48.34	49.67	49.50	46.59	47.10	47.04	46.91	49.54	49.53	50.12	49.73
16-8-16	44.79	46.43	46.36	45.86	49.76	48.03	48.42	48.74	46.10	47.29	47.66	47.01	49.09	50.30	49.52	49.63
เฉลี่ย	45.57	46.55	46.69	46.27	49.87	48.29	49.00	49.05	46.07	46.93	47.33	46.78	49.29	49.91	49.73	49.64
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V)	4.6			(V)	2.8			(V)	2.5			(V)	1.8		
	(F)	2.8			(F)	1.7			(F)	0.9			(F)	1.5		

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

การกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง

การกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในส่วนต่าง ๆ ที่อายุการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว พบว่า การจัดการปุ๋ยและพันธุ์ ไม่ได้ทำให้การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบที่อายุ 4 6 และ 8 เดือนหลังปลูกแตกต่างกัน แต่การกักเก็บคาร์บอนที่อายุเก็บเกี่ยว พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการปุ๋ยและพันธุ์ ทำให้การเลือกใช้สายพันธุ์ CMR57-83-180 และปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในใบมันสำปะหลังสูงสุดเฉลี่ย 109 กก. C/ไร่ ส่วนสายพันธุ์ CMR57-83-69 ควรเลือกใช้ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ทำให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในใบมันสำปะหลังสูงเฉลี่ย 102 กก. C/ไร่ ในขณะที่พันธุ์ระยอง 72 นั้นควรใช้ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เพื่อเพิ่มศักยภาพการดูดซับคาร์บอนในใบ (90 กก. C/ไร่) (ตารางที่ 8 – 10)

สำหรับส่วนของก้านใบ พบว่า ที่อายุ 4 และ 8 เดือนหลังปลูก มันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69 มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธ์อื่น ๆ โดยมีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของก้านใบเฉลี่ย 51 และ 7 กก. C/ไร่ แต่เมื่อพิจารณาที่อายุเก็บเกี่ยว พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-180 สามารถกักเก็บคาร์บอนในส่วนนี้ได้สูงถึง 42 กก.C/ไร่ รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 เฉลี่ย 31 และ 25 กก.C /ไร่ ส่วนของลำต้นและเหง้าให้ผลการกักเก็บคาร์บอนรูปแบบเดียวกับการก้านใบ คือ ที่อายุ 4 8 และที่อายุเก็บเกี่ยว ลักษณะของพันธุ์มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอน โดยการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้นที่อายุเก็บเกี่ยว สายพันธุ์ CMR57-83-69 สามารถกักเก็บคาร์บอนได้สูงสุดเฉลี่ย 514 กก.C/ไร่ มากกว่าสายพันธุ์ CMR57-83-180 และระยอง 72 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (479 และ 315 กก.C/ไร่)

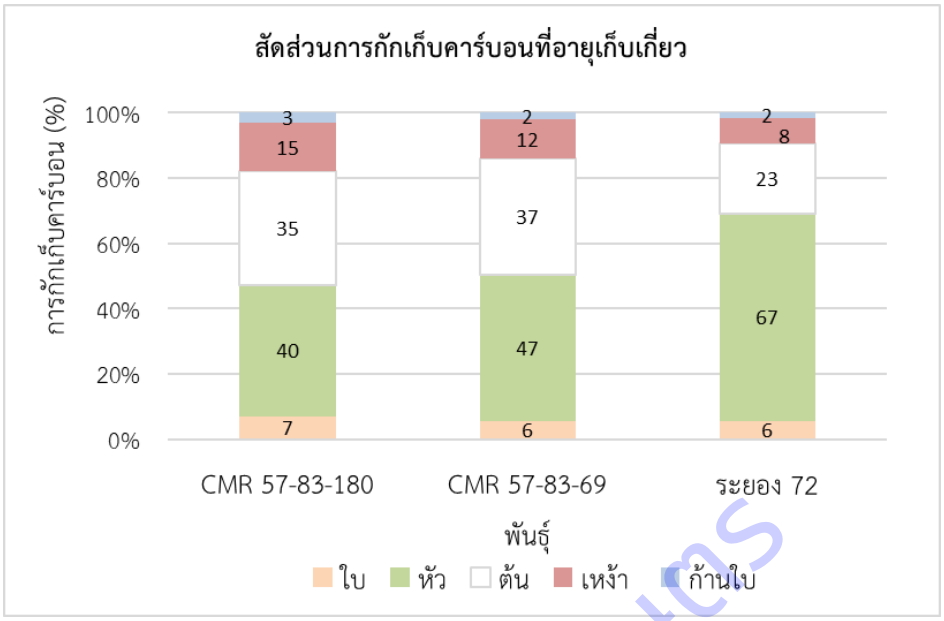
การเลือกใช้พันธุ์มันสำปะหลังทั้งสามพันธุ์ มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของรากสะสมอาหาร โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 สามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในส่วนใต้ดินเฉลี่ย 928 กก.C/ไร่ ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์ CMR57-83-69 เฉลี่ย 644 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สายพันธุ์ CMR57-83-180 สามารถดูดซับคาร์บอนในส่วนนี้ต่ำสุดเฉลี่ย 557 กก.C/ไร่ (ตารางที่ 10)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาตลอดอายุปลูกมันสำปะหลังทั้งสามพันธุ์ สามารถกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเฉลี่ย 1,427 กก.C/ไร่ และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการใช้ปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงสุดเฉลี่ย 1,764 กก. C/ไร่ แต่ก็ไม่แตกต่างกันกับกรรมวิธีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เฉลี่ย 1,707 กก.C/ไร่ และกรรมวิธีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เฉลี่ย 1,671 กก.C/ไร่ สำหรับกรรมวิธีที่มีการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดต่ำที่สุด คือ การใช้พันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือการปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ให้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนเพียง 1,127 กก.C/ไร่ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยลักษณะเฉพาะของพันธุ์มันสำปะหลังต่อการกักเก็บคาร์บอน พบว่า พันธุ์ระยอง 72 มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงสุดเฉลี่ย 1,460 กก.C/ไร่ รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 เฉลี่ย 1,441 กก.C/ไร่ และสายพันธุ์ CMR57-83-180 มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนต่ำสุดเฉลี่ย 1,380 กก.C/ไร่

สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนในแต่ละส่วนของพันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า พันธุ์ระยอง 72 มีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของรากสะสมอาหาร (หัว) สูงสุดถึง 67% รองลงมาคือ ลำต้น เหง้า ใบ และก้านใบ เฉลี่ย 23 8 6 และ 2% ตามลำดับ ในขณะที่สายพันธุ์ CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 มีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของรากสะสมอาหาร (หัว) สูงสุด 47% และ 40% ตามลำดับ รองลงมาคือ ลำต้น เหง้า ใบ และก้านใบ ตามลำดับ จะเห็นว่าส่วนของรากสะสมอาหารมีการสะสมคาร์บอนสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

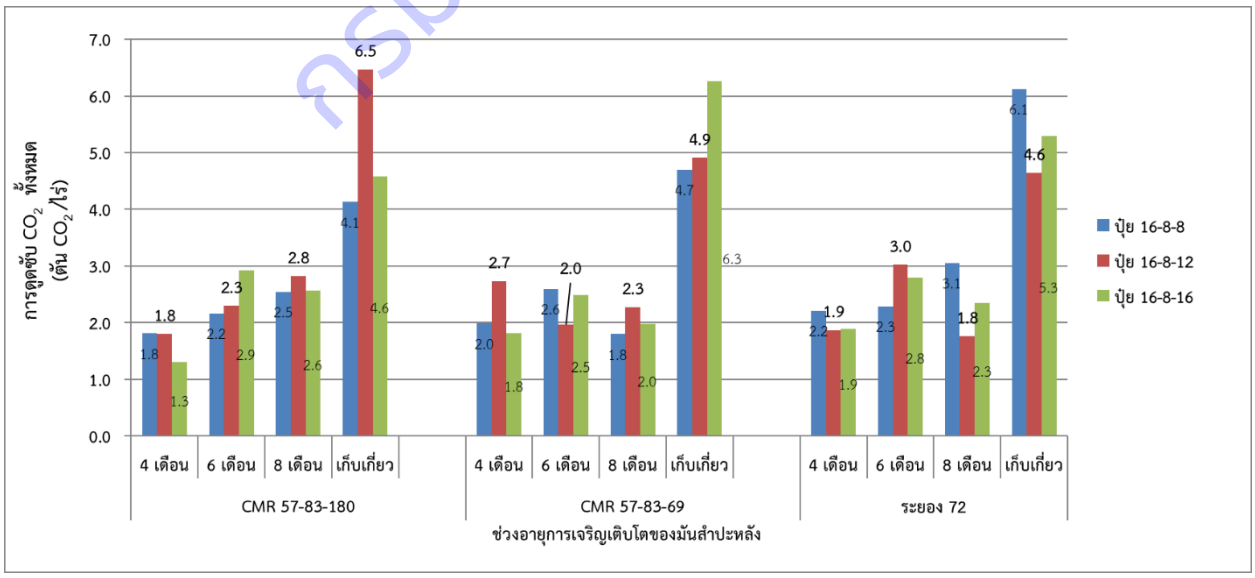
กรมวิชาการเกษตร

อย่างไรก็ตามการจัดการปุ๋ยในฤดูปลูกมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ ไม่ได้ทำให้การกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกัน (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 สัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุเก็บเกี่ยว

สำหรับการดูดซับ CO_2 ของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ ซึ่งให้ค่าการดูดซับ CO_2 ในทำนองเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มันสำปะหลังจะค่อยเพิ่มการดูดซับ CO_2 ตามการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้มันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูกมีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ ซึ่งกรรมวิธีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือการปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K สามารถดูดซับ CO_2 ได้สูงสุดเฉลี่ย 6.5 ตัน CO_2/ไร่ สอดคล้องกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนต้นมันสำปะหลัง (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 8 การกักเก็บคาร์บอนในใบและก้านใบของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม C ต่อไร่) ในใบ (V)																
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	99	96	88	94	26	30	24	26	3	21	15	13	80b	66c	90ab	78
16-8-12	96	116	90	101	33	21	47	34	4	19	6	10	109a	71bc	77b	86
16-8-16	72	93	77	81	36	35	38	36	9	20	4	11	97ab	102a	81b	94
เฉลี่ย	89	101	85	92	32	29	36	32	5	20	9	11	95	80	83	86
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *			
CV (%)	(V) 27.0 (F) 25.0				(V) 45.9 (F) 47.9				(V) 66.7 (F) 39.7				(V) 19.1 (F) 20.3			

การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม C ต่อไร่) ในก้านใบ (V)																
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	41	54	33	43	9	14	7	10	1	8	2	4	36	27	29	31
16-8-12	44	57	33	45	10	6	16	11	1	6	1	3	46	28	22	32
16-8-16	37	41	32	37	13	13	12	13	3	6	1	3	43	38	24	35
เฉลี่ย	40b	51a	33c	41	11	11	12	11	2b	7a	2b	3	42a	31b	25c	33
F-Test	Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 15.9 (F) 17.8				46.2 50.8 42.1 67.7				(V) 41.2 (F) 44.0				(V) 16.6 (F) 23.7			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 การกักเก็บคาร์บอนในลำต้นและเหง้ามันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม C ต่อไร่) ในลำต้น (V)																
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	88	113	66	89ab	192	242	233	222	307	259	213	260	427	457	369	418
16-8-12	89	142	64	98a	208	168	306	227	304	258	175	246	515	482	280	426
16-8-16	70	88	55	71b	326	239	293	286	375	207	186	256	495	603	295	464
เฉลี่ย	82ab	114a	62b	86	242	216	277	245	328a	241b	191c	254	479b	514a	315c	436
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = **				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 17.2 (F) 17.1				(V) 38.6 (F) 46.9				(V) 11.9 (F) 17.7				(V) 24.3 (F) 28.0			

การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม C ต่อไร่) ในเหง้า (V)																
อายุพืช	**4 เดือน**				**6 เดือน**				**8 เดือน**				**อายุเก็บเกี่ยว**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	55	57	37	49	92	144	88	109	121	94	98	104	154	152	121	142
16-8-12	56	62	38	52	71	79	156	102	127	125	74	109	315	166	101	194
16-8-16	43	50	39	44	148	127	140	138	140	108	83	111	151	199	109	153
เฉลี่ย	51a	56a	38b	48	104	117	128	116	129a	109b	85c	108	207	172	110	163
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 2.9 (F) 2.1				(V) 31.9 (F) 43.5				(V) 3.3 (F) 14.5				(V) 52.3 (F) 45.9			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 การกักเก็บคาร์บอนในรากสะสมอาหารและทั้งหมดของต้นมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุ 4 6 8 เดือนหลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม C ต่อไร่) ในรากสะสมอาหาร (V)

อายุพืช	4 เดือน				6 เดือน				8 เดือน				อายุเก็บเกี่ยว			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	212	226	380	272	271	278	271	273	263	109	503	292	430	579	1061	690ab
16-8-12	207	367	285	286	303	262	300	289	333	212	224	256	779	590	786	718a
16-8-16	134	223	313	223	275	267	280	274	173	198	365	245	463	763	936	721a
เฉลี่ย	184c	272b	326a	261	283	269	284	279	256	173	364	264	557b	644ab	928a	710
F-Test	Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = * (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 28.5 (F) 32.6				(V) 6.3 (F) 9.1				(V) 44.5 (F) 43.1				(V) 31.0 (F) 26.8			

การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของมันสำปะหลัง (กิโลกรัม C ต่อไร่) (V)

อายุพืช	4 เดือน				6 เดือน				8 เดือน				อายุเก็บเกี่ยว			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	494	543	604	547	590	707	624	640	694	491	832	672	1,127c	1,280b	1,671a	1,359
16-8-12	491	745	510	582	626	537	824	662	769	620	480	623	1,764a	1,338b	1,266b	1,456
16-8-16	356	495	515	455	797	680	763	747	700	539	640	626	1,248bc	1,707a	1,445b	1,466
.	447	594	543	528	671	641	737	683	721	550	650	640	1,380	1,441	1,460	1,427
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *			
CV (%)	(V) 20.4 (F) 24.4				(V) 20.5 (F) 27.8				(V) 21.6 (F) 24.0				(V) 21.2 (F) 21.2			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

จากผลการศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยโพแทช พบว่า มันสำปะหลังให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 5,413 กก./ไร่ รองลงมา คือ CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 เฉลี่ย 3,956 และ 3,786 กก./ไร่ ตามลำดับ ให้ผลในทำนองเดียวกันกับดัชนีการเก็บเกี่ยว พันธุ์ระยอง 72 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดเฉลี่ย 0.58 รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR57-83-69 และ CMR57-83-180 เฉลี่ย 0.40 และ 0.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ด้านปริมาณแป้งในหัวสดพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือการปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ให้ปริมาณแป้งสูงสุดเฉลี่ย 19.83% ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้สายพันธ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือการปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K (19.13%) และการปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K (17.60%) ตามลำดับ จะเห็นว่าการเลือกใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ช่วยเพิ่มปริมาณแป้งในหัวสดแป้งได้ดีที่สุดเฉลี่ย 18.85% สำหรับด้านผลผลิตแป้ง พบว่า สายพันธุ์ CMR57-83-69 ให้ผลผลิตแป้งสูงสุดเฉลี่ย 733 กก./ไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์ CMR57-83-180 และระยอง 72 เฉลี่ย 628 และ 521 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 ผลผลิตหัวสด และดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

การจัดการปุ๋ย (F)	ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่) (V)				ดัชนีเก็บเกี่ยว (V)			
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR57-83-180	CMR57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR57-83-180	CMR57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	3,609	4,245	5,514	4,456	0.38	0.39	0.57	0.45
16-8-12	3,939	3,778	5,405	4,374	0.38	0.39	0.56	0.44
16-8-16	3,811	3,845	5,319	4,325	0.37	0.41	0.58	0.45
เฉลี่ย	3,786b	3,956b	5,413a	4,385	0.38b	0.40b	0.58a	0.45
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 16.2 (F) 13.5				(V) 8.0 (F) 5.3			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT
ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 ปริมาณแป้งในหัวสด และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR 57-83-180 CMR 57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่อายุเก็บเกี่ยว ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

การจัดการปุ๋ย (F)	ปริมาณแป้ง (%) (V)				ผลผลิตแป้ง (กก./ไร่) (V)			
(กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR57-83-180	CMR57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR57-83-180	CMR57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	11.58c	17.60ab	14.18b	14.45	641	753	512	635
16-8-12	12.08c	19.13a	13.40bc	14.87	653	723	535	637
16-8-16	11.18c	19.83a	13.70bc	14.90	591	723	516	630
เฉลี่ย	11.61	18.85	13.76	14.74	628b	733a	521c	633
F-Test	Varieties (V) = **, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 21.0 (F) 6.7				(V) 40.4 (F) 11.9			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT, ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

สมบัติของดินหลังทำการทดลอง

การศึกษาสมบัติของดินหลังปลูก พบว่า ลักษณะของพันธุ์และการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ไม่ทำให้ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ อินทรีย์คาร์บอน และแคลเซียมที่สกัดได้แตกต่างกัน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร มีค่า pH เฉลี่ย 4.3 และ 4.6 ซึ่งอยู่ในช่วงดินมีความเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นจาก 0.01 เป็น 0.08 ในดินชั้นบน ซึ่งถือว่าดินไม่เค็ม และพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยและพันธุ์มันสำปะหลังต่อค่าการนำไฟฟ้า สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณอินทรียคาร์บอนในดินของดินทั้งสองชั้นความลึก เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก พบว่าให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่า อยู่ในช่วง 1.0-12% และ 0.6-0.7% ตามลำดับ

เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ และการเลือกใช้พันธุ์ พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระว่างพันธุ์และการจัดการปุ๋ยโพแทชว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อสมบัติของดิน ด้านปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ โดยการเลือกใช้สายพันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูกมากที่สุดเฉลี่ย 17 มก./กก. ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการเลือกใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการใส่ปุ๋ย 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (14 มก./กก.) สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ พบว่า กรรมวิธีการใช้พันธุ์ระยอง 72 ร่วมกับการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินมากที่สุด (71 มก./กก.) แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่มีการใช้พันธุ์ระยอง 72 ร่วมกับการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-8 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ เฉลี่ย 62 มก./กก. และกรรมวิธีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-69 ร่วมกับการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (ตารางที่ 13-14)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนและหลังปลูกมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงระดับปานกลางเฉลี่ย 9 มก./กก. ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นทั้งสองระดับความลึกให้ค่าเฉลี่ย 46-58 456-567 และ 28-40 มก./กก. ตามลำดับ สรุปในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่าดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. สามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.6 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 13.1 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนดินล่าง 20-50 ซม. สามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 4.5 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 16.4 ตัน CO_2/ไร่

ตารางที่ 13 ความเป็นกรด – ด่าง สภาพการนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินหลังปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ความเป็นกรดด่างของดิน (pH) (V)									สภาพการนำไฟฟ้าของดิน (dS/m) (V)							
ระดับความลึก	**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**				**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	4.3	4.5	4.1	4.3	4.4	5.0	4.6	4.7	0.12a	0.04bc	0.11ab	0.09	0.04	0.02	0.07	0.04b
16-8-12	4.5	4.1	4.3	4.3	4.8	4.3	4.5	4.6	0.04c	0.65ac	0.10ab	0.07	0.03	0.02	0.06	0.04b
16-8-16	4.3	4.2	4.1	4.21	4.0	4.4	4.2	4.5	0.07ac	0.13a	0.09ac	0.10	0.07	0.07	0.06	0.07a
เฉลี่ย	4.4	4.2	4.2	4.3	4.8	4.6	4.4	4.6	0.07	0.08	0.10	0.08	0.05	0.04	0.06	0.05
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = * (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 5.0 (F) 10.9				(V) 9.4 (F) 11.8				(V) 65.1 (F) 37.6				(V) 66.2 (F) 35.1			

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%) (V)									ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (%) (V)							
ระดับความลึก	**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**				**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	1.3	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	0.8	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
16-8-12	1.2	1.0	1.2	1.1	0.9	0.8	1.0	0.9	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5
16-8-16	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6
.	1.2	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 30.3 (F) 11.9				(V) 30.7 (F) 15.7				(V) 29.9 (F) 18.9				(V) 31.1 (F) 15.6			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 14 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินหลังปลูกมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (มก./กก.) (V)									ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V)							
ระดับความลึก	**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**				**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	9bc	8bc	6c	8	7	8	7	7	39df	44ce	62ab	48	68	58	62	63
16-8-12	8bc	14ab	6c	9	7	8	8	8	22f	49bd	71a	48	48	46	63	52
16-8-16	17a	6c	5c	9	10	8	9	9	41de	58ac	28ef	42	67	63	47	59
เฉลี่ย	11	9	6	9	8	8	8	8	34	50	54	46	61	56	57	58
F-Test	Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = *, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = **				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns			
CV (%)	(V) 34.4 (F) 53.3				(V) 51.5 (F) 30.7				(V) 29.3 (F) 21.5				(V) 18.9 (F) 23.8			

ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V)									ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดิน (มก./กก.) (V)							
ระดับความลึก	**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**				**0 – 20 ซม.**				**20 – 50 ซม.**			
การจัดการปุ๋ย (F) (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย	CMR 57-83-180	CMR 57-83-69	ระยอง 72	เฉลี่ย
16-8-8	598	504	567	556	426	508	438	458	534a	32bc	44ab	43	24bc	27ac	32ab	27
16-8-12	672	489	62	595	509	330	486	442	40bc	28c	44ab	37	30ac	16c	30ac	25
16-8-16	565	565	520	550	607	422	377	469	42ab	41ab	35bc	39	40a	31ac	22bc	31
.	612	51	571	567	514	420	434	456	45	33	41	40	31	25	28	28
F-Test	Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = ns				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *				Varieties (V) = ns, Fertilizers (F) = ns (V) x (F) = *			
CV (%)	(V) 20.3 (F) 16.9				(V) 44.5 (F) 33.1				(V) 24.4 (F) 19.5				(V) 34.1 (F) 31.1			

หมายเหตุ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

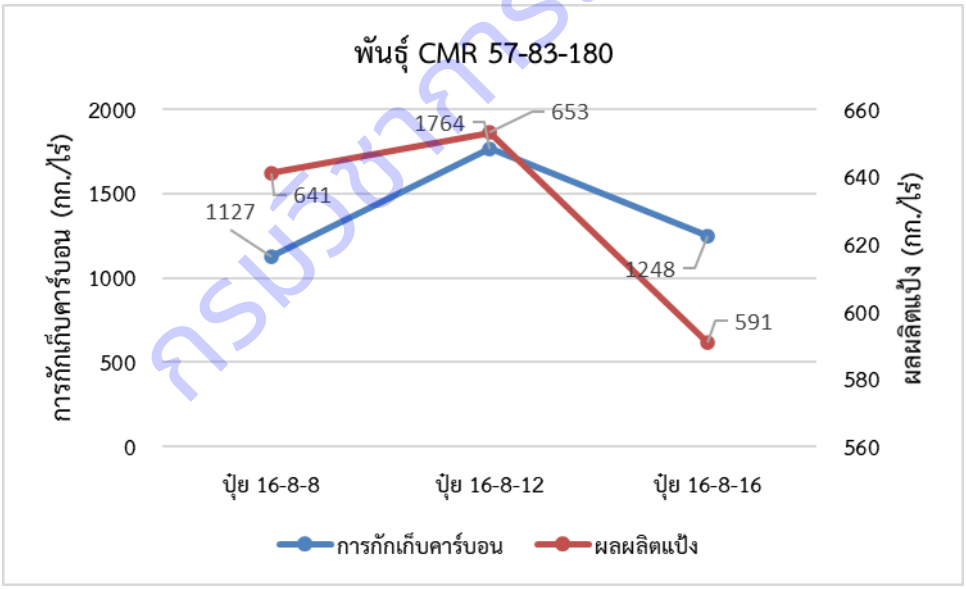
ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

กรมวิชาการเกษตร

ความสัมพันธ์การจัดการปุ๋ย ผลผลิตแป้ง และการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง

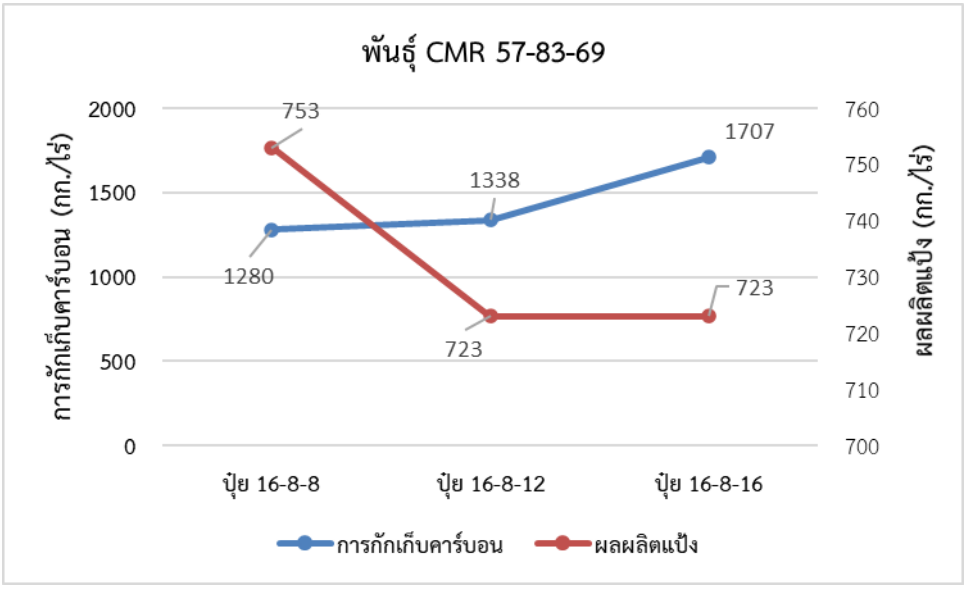
เมื่อหาสัมพันธ์เปรียบเทียบอิทธิพลของการจัดการปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตในมันสำปะหลังพันธุ์ CMR57-83-180 พบว่า ลักษณะของกราฟทั้งสองใกล้เคียงกัน โดยการจัดการปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ให้ผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนสูงสุดเฉลี่ย 1,764 กก.C/ไร่ และผลผลิตแป้ง เฉลี่ย 653 กก./ไร่ (ภาพที่ 15) จะเห็นว่า การให้ปุ๋ยโพแทชอัตราต่าง ๆ ต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตแป้งในสายพันธุ์ CMR57-83-180 ให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อเปรียบทุกกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย ในกรณีความสัมพันธ์ในสายพันธุ์ CMR57-83-69 พบว่าการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นตามระดับการให้ปุ๋ยโพแทช จากอัตราปุ๋ย 16-8-8 กก. N N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือ ปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K เฉลี่ย 1,280 กก.C/ไร่ สูงถึง เฉลี่ย 1,707 กก. C/ไร่ ที่อัตราปุ๋ย 16-8-16 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K แสดงว่า การให้ปุ๋ยโพแทชมีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในสายพันธุ์ CMR57-83-69 แต่เมื่อพิจารณาด้านผลผลิตแป้งกลับให้ผลในทางตรงกันข้ามกับการกักเก็บคาร์บอน คือ เมื่อมีการให้ปุ๋ยในอัตราต่ำหรือปุ๋ยเคมี 1.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K พบว่า มันสำปะหลังพันธุ์ CMR 57-83-69 ให้ผลผลิตแป้งสูงสดเฉลี่ย 753 กก./ไร่ (ภาพที่ 16)

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตแป้งในมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 พบว่า ลักษณะความสัมพันธ์มีทิศทางตรงกันข้าม โดยการให้ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือ ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ K ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด เฉลี่ย 535 กก./ไร่ สอดคล้องกับสายพันธุ์ CMR57-83-180 ที่ให้ผลผลิตแป้งสูง เมื่อให้ปุ๋ยโพแทชอัตรานี้เช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาถึงการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนต่ำสุดเฉลี่ย 1,266 กก.C/ไร่ (ภาพที่ 17)

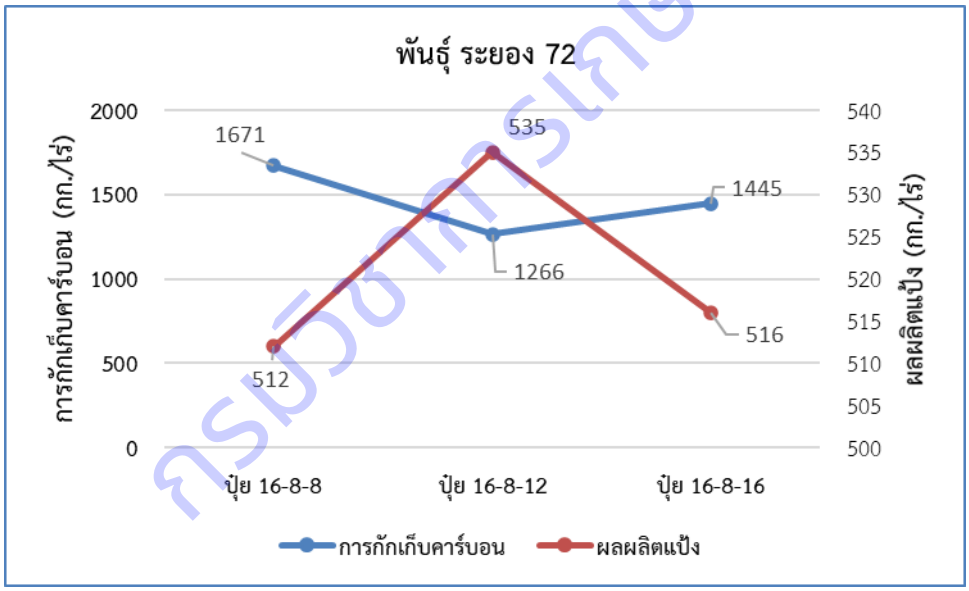


ภาพที่ 15 การตอบสนองของปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 16 การตอบสนองของปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตแป้งของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69 ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน



ภาพที่ 17 การตอบสนองของปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ที่มีการจัดการปุ๋ยโพแทชแตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษามวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลัง ในพื้นที่ดินทรายปนร่วน - ดินร่วนปนทราย สามารถสรุปได้ว่า มันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร มีค่าเฉลี่ย 44.03 39.95 43.95 45.20 และ 47.94% สัดส่วนน้ำหนักแห้งที่อายุเก็บเกี่ยวในแต่ละส่วนของต้นมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์ มวลชีวภาพส่วนของลำต้นมีปริมาณสูงสุดเฉลี่ย 67% รองลงมาคือ เหง้า ใบ รากสะสมอาหาร และก้านใบ เฉลี่ย 17 9 4 และ 4% ด้านศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนพบว่า กรรมวิธีที่มีการใช้สายพันธุ์ CMR57-83-180 ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 16-8-12 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าตามค่า

วิเคราะห์ K สามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดสูงสุดเฉลี่ย 1,764 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 6.5 ตัน CO_2/ไร่ ทั้งนี้ปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลชีวภาพ ดังนั้นการปลูกมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 1,427 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ ในส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ดินทั้งสองระดับความลึกสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.6-4.5 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 13.1-16.4 ตัน CO_2/ไร่ จะเห็นว่า การจัดการปุ๋ยและการเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมช่วยยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังและการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่างพื้นที่ เพื่อศึกษาพันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่อื่น ๆ ในการเลือกพันธุ์พืช และการจัดการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่

การทดลองที่ 2.2 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในระดับพื้นที่

พื้นที่สำรวจแปลงมันสำปะหลัง

จุดสำรวจเก็บตัวอย่างแปลงมันสำปะหลัง ในพื้นที่แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 50 จุด ตัวอย่าง โดยมีการเก็บตัวอย่างพืช และตัวอย่างดิน พร้อมทั้งสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในเขตพื้นที่อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่วงก์ ชุมตาบง พยุหะคีรี ตากฟ้า ท่าตะโก และหนองบัว

สภาพภูมิอากาศพื้นที่สำรวจมันสำปะหลัง

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในฤดูปลูกมันสำหลังระหว่างช่วงเดือนมกราคม 2563 - มิถุนายน 2564 ที่ทำการสำรวจ วัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยาตากฟ้า อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.64 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.90 องศาเซลเซียส และปริมาณฝนรวม 738 มิลลิเมตร ซึ่งต่ำกว่าปริมาณความต้องการน้ำของมันสำปะหลัง ใช้รวม 796 มิลลิเมตรตลอดอายุฤดูปลูก (ภาพที่ 1)

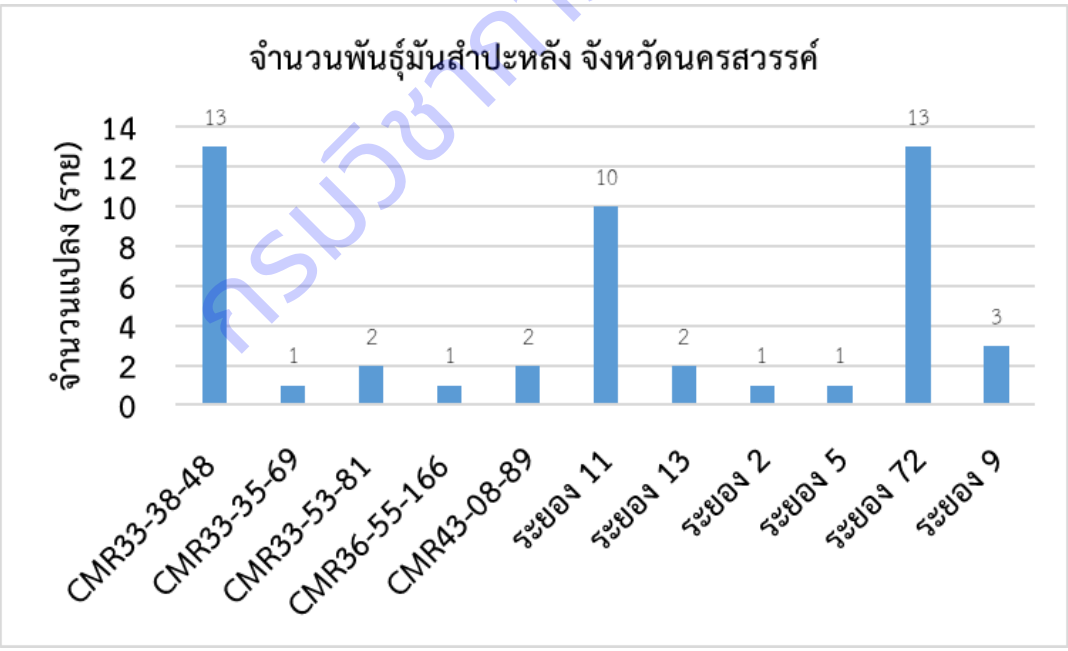
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือน มกราคม 2563 – มิถุนายน 2564

กรมวิชาการเกษตร

การจัดการแปลงของมันสำปะหลัง

ผลการสำรวจแปลงมันสำปะหลังของเกษตร จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธุ์ 2564 ที่ช่วงอายุ 7-10 เดือน ก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ย จำนวน 1 ครั้งต่อฤดูปลูก จำนวน 24 ราย โดยมีช่วงการใส่ปุ๋ย 3 แบบคือ รองพื้นก่อนปลูก และใส่ปุ๋ย เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2-3 เดือน ซึ่งมีเกษตรกร จำนวน 1 รายที่เลือกใส่ปุ๋ยอินทรีย์รองพื้นก่อนปลูก อัตรา 100 กก./ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้งต่อฤดูปลูก คือ รองพื้นก่อนปลูก และให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2-5 เดือน จำนวน 21 ราย ส่วนการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งต่อฤดูปลูก จำนวน 1 รายนั้น เกษตรกรจะเลือกใส่รองพื้นก่อนปลูก เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3 และ 4 เดือน แต่ก็ยังมีเกษตรกรที่เลือกไม่ใส่ปุ๋ย จำนวน 4 ราย สำหรับเกรดปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรเลือกใช้ สำหรับรองพื้นก่อนปลูก ได้แก่ ปุ๋ย 0-0-60 15-15-15 46-0-0 27-12-6 16-20-0 18-46-0 15-7-18 เป็นต้น โดยมีอัตราการเลือกใส่ปุ๋ยเคมี ตั้งแต่ 10-50 กก./ไร่ ทั้งใส่ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว และเลือกที่จะผสมปุ๋ยร่วมกัน เช่น การใส่ปุ๋ย 46-0-0 ร่วมกับ 15-15-15 อัตรา 20-50 กก./ไร่ เป็นต้น ส่วนปุ๋ยเคมีที่ใส่ครั้งที่ 2 เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง เลือกใช้ 46-0-0 15-15-15 0-0-60 15-5-25 16-20-0 โดยมีอัตราการใส่ตั้งแต่ 10 – 50 กก./ไร่ จะเห็นว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจากการสำรวจมีการเลือกใช้ปุ๋ยแม่ ในการให้ปุ๋ยแก่มันสำปะหลัง (ตารางที่ 1)

ลักษณะพันธุ์มันสำปะหลัง ที่พบจากการสำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 50 ราย พบว่า เกษตรกรปลูกพันธุ์ระยอง 72 และ CMR33-38-48 มากที่สุด จำนวน 13 ราย รองลงมาเป็นพันธุ์ระยอง 11 จำนวน 10 ราย ระยอง 9 จำนวน 3 ราย CMR33-53-81 CMR43-08-89 และระยอง 13 จำนวน 2 ราย CMR33-35-69 CMR36-55-166 ระยอง 2 และระยอง 5 จำนวน 1 ราย ตามลำดับ (ภาพที่ 2) นอกจากนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกมันสำปะหลังแบบอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก จำนวน 44 ราย และมีการให้น้ำชลประทานโดยอาศัยน้ำบาดาลจำนวน 6 ราย



ภาพที่ 2 จำนวนแปลงและสายพันธุ์/พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรเลือกใช้ปลูกในจากการสำรวจพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง จังหวัดนครสววรรค์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ย และการให้น้ำของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	พิกัด		พันธุ์	อายุพืช (เดือน)	การใส่ปุ๋ย			การให้น้ำ
	X	Y			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	556873	1741983	ระยอง 11	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่ +18-46-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
2	556927	1741993	ระยอง 13	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 +18-46-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
3	556801	1741868	ระยอง 11	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่+18-46-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
4	556951	1741551	ระยอง 13	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่+18-46-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
5	556639	1741719	ระยอง 11	7	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่+0-0-60 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
6	556672	1741650	CMR33-35-69	7	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
7	557747	1742180	ระยอง 11	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
8	557722	1742008	ระยอง 11	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ + 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
9	557207	1741740	ระยอง 11	8	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 27-12-6 อัตรา 30 กก./ไร่	-	-	น้ำฝน
10	557244	1742218	ระยอง 11	7	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 27-12-6 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 15 กก./ไร่	-	น้ำฝน
11	556572	1741727	ระยอง 11	7	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ยอินทรีย์ 100 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 10 กก./ไร่	-	น้ำฝน
12	555829	1741199	ระยอง 11	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 4 เดือน ปุ๋ย 15-5-35 อัตรา 25 กก./ไร่	น้ำฝน
13	555892	1741112	ระยอง 11	7	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	-	น้ำฝน
14	555428	1740136	ระยอง 9	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่+15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
15	675672	1757173	ระยอง 72	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน	15
16	676457	1758388	ระยอง 72	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 26 กก./ไร่+0-0-60 อัตรา 20 กก./ไร่	-	น้ำฝน	16

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ย และการให้น้ำของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	พิกัด		พันธุ์	อายุพืช (เดือน)	การใส่ปุ๋ย		การให้น้ำ
	X	Y			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
17	677531	1755312	ระยอง 72	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 10 กก./ไร่+46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่	-	น้ำฝน
18	673916	1755601	ระยอง 72	9	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-5-25 อัตรา 50 กก./ไร่	น้ำฝน
19	648986	1709412	3 สายพันธุ์	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 0-0-60+18-46-0 รวมกันได้ 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน+บาดาล
20	649589	1709186	CMR36-55-166	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 0-0-60+18-46-0 รวมกันได้ 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน+บาดาล
21	656943	1707103	CMR33-38-48	10	ไม่ได้ใส่ปุ๋ย	-	น้ำฝน+บาดาล
22	643155	1709910	CMR33-38-48	8	ไม่ได้ใส่ปุ๋ย	-	น้ำฝน+บาดาล
23	643155	1710149	CMR33-38-48	8	ไม่ได้ใส่ปุ๋ย	-	น้ำฝน+บาดาล
24	656955	1711786	CMR33-38-48	8	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่	-	น้ำฝน
25	656866	1711365	ระยอง 72	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่	-	น้ำฝน
26	658191	1711807	CMR33-38-48	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 +46-0-0 รวมกัน 50 กก./ไร่	อายุ 5 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 10 กก./ไร่	น้ำฝน
27	658293	1711874	CMR43-08-89	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 +46-0-0 รวมกัน 50 กก./ไร่	-	น้ำฝน
28	656556	1711469	ระยอง 2	8	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 10 กก./ไร่	น้ำฝน
29	660398	1711711	CMR33-38-48	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+ 15-15-15 รวมกัน 50 กก./ไร่	-	น้ำฝน+บาดาล
30	662202	1713463	CMR33-38-48	8	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
31	658441	1711925	CMR43-08-89	9	อายุ 3 เดือนปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
32	659648	1712881	ระยอง 72	9	ไม่ได้ใส่ปุ๋ย	-	น้ำฝน
33	659971	1716825	CMR33-38-48	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 5 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	น้ำฝน
34	659640	1703340	CMR33-53-81	8	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
35	659570	1703493	CMR33-53-81	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	-	น้ำฝน
36	660678	1719536	ระยอง 72	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 22-13-18 อัตรา 10 กก./ไร่	-	น้ำฝน
37	660733	1719536	CMR33-38-48	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 22-13-18 อัตรา 10 กก./ไร่	-	น้ำฝน
38	662304	1712354	ระยอง 9	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+ 15-15-15 รวมกัน 30 กก./ไร่	-	น้ำฝน
39	662107	1712185	CMR33-38-48	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+ 15-15-15 รวมกัน 30 กก./ไร่	-	น้ำฝน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 1 พันธุ์มันสำปะหลัง การใส่ปุ๋ย และการให้น้ำของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	พิกัด		พันธุ์	อายุพืช (เดือน)	การใส่ปุ๋ย		การให้น้ำ
	X	Y			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
40	661994	1712175	ระยอง 72	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+ 15-15-15 รวมกัน 30 กก./ไร่	-	น้ำฝน
41	662223	1712383	ระยอง 72	9	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+ 15-15-15 รวมกัน 20 กก./ไร่	-	น้ำฝน
42	661994	1712200	ระยอง 72	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0+15-15-15 รวมกัน 50 กก./ไร่	-	น้ำฝน
43	662046	1712317	ระยอง 72	9	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 30 กก./ไร่	-	น้ำฝน
44	661289	1712353	CMR33-38-48	9	อายุ 2 เดือน ปุ๋ย 15-7-18 อัตรา 50 กก./ไร่	-	น้ำฝน
45	641298	1718750	CMR33-38-48	10	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 30 กก./ไร่	น้ำฝน
46	641382	1718624	CMR33-38-48	10	รองพื้นก่อนปลูก ปุ๋ย 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 30 กก./ไร่	น้ำฝน
47	650285	1716269	ระยอง 72	10	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 5 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	น้ำฝน
48	650487	1716288	ระยอง 72	10	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	อายุ 5 เดือน ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	น้ำฝน
49	657127	1713390	ระยอง 5	10	รองพื้น ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 9 กก./ไร่ + 0-0-60 อัตรา 27 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 28 กก./ไร่	น้ำฝน
50	657193	1713397	ระยอง 9	10	รองพื้น ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 9 กก./ไร่ + 0-0-60 อัตรา 27 กก./ไร่	อายุ 3 เดือน ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 28 กก./ไร่	น้ำฝน

การเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของมันสำปะหลัง

การสำรวจแปลงมันสำปะหลัง จำนวน 50 แปลง พบว่า มันสำปะหลังให้ความสูงต่ำสุดเฉลี่ย 140 ซม. และสูงสุดเฉลี่ย 290 ซม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นอยู่ในช่วง 14.5-27.6 มม. ความเขียวใบอยู่ในช่วง 32.6-63.1 SPAD units ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 1.34-5.47 มก./ดม.^{2} ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อยู่ในช่วง 0.40-1.65 มก./ดม.^{2} และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.34-5.47 มก./ดม.^{2} (ตารางที่ 2)

มวลชีวภาพของมันสำปะหลัง

การสำรวจเก็บตัวอย่างต้นมันสำปะหลัง และนำมาแยกเป็นส่วนต่าง ๆ นำไปอบแห้งหามวลชีวภาพในแต่ละส่วนของมันสำปะหลัง จำนวน 50 ตัวอย่าง จากเกษตรกรจำนวน 50 ราย ในเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า น้ำหนักแห้งสะสมในส่วนของรากสะสมอาหาร (หัว) สูงสุดอยู่ในช่วง 426-3,297 กก./ไร่ หรือคิดเป็น 67.3% (ภาพที่ 3) ของทุกส่วนในต้นมันสำปะหลัง รองลงมาคือ ส่วนลำต้นมีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 225-1,081 กก./ไร่ คิดเป็น 21.5% ส่วนของเหง้า (62-439 กก./ไร่) คิดเป็น 9.9% ส่วนของใบ ไม่มีใบจนถึง 104 กก./ไร่ (1.0%) และส่วนของก้านใบ คือ ไม่มีก้านใบจนถึง 38 กก./ไร่ หรือ 0.3% ของทุกส่วนในมันสำปะหลัง สรุปจากการสำรวจการผลิตมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่มีการเลือกใช้พันธ์และการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน พบว่า การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก มีการสะสมน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1,028 - 4,259 กก./ไร่ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

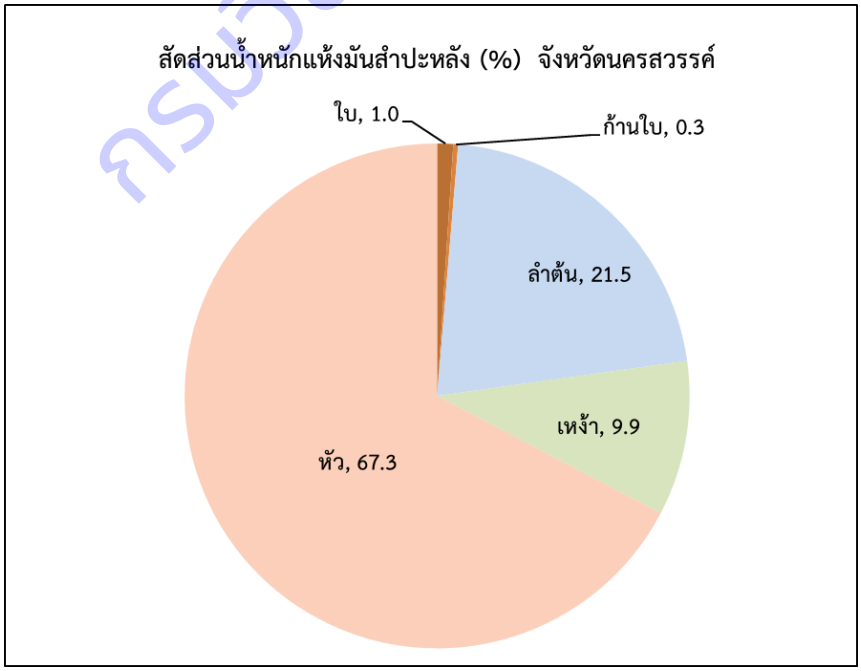
ตารางที่ 2 ความสูงทรงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ของมันสำปะหลังในแปลงปลูกเขตจังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	ความสูงทรงต้น (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	ค่าความเขียวใบ	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./ดม.^{2})	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มก./ดม.^{2})	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ดม.^{2})
1	205	22.4	52.9	3.36	1.19	4.55
2	195	21.8	50.6	2.08	0.65	2.73
3	207	22.0	54.7	4.53	1.32	5.84
4	178	21.7	48.6	3.75	1.24	4.99
5	165	19.8	45.9	2.96	1.13	4.09
6	140	23.8	56.1	3.14	0.91	4.06
7	175	20.9	52.7	2.64	0.76	3.41
8	173	19.6	53.8	3.90	1.21	5.11
9	185	23.2	56.4	2.91	0.80	3.70
10	163	20.5	58.4	5.10	1.64	6.73
11	160	20.5	45.8	3.65	1.04	4.69
12	243	21.9	63.1	4.76	1.65	6.41
13	193	22.0	53.5	2.91	1.02	3.93
14	260	23.6	58.2	5.47	1.65	7.12
15	243	20.0	58.7	2.53	0.73	3.26
16	202	23.8	40.6	2.35	0.68	3.03
17	205	16.8	32.6	1.34	0.40	1.74
18	238	25.4	46.4	2.33	0.80	3.13
19	208	23.1	50.8	2.75	0.72	3.47
20	158	19.4	44.6	4.28	1.27	5.55
21	228	23.5	43.4	2.90	0.77	3.67
22	243	22.6	39.1	3.31	0.94	4.24
23	222	21.5	44.9	5.20	1.44	6.64
24	235	15.7	61.9	2.98	0.85	3.83
25	183	14.5	54.0	3.23	0.93	4.17
26	150	23.2	45.0	3.57	1.05	4.62
27	183	27.5	43.2	2.12	0.59	2.71
28	203	25.1	43.3	4.22	1.24	5.46
29	183	27.6	41.5	2.96	0.87	3.83
30	213	22.5	50.0	3.25	1.04	4.29
31	233	18.5	40.3	3.18	0.86	4.03
32	203	19.3	37.7	1.81	0.61	2.42
33	228	20.9	59.4	4.15	1.30	5.45
34	188	21.1	50.9	3.55	1.11	4.66
35	155	18.8	49.7	4.52	1.61	6.13

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 ความสูงทรงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ของมันสำปะหลังในแปลงปลูกเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	ความสูงทรงต้น (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	ค่าความเขียวใบ	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./ดม.^{2})	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มก./ดม.^{2})	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก./ดม.^{2})
36	168	20.1	50.2	2.21	0.80	3.01
37	190	24.0	44.2	3.13	1.14	4.27
38	143	19.1	52.0	1.59	0.68	2.27
39	181	18.9	46.3	1.42	0.78	2.20
40	163	21.8	55.4	2.67	1.05	3.72
41	183	20.0	42.9	1.35	0.73	2.09
42	173	21.4	40.4	3.46	1.13	4.59
43	205	20.0	50.6	1.69	0.93	2.61
44	246	26.3	37.9	1.37	0.77	2.14
45	290	20.5	48.9	3.66	1.31	4.98
46	283	20.8	53.3	2.55	0.99	3.54
47	243	17.9	53.2	3.77	1.32	5.09
48	268	21.3	58.4	3.01	1.12	4.12
49	180	20.8	36.0	2.57	1.01	3.57
50	235	24.0	58.6	3.04	1.15	4.19
Min	140	14.5	32.6	1.34	0.40	1.74
Max	290	27.6	63.1	5.47	1.65	7.12



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนมวลชีวภาพของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 7 – 10 เดือน ในแปลงปลูกเขตจังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 มวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ในแปลงปลูกเขตจังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)						สัดส่วนน้ำหนักแห้ง (%)				
	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด	รวม	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด
1	18	4	579	347	1,751	2,700	0.67	0.15	21.44	12.85	64.85
2	8	2	524	283	1,301	2,118	0.38	0.09	24.74	13.36	61.43
3	42	9	680	422	2,112	3,266	1.29	0.28	20.82	12.92	64.67
4	41	9	601	318	1,476	2,445	1.68	0.37	24.58	13.01	60.37
5	2	0	313	226	1,285	1,825	0.11	0.00	17.15	12.38	70.41
6	40	6	471	209	1,993	2,719	1.47	0.22	17.32	7.69	73.30
7	17	3	528	281	429	1,259	1.35	0.24	41.94	22.32	34.07
8	21	3	385	349	1,466	2,224	0.94	0.13	17.31	15.69	65.92
9	63	13	530	293	2,105	3,004	2.10	0.43	17.64	9.75	70.07
10	83	18	358	245	2,000	2,704	3.07	0.67	13.24	9.06	73.96
11	15	4	369	306	2,131	2,824	0.53	0.14	13.07	10.84	75.46
12	91	28	568	249	960	1,896	4.80	1.48	29.96	13.13	50.63
13	5	1	433	177	684	1,299	0.38	0.08	33.33	13.63	52.66
14	6	2	828	348	1,734	2,918	0.21	0.07	28.38	11.93	59.42
15	104	38	649	203	2,830	3,824	2.72	0.99	16.97	5.31	74.01
16	1	0	325	204	1,715	2,246	0.04	0.00	14.47	9.08	76.36
17	2	0	249	128	1,150	1,529	0.13	0.00	16.29	8.37	75.21
18	32	5	668	256	3,297	4,259	0.75	0.12	15.68	6.01	77.41
19	24	6	971	399	2,784	4,185	0.57	0.14	23.20	9.53	66.52
20	0	0	358	181	2,336	2,874	0.00	0.00	12.46	6.30	81.28
21	8	2	619	439	1,997	3,066	0.26	0.07	20.19	14.32	65.13
22	26	8	757	274	2,350	3,415	0.76	0.23	22.17	8.02	68.81
23	16	5	600	253	1,881	2,755	0.58	0.18	21.78	9.18	68.28
24	0	0	254	105	670	1,028	0.00	0.00	24.71	10.21	65.18
25	0	0	295	178	1,487	1,959	0.00	0.00	15.06	9.09	75.91
26	9	1	247	156	1,345	1,757	0.51	0.06	14.06	8.88	76.55
27	4	0	368	171	1,539	2,082	0.19	0.00	17.68	8.21	73.92
28	13	2	325	166	1,218	1,724	0.75	0.12	18.85	9.63	70.65
29	41	15	414	200	2,720	3,391	1.21	0.44	12.21	5.90	80.21
30	27	7	509	170	1,243	1,956	1.38	0.36	26.02	8.69	63.55
31	12	2	455	166	735	1,370	0.88	0.15	33.21	12.12	53.65
32	5	0	587	198	1,643	2,433	0.21	0.00	24.13	8.14	67.53
33	26	7	406	148	1,490	2,077	1.25	0.34	19.55	7.13	71.74
34	15	2	396	181	1,988	2,582	0.58	0.08	15.34	7.01	76.99
35	23	5	225	62	733	1,048	2.19	0.48	21.47	5.92	69.94
36	22	6	401	183	1,517	2,129	1.03	0.28	18.84	8.60	71.25
37	10	2	647	205	708	1,573	0.64	0.13	41.13	13.03	45.01
38	89	37	297	220	1,796	2,440	3.65	1.52	12.17	9.02	73.61
39	17	5	420	161	1,068	1,670	1.02	0.30	25.15	9.64	63.95
40	49	13	289	160	1,385	1,896	2.58	0.69	15.24	8.44	73.05
41	43	12	501	192	1,559	2,306	1.86	0.52	21.73	8.33	67.61
42	15	4	475	181	2,036	2,711	0.55	0.15	17.52	6.68	75.10
43	43	10	557	184	1,475	2,270	1.89	0.44	24.54	8.11	64.98
44	16	4	973	321	1,983	3,297	0.49	0.12	29.51	9.74	60.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร

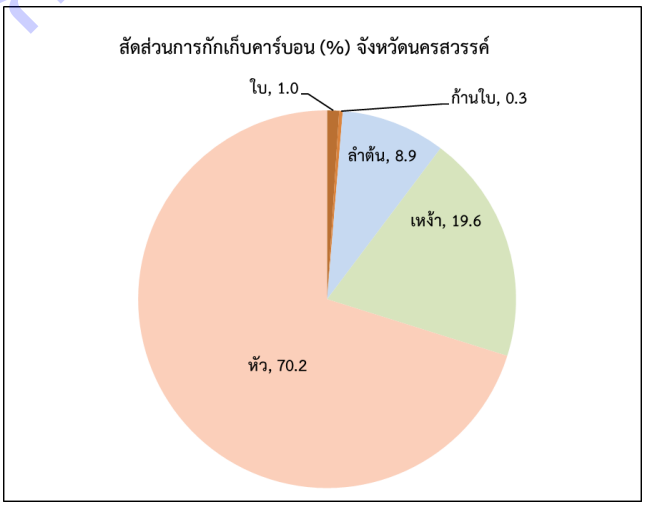
ตารางที่ 3 มวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง ในแปลงปลูกเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)						สัดส่วนน้ำหนักแห้ง (%)				
	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด	รวม	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด
45	29	22	777	321	1,708	2,858	1.01	0.77	27.19	11.23	59.76
46	35	24	1081	371	2,039	3,549	0.99	0.68	30.46	10.45	57.45
47	17	18	591	209	1,758	2,593	0.66	0.69	22.79	8.06	67.80
48	7	17	752	236	1,903	2,914	0.24	0.58	25.81	8.10	65.31
49	0	0	363	251	1,951	2,565	0.00	0.00	14.15	9.79	76.06
50	18	19	788	424	2,713	3,963	0.45	0.48	19.88	10.70	68.46
Min	0	0	225	62	429	1,028	0.00	0.00	12.17	5.31	34.07
Max	104	38	1,081	439	3,297	4,259	4.80	1.52	41.94	22.32	81.28

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับ CO_2 ในมันสำปะหลัง

การสำรวจปริมาณคาร์บอนในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า มันสำปะหลังมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนรากสะสมอาหาร (หัว) มากที่สุดอยู่ในช่วง 46.85-52.12% รองลงมาคือ ส่วนของเหง้า (39.54-49.91%) ลำต้น (40.83-48.53%) ใบ (38-46.45%) และก้านใบ (31.03-43.89%) ตามลำดับ (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับการกักเก็บคาร์บอนที่พบว่า รากสะสมอาหารมีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุดอยู่ในช่วง 500-2,078 กก.C/ไร่ ในขณะที่การดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 1,834-7,621 กก. CO_2/ไร่

สัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนของแปลงเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ส่วนของรากสะสมอาหารมีการสะสมคาร์บอนสูงสุดเฉลี่ย 70.2% รองลงมาคือ ส่วนของเหง้าเฉลี่ย 19.6% ลำต้นเฉลี่ย 8.9% ใบเฉลี่ย 1.0% และก้านใบเฉลี่ย 0.3% จะเห็นว่า ส่วนของรากสะสมอาหารมีการกักเก็บคาร์บอนและมีปริมาณอินทรียคาร์บอนสูงสุด สอดคล้องกับปริมาณมวลชีวภาพที่พบในส่วนของรากสะสมอาหารสูงสุด ซึ่งปริมาณคาร์บอนที่พืชใช้ในการเติบโต เป็นผลมาจากการดูดซับ CO_2 ในส่วนของรากสะสมอาหารที่มีการกักเก็บคาร์บอนอยู่ในช่วง 218-1,650 กก.C/ไร่ รองลงมาคือ ส่วนของเหง้าอยู่ระหว่าง 102-515 กก.C/ไร่ ลำต้นอยู่ระหว่าง 28-200 กก.C/ไร่ ใบระหว่าง 0.3-47 กก.C/ไร่ และก้านใบระหว่าง 0-14 กก.C/ไร่ สรุปจากการสำรวจมันสำปะหลัง แปลงเกษตรกรที่มีการเลือกใช้พันธ์และการจัดการแปลงที่แตกต่างกันนั้น พบว่า มันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูกสามารถกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 500-2,078 กก. C/ไร่ และ 1,834 – 7,621 กก. CO_2/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด 2.0-13.5 ตัน/ไร่ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 7 – 10 เดือน ในแปลงเกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%)					การกักเก็บคาร์บอน (กก. คาร์บอน/ไร่)						การดูดซับ CO_2 ทั้งหมด (กก. CO_2/ไร่)	ผลผลิตหัวสด (ตัน/ไร่)
	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัวสด	ทั้งหมด		
1	44.24	38.21	46.30	39.54	50.67	8	1	137	268	887	1,302	4,776	8.8
2	44.94	42.14	47.58	45.00	50.88	4	1	127	249	662	1,043	3,824	5.9
3	46.03	42.00	47.27	44.86	50.60	19	4	189	321	1,069	1,603	5,877	10.2
4	46.07	43.13	40.83	47.53	50.52	19	4	151	245	746	1,165	4,272	6.8
5	41.10	nd	46.39	49.91	50.29	1	nd	113	145	646	905	3,317	6.3
6	44.78	38.65	47.86	45.85	49.57	18	2	96	225	988	1,329	4,874	9.4
7	43.86	38.89	46.79	47.01	50.68	7	1	132	247	218	606	2,221	2.0
8	44.22	40.18	46.32	48.23	50.70	9	1	168	178	743	1,100	4,034	7.2
9	44.17	43.02	46.69	40.66	50.28	28	6	119	247	1,058	1,458	5,346	10.1
10	45.63	43.56	45.80	47.29	49.89	38	8	116	164	998	1,323	4,853	9.9
11	42.43	38.03	45.48	44.55	50.71	6	1	136	168	1,080	1,392	5,105	9.8
12	45.25	43.89	48.22	46.54	50.65	41	12	116	274	486	929	3,408	4.6
13	41.63	40.26	47.96	43.42	49.66	2	0.3	77	208	340	626	2,296	4.4
14	43.05	37.99	46.31	41.48	50.67	3	1	144	384	879	1,410	5,169	8.3
15	45.16	35.33	44.46	45.75	50.03	47	13	93	289	1,416	1,858	6,811	13.0
16	38.61	nd	43.32	43.11	50.14	0.3	nd	88	141	860	1,089	3,994	10.6
17	45.65	nd	45.64	47.29	50.22	1	nd	61	114	578	752	2,759	6.3
18	45.20	36.51	44.72	44.23	50.04	15	2	113	299	1,650	2,078	7,621	12.9
19	46.17	31.03	44.62	42.53	50.21	11	2	170	433	1,398	2,014	7,385	13.1
20	nd	nd	42.88	48.07	50.90	nd	nd	87	153	1,189	1,429	5,241	12.6
21	42.09	35.84	45.43	45.58	51.00	4	1	200	281	1,018	1,504	5,515	9.6
22	45.86	34.49	46.49	43.60	50.73	12	3	120	352	1,192	1,679	6,155	10.8
23	44.04	33.49	46.35	43.57	50.68	7	2	110	278	953	1,350	4,951	9.7
24	nd	nd	45.97	46.74	49.93	nd	nd	49	117	334	500	1,834	4.6
25	nd	nd	43.86	43.57	50.61	nd	nd	77	129	752	959	3,516	9.6
26	40.59	35.23	41.41	44.56	48.47	4	0.3	70	102	652	827	3,034	9.3
27	41.91	nd	45.85	45.79	50.07	2	nd	79	169	770	1,019	3,737	10.7
28	42.40	34.28	42.21	45.58	50.01	6	1	76	137	609	828	3,037	7.1
29	44.29	34.38	44.43	46.79	50.75	18	5	94	184	1,380	1,682	6,166	13.5
30	44.86	36.50	46.42	45.27	50.25	12	3	77	236	625	952	3,492	6.0
31	44.29	39.60	40.95	44.34	48.40	5	1	74	186	356	622	2,280	6.6
32	45.31	nd	41.09	44.59	49.96	2	nd	88	241	821	1,153	4,227	10.5
33	41.16	37.14	44.75	45.30	49.82	11	3	67	182	742	1,004	3,683	9.2
34	44.84	36.82	47.06	45.96	50.72	7	1	83	186	1,008	1,285	4,713	11.3
35	43.27	40.05	46.37	44.95	49.56	10	2	28	104	363	508	1,861	4.8
36	42.94	37.39	44.62	43.44	49.64	10	2	80	179	753	1,023	3,753	9.5
37	46.45	36.55	46.42	46.22	48.58	5	1	95	301	344	745	2,731	4.6
38	42.17	36.32	44.67	44.17	50.76	38	14	97	133	912	1,193	4,374	9.6
39	44.16	36.31	46.31	45.72	52.12	7	2	74	195	556	834	3,057	5.8
40	43.65	35.92	43.66	44.07	50.42	21	5	70	126	698	921	3,378	8.7

Note: [1/] การกักเก็บคาร์บอน = น้ำหนักแห้ง x ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน/100

[2/] การกักเก็บ CO_2 = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12 (1 ตันของคาร์บอน = 44/12 หรือ 3.67 ตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 4 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%)					การกักเก็บคาร์บอน (กก. คาร์บอน/ไร่)						การดูดซับ CO_2 ทั้งหมด (กก. CO_2/ไร่)	ผลผลิตหัวสด (ตัน/ไร่)
	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัว	ใบ	ก้านใบ	ลำต้น	เหง้า	หัว	ทั้งหมด		
41	46.22	37.53	45.51	45.52	51.22	20	5	87	228	798	1,138	4,173	8.8
42	41.22	31.41	44.33	45.04	49.94	6	1	81	211	1,017	1,317	4,827	10.8
43	45.82	36.56	47.02	43.59	49.28	20	4	80	262	727	1,093	4,006	8.4
44	44.37	32.98	45.59	45.58	50.08	7	1	146	444	993	1,592	5,836	11.0
45	43.72	34.26	47.98	44.61	48.18	13	7	143	373	823	1,359	4,985	8.4
46	45.74	34.49	47.39	45.37	46.85	16	8	168	512	955	1,660	6,086	10.4
47	45.36	36.19	46.47	46.48	49.07	8	6	97	275	863	1,249	4,578	9.1
48	44.41	35.26	45.76	45.07	49.17	3	6	106	344	936	1,395	5,115	9.8
49	nd	nd	47.61	47.23	49.43	nd	nd	119	173	965	1,256	4,605	11.0
50	43.80	42.21	48.53	46.93	49.94	8	8	199	383	1,355	1,953	7,160	12.8
Min	38.61	31.03	40.83	39.54	46.85	nd	nd	28	102	218	500	1,834	2.0
Max	46.45	43.89	48.53	49.91	52.12	47	14	200	512	1,650	2,078	7,621	12.8

Note: [1/] การกักเก็บคาร์บอน = น้ำหนักแห้ง x ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน/100

[2/] การกักเก็บ CO_2 = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12 (1 ตันของคาร์บอน = 44/12 หรือ 3.67 ตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

สมบัติดินในแปลงมันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์

ผลการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 50 จุด จำนวน 2 ระดับความลึกที่ 0-20 และ 20-50 ซม. ในแปลงเกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ทั้งสองชั้นความลึก มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน อยู่ในช่วง 4.1-8.1 จัดว่าดินเป็นดินกรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลาง ซึ่งช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลังควรอยู่ในช่วง 5.0-6.5 (กรดจัด-กรดเล็กน้อย) (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ดินบน มีค่าระหว่าง 0.01-1.14 เดซิซีเมน/เมตร จัดว่าไม่เค็มจนถึงเค็มปานกลางทั้งนี้ขึ้นอยู่ลักษณะเนื้อดิน ส่วนดินล่างมีค่าระหว่าง 0.01-0.64 เดซิซีเมน/เมตร จัดว่าไม่เค็มจนถึงเค็มเล็กน้อย

ด้านสมบัติดินทางเคมี เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในส่วนดินบนอยู่ในช่วง 0.2-2.4% และดินล่างอยู่ในช่วง 0.1-2.8% ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในส่วนดินบนอยู่ในช่วง 1-79 มก./กก. และดินล่างอยู่ในช่วง 0-58 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ ดินบนอยู่ในช่วง 17-227 มก./กก. และดินล่างอยู่ในช่วง 13-162 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ปริมาณแคลเซียมทีสกัดได้ ดินบนอยู่ในช่วง 61-13,910 มก./กก. และดินล่างอยู่ในช่วง 61-10,330 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์สูง และปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ดินบนอยู่ในช่วง 5-1,174 มก./กก. และดินล่างอยู่ในช่วง 7-1,416 มก./กก. จัดว่าดินมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง (ตารางที่ 5)

ด้านสมบัติดินทางกายภาพ พบว่า เนื้อดินที่พบมีความหลากหลาย ได้แก่ เนื้อดินดินร่วนปนทรายแป้ง ดินเหนียว ดินร่วนเหนียว ดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินทรายปนร่วน และดินเหนียวปนทราย ด้านความหนาแน่นรวมของดิน ดินบนอยู่ในช่วง 1.35-1.65 ก./ลบ.ซม. และดินล่างอยู่ในช่วง 1.35-1.65 ก./ลบ.ซม. (ตารางที่ 5) ดินมีความหนาแน่นรวม ถ้ามากกว่า 1.65 อาจมีผลต่อการลงหัวมันสำปะหลัง ดังนั้นเกษตรกรต้องมีไถระเบิดดินดาน สรุปจากการสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่มีการเลือกใช้พันธ์และการจัดการแปลงที่แตกต่างกันนั้น ดินที่พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์ เป็นดินกรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลาง ไม่เค็มจนถึงเค็มปานกลาง ปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่อจนถึงสูง เนื้อดินมีความหลากหลาย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 สมบัติดินของแปลงปลูกมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	pH (1:1)		EC (1:5) (dS/m)		OM (%)		Avail. P (mg/kg)		Exch. K (mg/kg)		Exch. Ca (mg/kg)		Exch. Mg (mg/kg)		Texture[1/]		Bulk density (g/cm^3)	
	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.
1	6.3	6.6	0.05	0.04	0.6	0.5	32	9	45	33	441	545	91	92	SL	SL	1.55	1.55
2	6.1	6.8	0.04	0.04	0.5	0.4	44	40	49	40	324	432	52	59	SL	SL	1.55	1.55
3	5.9	6.2	0.04	0.04	1.0	0.8	13	6	50	29	628	426	66	51	SL	SL	1.55	1.55
4	6.1	5.9	0.04	0.04	0.9	0.6	3	1	39	31	757	768	116	151	SL	SCL	1.55	1.5
5	5.8	6.1	0.02	0.03	0.5	0.4	3	1	33	29	305	405	57	71	SL	SL	1.55	1.55
6	7.1	7.7	0.04	0.06	1.0	0.8	16	7	63	40	1,025	1,537	108	108	L	L	1.5	1.5
7	6.9	5.0	0.04	0.04	0.5	0.3	8	2	37	26	571	545	50	52	SL	SCL	1.55	1.5
8	5.5	4.6	0.04	0.03	0.5	0.5	5	1	24	26	437	122	34	19	SCL	SCL	1.5	1.5
9	5.8	4.9	0.03	0.03	0.3	0.3	2	2	26	26	460	455	48	59	SL	SCL	1.55	1.5
10	6.1	5.8	0.02	0.03	0.5	0.4	7	3	26	16	509	416	55	56	SL	SL	1.55	1.55
11	7.1	5.9	0.02	0.02	0.3	0.3	3	2	26	32	498	735	55	50	SL	SL	1.55	1.55
12	6.5	4.8	0.04	0.04	0.5	0.5	5	1	44	38	611	338	68	70	SCL	SCL	1.5	1.5
13	6.3	5.9	0.06	0.07	0.4	0.6	14	10	30	39	461	480	51	51	SL	SL	1.55	1.55
14	5.6	5.2	0.02	0.02	0.7	0.9	2	1	42	35	585	541	49	21	SCL	L	1.5	1.5
15	7.7	7.8	1.14	0.64	1.2	2.1	1	0	48	80	9,524	9,565	57	187	L	C	1.5	1.35
16	6.6	nd	0.08	nd	1.7	nd	8	nd	41	nd	1,003	nd	100	nd	SL	nd	1.55	nd
17	5.7	5.1	0.03	0.04	0.8	0.9	6	7	30	44	143	172	10	15	S	LS	1.65	1.6
18	5.5	5.2	0.02	0.05	0.2	0.1	35	8	24	31	61	61	5	7	S	SiL	1.65	1.5
19	6.7	7.1	0.07	0.08	1.7	1.6	31	34	173	133	7,269	7,019	236	257	C	C	1.35	1.35
20	7.6	7.6	0.10	0.08	1.9	1.8	79	58	227	162	13,910	10,330	212	187	CL	SC	1.45	1.4
21	7.8	7.8	0.10	0.09	1.6	1.1	34	11	137	80	9,282	4,777	344	265	SCL	CL	1.5	1.45
22	7.4	7.4	0.08	0.02	1.8	1.8	11	10	78	57	7,155	5,119	324	247	C	C	1.35	1.35
23	7.4	7.4	0.06	0.06	1.9	1.9	24	28	97	67	5,688	4,821	235	257	CL	C	1.45	1.35
24	6.7	6.7	0.03	0.02	0.6	0.4	48	26	44	37	309	270	28	36	LS	S	1.6	1.65
25	7.6	7.6	0.06	0.06	1.8	1.5	11	5	50	36	5,266	7,024	127	123	CL	L	1.45	1.5
26	6.8	6.8	0.14	0.23	1.5	1.9	43	42	93	57	1,627	2,260	72	103	SL	SL	1.55	1.55

Note: [1/] SiL = silt loam, C= Clay, CL = Clay loam, L = Loam, SiCL = silty clay loam, SCL = sandy clay loam, S=Sand, SL=sandy loam, LS=loamy sand, SC=sandy clay

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 สมบัติดินของแปลงปลูกมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	pH (1:1)		EC (1:5) (dS/m)		OM (%)		Avail. P (mg/kg)		Exch. K (mg/kg)		Exch. Ca (mg/kg)		Exch. Mg (mg/kg)		Texture[1/]		Bulk density (g/cm^3)	
	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.
27	5.0	5.0	0.01	0.01	0.4	0.6	3	2	28	13	99	158	6	10	S	S	1.65	1.65
28	8.1	8.1	0.08	0.07	2.3	2.8	28	26	206	135	7,557	9,725	551	794	SC	C	1.4	1.35
29	6.5	6.5	0.16	0.12	2.2	2.3	20	8	138	97	4,238	2,313	1,082	1,400	C	C	1.35	1.35
30	6.4	6.4	0.03	0.02	1.3	1.3	2	2	48	33	3,344	2,470	1,026	1,416	CL	C	1.45	1.35
31	6.1	6.1	0.03	0.05	0.8	1.4	24	48	30	37	495	605	42	73	LS	LS	1.6	1.6
32	7.7	7.7	0.05	0.04	1.0	0.6	8	4	17	20	1,106	357	13	8	S	S	1.65	1.65
33	4.7	4.7	0.07	0.07	0.6	0.7	12	11	90	70	1,357	1,445	762	843	SCL	SCL	1.5	1.5
34	4.9	4.9	0.02	0.02	1.4	1.3	5	4	65	33	1,431	1,406	653	732	SCL	SCL	1.5	1.5
35	4.1	4.1	0.09	0.10	1.6	1.6	7	6	69	59	1,299	1,277	274	266	SCL	SCL	1.5	1.5
36	7.1	7.1	0.06	0.07	1.8	1.0	20	9	30	23	3,519	3,805	214	237	SL	SL	1.55	1.55
37	7.5	7.5	0.09	0.11	2.2	1.4	39	40	36	33	4,454	3,423	233	265	SL	SL	1.55	1.55
38	7.4	7.4	0.08	0.08	0.8	0.7	4	3	69	41	6,828	5,908	953	1,093	CL	CL	1.45	1.45
39	7.3	7.3	0.05	0.04	1.4	1.7	5	4	35	39	3,547	3,000	650	852	SL	SCL	1.55	1.5
40	7.7	7.7	0.08	0.08	1.5	1.5	9	9	60	57	6,795	6,436	782	882	CL	CL	1.45	1.45
41	6.6	6.6	0.03	0.05	1.5	1.6	4	22	48	22	2,589	2,167	571	557	SCL	SCL	1.5	1.5
42	7.5	7.5	0.06	0.06	1.1	1.2	16	8	31	33	3,772	5,555	278	751	CL	CL	1.45	1.45
43	6.3	6.3	0.03	0.06	1.6	1.4	7	6	39	45	3,564	2,793	702	783	SCL	SCL	1.5	1.5
44	6.3	6.3	0.03	0.03	1.4	1.8	5	6	41	34	3,604	3,030	1,174	1,224	CL	CL	1.45	1.45
45	5.1	5.1	0.03	0.04	1.7	1.7	8	5	109	91	5,073	4,462	650	604	C	C	1.35	1.35
46	6.8	6.8	0.04	0.03	1.7	1.7	6	3	92	79	4,418	5,064	693	253	C	C	1.35	1.35
47	7.5	7.5	0.08	0.08	2.3	2.5	14	19	85	93	8,147	7,691	198	157	L	L	1.5	1.5
48	7.7	7.7	0.07	0.07	2.4	2.3	14	17	81	84	7,617	8,297	194	144	CL	L	1.45	1.5
49	4.6	4.6	0.03	0.01	0.7	0.2	8	3	37	53	355	129	32	33	LS	LS	1.6	1.6
50	5.2	5.2	0.02	0.01	0.5	0.2	5	2	34	22	134	145	27	57	S	LS	1.65	1.6
Min	4.1	4.1	0.01	0.01	0.2	0.1	1	0	17	13	61	61	5	7	-	-	1.35	1.35
Max	8.1	8.1	1.14	0.64	2.4	2.8	79	58	227	162	13,910	10,330	1,174	1,416	-	-	1.65	1.65

Note: [1/] SiL = silt loam, C= Clay, CL = Clay loam, L = Loam, SiCL = silty clay loam, SCL = sandy clay loam, S=Sand, SL=sandy loam, LS=loamy sand, SC=sandy clay

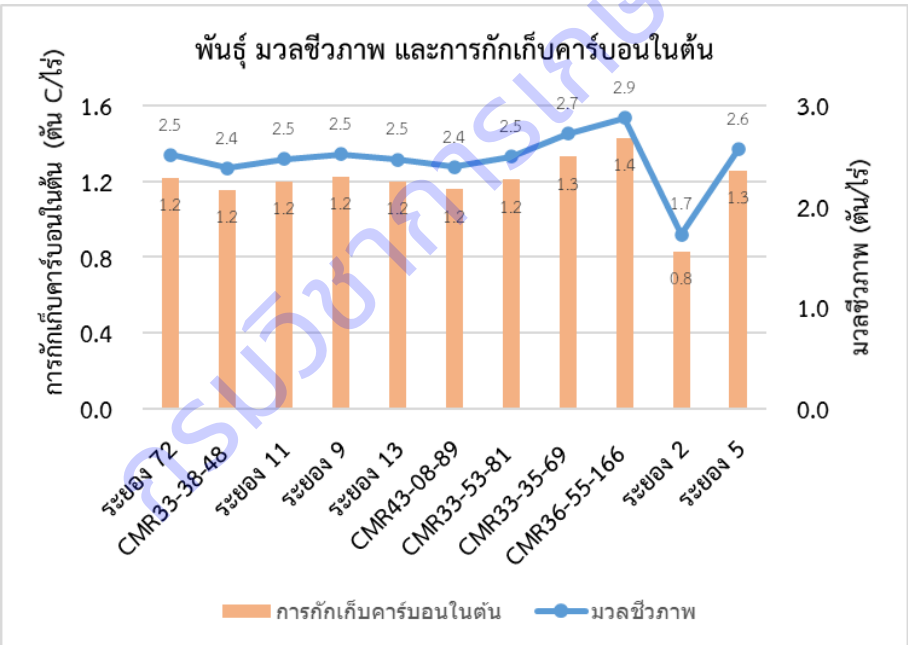
กรมวิชาการเกษตร

การกักเก็บคาร์บอนในดิน

การสำรวจเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 50 จุดตัวอย่าง วิเคราะห์หาอินทรียวัตถุในดินทั้ง 2 ระดับความลึก เพื่อนำมาประเมินอินทรียคาร์บอนได้ในดิน (Soil organic carbon) อันเกิดจากเศษซากพืชที่หลุดร่วงถูกย่อยสลายและเก็บสะสมในดิน พบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีปริมาณอินทรียคาร์บอนอยู่ในช่วง 0.1-1.4% และดินล่างที่ระดับความลึก 20-50 ซม. มีปริมาณอินทรียคาร์บอนอยู่ในช่วง 0.1-1.6% ทั้งนี้เมื่อคำนวณร่วมกับความหนาแน่นรวมของดิน ได้ผลการกักเก็บคาร์บอนในดิน ดินบนอยู่ในช่วง 0.53-6.50 ตัน C/ไร่ และดินล่าง อยู่ในช่วง 0.72-10.37 ตัน C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 ของดินบนและดินล่างอยู่ในช่วง 1.94-23.82 และ 2.64-38.02 ตัน CO_2/ไร่ สรุปจากการสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่มีการเลือกใช้พันธ์และการจัดการแปลงที่แตกต่างกันมีการกักเก็บคาร์บอนในดินทั้งสองระดับความลึกอยู่ระหว่าง 0.53-10.37 ตัน C/ไร่ หรือการดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 1.94-38.02 ตัน CO_2/ไร่ (ตารางที่ 6)

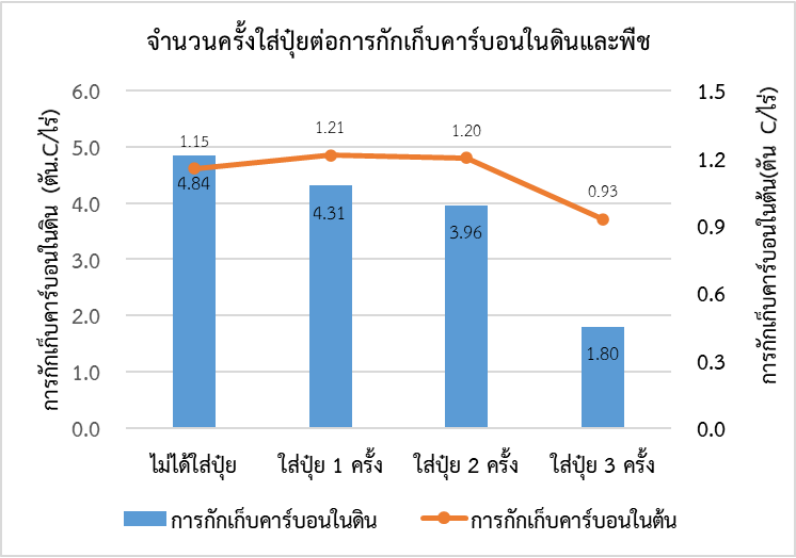
ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ การจัดการปุ๋ย การเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอน

มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์มีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนและสะสมมวลชีวภาพ ดังนี้ พันธุ์ที่มีการสะสมมวลชีวภาพและกักเก็บคาร์บอนไว้ในลำต้นสูงสุดคือ สายพันธุ์ CMR36-55-166 เฉลี่ย 1.4 กก.C/ไร่ รองลงมาคือ สายพันธุ์ CMR33-35-69 และพันธุ์ระยอง 5 เฉลี่ย 1.3 ตัน C/ไร่ ส่วนพันธุ์ที่มีการกักเก็บคาร์บอนและสะสมมวลชีวภาพต่ำสุด คือ พันธุ์ระยอง 2 เฉลี่ย 0.8 ตัน C/ไร่ และ 1.7 ตัน/ไร่ (ภาพที่ 5)



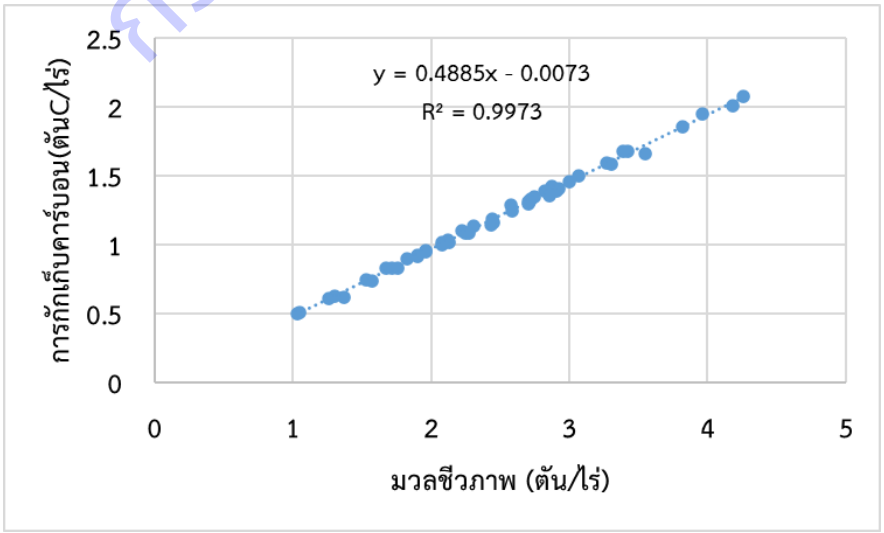
ภาพที่ 5 การสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยของพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนครั้งของการใส่ปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและในลำต้น พบว่า การไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุดเฉลี่ย 4.84 ตัน C/ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 1 ครั้งกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ย 4.31 ตัน C/ไร่ การใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง และการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ย 3.96 และ 1.8 ตัน C/ไร่ ในขณะที่การกับเก็บคาร์บอนในลำต้น พบว่า การใส่ปุ๋ย 1 ครั้งทำให้มันสำปะหลังมีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุดเฉลี่ย 1.21 ตัน C/ไร่ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง กับเก็บคาร์บอนในลำต้นเฉลี่ย 1.20 1.15 และ 0.93 ตัน C/ไร่ ตามลำดับ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 จำนวนครั้งของการใส่ปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินและในมันสำปะหลัง

จากการหาค่าสหสัมพันธ์โดยวิธี Correlation Metrix ระหว่างการเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง จากปัจจัยความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในต้น ให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ของตัวปัจจัยที่มีค่าสูงสุด คือ มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในต้นพืช มีค่า 0.999 และความสัมพันธ์ด้านความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมันสำปะหลัง มีความสัมพันธ์ในเชิงบวก กับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ให้ค่า 0.344 และ 0.411 ตามลำดับ ส่วนความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด พบว่า ให้ความสัมพันธ์กับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังต่ำ มีค่า 0.049 0.017 -0.030 และ 0.006 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เมื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ได้สมการความสัมพันธ์เส้นตรง Y = 0.4885x – 0.0073 โดย Y คือ การกักเก็บคาร์บอนในต้น (ตัน C/ไร่) และ X คือ มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน/ไร่) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9973 (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 7 – 10 เดือน ของการผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตจังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 การกักเก็บคาร์บอนในดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังเขตจังหวัดนครสวรรค์

จุดที่	SOC (%)		Bulk density (g/cm^3)		SOC stock[1/] (t C/rai)		Soil CO_2 stock[2/] (t CO_2/rai)	
	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.
1	0.3	0.3	1.55	1.55	1.49	2.23	5.46	8.18
2	0.3	0.3	1.55	1.55	1.49	2.23	5.46	8.18
3	0.6	0.5	1.55	1.55	2.98	3.72	10.91	13.64
4	0.5	0.3	1.55	1.5	2.48	2.16	9.09	7.92
5	0.3	0.2	1.55	1.55	1.49	1.49	5.46	5.46
6	0.6	0.4	1.5	1.5	2.88	2.88	10.56	10.56
7	0.3	0.2	1.55	1.5	1.49	1.44	5.46	5.28
8	0.3	0.3	1.5	1.5	1.44	2.16	5.28	7.92
9	0.2	0.2	1.55	1.5	0.99	1.44	3.64	5.28
10	0.3	0.2	1.55	1.55	1.49	1.49	5.46	5.46
11	0.2	0.2	1.55	1.55	0.99	1.49	3.64	5.46
12	0.3	0.3	1.5	1.5	1.44	2.16	5.28	7.92
13	0.2	0.3	1.55	1.55	0.99	2.23	3.64	8.18
14	0.4	0.5	1.5	1.5	1.92	3.60	7.04	13.20
15	0.7	1.2	1.5	1.35	3.36	7.78	12.32	28.51
16	1.0	nd	1.55	nd	4.96	nd	18.19	nd
17	0.5	0.5	1.65	1.6	2.64	3.84	9.68	14.08
18	0.1	0.1	1.65	1.5	0.53	0.72	1.94	2.64
19	1.0	0.9	1.35	1.35	4.32	5.83	15.84	21.38
20	1.1	1.1	1.45	1.4	5.10	7.39	18.71	27.10
21	0.9	0.7	1.5	1.45	4.32	4.87	15.84	17.86
22	1.0	1.0	1.35	1.35	4.32	6.48	15.84	23.76
23	1.1	1.1	1.45	1.35	5.10	7.13	18.71	26.14
24	0.4	0.2	1.6	1.65	2.05	1.58	7.51	5.81
25	1.1	0.9	1.45	1.5	5.10	6.48	18.71	23.76
26	0.9	1.1	1.55	1.55	4.46	8.18	16.37	30.01
27	0.3	0.4	1.65	1.65	1.58	3.17	5.81	11.62
28	1.3	1.6	1.4	1.35	5.82	10.37	21.35	38.02
29	1.3	1.3	1.35	1.35	5.62	8.42	20.59	30.89
30	0.7	0.8	1.45	1.35	3.25	5.18	11.91	19.01
31	0.4	0.8	1.6	1.6	2.05	6.14	7.51	22.53
32	0.6	0.3	1.65	1.65	3.17	2.38	11.62	8.71
33	0.3	0.4	1.5	1.5	1.44	2.88	5.28	10.56
34	0.8	0.8	1.5	1.5	3.84	5.76	14.08	21.12
35	0.9	0.9	1.5	1.5	4.32	6.48	15.84	23.76
36	1.1	0.6	1.55	1.55	5.46	4.46	20.01	16.37

Note: [1/] Soil organic carbon (SOC) stock (t C/rai)

$$= \frac{\text{SOC content (\%) x soil bulk density (g/cm}^3\text{) x soil depth (cm) x 1,600 x 10,000}}{100 \times 1{,}000{,}000}$$

[2/] Soil CO_2 stock = SOC stock x 44/12 (One ton of carbon equals 44/12 = 3.67 tons of carbon dioxide.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6 การกักเก็บคาร์บอนในดินในแปลงปลูกมันสำปะหลังเขตจังหวัดนครสวรรค์ (ต่อ)

จุดที่	SOC (%)		Bulk density (g/cm^3)		SOC stock[1/] (t C/rai)		Soil CO_2 stock[2/] (t CO_2/rai)	
	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.	0-20 ซม.	20-50 ซม.
37	1.3	0.8	1.55	1.55	6.45	5.95	23.64	21.82
38	0.5	0.4	1.45	1.45	2.32	2.78	8.51	10.21
39	0.8	1.0	1.55	1.5	3.97	7.20	14.55	26.40
40	0.9	0.9	1.45	1.45	4.18	6.26	15.31	22.97
41	0.9	0.9	1.5	1.5	4.32	6.48	15.84	23.76
42	0.7	0.7	1.45	1.45	3.25	4.87	11.91	17.86
43	0.9	0.8	1.5	1.5	4.32	5.76	15.84	21.12
44	0.8	1.1	1.45	1.45	3.71	7.66	13.61	28.07
45	1.0	1.0	1.35	1.35	4.32	6.48	15.84	23.76
46	1.0	1.0	1.35	1.35	4.32	6.48	15.84	23.76
47	1.3	1.4	1.5	1.5	6.24	10.08	22.88	36.96
48	1.4	1.3	1.45	1.5	6.50	9.36	23.82	34.32
49	0.4	0.1	1.6	1.6	2.05	0.77	7.51	2.82
50	0.3	0.1	1.65	1.6	1.58	0.77	5.81	2.82
Min	0.1	0.1	1.35	1.35	0.53	0.72	1.94	2.64
Max	1.4	1.6	1.65	1.65	6.50	10.37	23.82	38.02

Note: [1/] Soil organic carbon (SOC) stock (t C/rai)

$$= \frac{\text{SOC content (\%) x soil bulk density (g/cm}^3\text{) x soil depth (cm) x 1,600 x 10,000}}{100 \times 1{,}000{,}000}$$

[2/] Soil CO_2 stock = SOC stock x 44/12 (One ton of carbon equals 44/12 = 3.67 tons of carbon dioxide.

สำหรับความสัมพันธ์สมบัติดินจากการหาค่าสหสัมพันธ์โดยวิธี Correlation Metrix ด้านความหนาแน่นรวม ความเป็นกรด-ด่างของดิน สภาพการนำไฟฟ้า อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ การกักเก็บคาร์บอนในต้น และการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ตัวแปรที่มีค่าสูงสุด คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และการกักเก็บคาร์บอนในดินมีค่า 0.991 นอกจากนั้นความเป็นกรด-ด่างของดิน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ มีความสัมพันธ์กับการกักเก็บคาร์บอนในดินเช่นกัน มีค่า 0.548 0.599 0.742 และ 0.424 ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นรวมของดินนั้น พบว่า มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามที่ -0.575 เมื่อนำมาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บคาร์บอนในดิน และปริมาณอินทรีวัตถุในดิน ได้สมการความสัมพันธ์เส้นตรง Y = 3.2088x + 0.2205 โดย Y คือ การกักเก็บคาร์บอนในดิน (ตัน C/ไร่) และ X คือ ปริมาณอินทรียวัตถุ (%) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9828 สำหรับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังนั้น พบว่าสมบัติดิน ด้านโพแทสเซียม และแคลเซียมที่สกัดได้ มีผลในทางบวก มีค่า 0.237 และ 0.293 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) สรุปได้ว่ามวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ทั้งนี้การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน อย่างไรก็ตามศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในระบบปลูกมันสำปะหลังอาจแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมและการจัดการแปลง สอดคล้องกับมนต์สรวง และคณะ (2557) รายงานว่าระบบปลูกพืชและการจัดการที่เหมาะสม สามารถเป็นแนวทางช่วยกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การเกษตรอย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์การเกษตร

ตารางที่ 7 ผล Correlation Matrix ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง และการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง เขตจังหวัดนครสวรรค์

ตัวแปร	ความสูง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	ความเขียวของใบ	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด	มวลชีวภาพ	การกักเก็บคาร์บอนในต้น
ความสูง	1.000							
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น	0.067	1.000						
ความเขียวของใบ	0.138	-0.169	1.000					
ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ	0.068	0.020	0.374	1.000				
ปริมาณคลอโรฟิลล์บี	0.106	-0.020	0.437	0.893	1.000			
ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด	0.077	0.011	0.396	0.995	0.935	1.000		
มวลชีวภาพ	0.366	0.410	0.049	0.013	-0.031	0.003	1.000	
การกักเก็บคาร์บอนในต้น	0.344	0.411	0.049	0.017	-0.030	0.006	0.999	1.000

ตารางที่ 8 ผล Correlation Matrix ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดิน การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง และการกักเก็บคาร์บอนในดิน เขตจังหวัดนครสวรรค์

ตัวแปร	ความหนาแน่นรวม	ความเป็นกรด-ด่าง	สภาพการนำไฟฟ้า	อินทรียวัตถุ	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่สกัดได้	แคลเซียมที่สกัดได้	แมกนีเซียมที่สกัดได้	การกักเก็บคาร์บอนในต้น	การกักเก็บคาร์บอนในดิน
ความหนาแน่นรวม	1.000									
ความเป็นกรด-ด่าง	-0.343	1.000								
สภาพการนำไฟฟ้า	-0.213	0.281	1.000							
อินทรียวัตถุ	-0.631	0.550	0.255	1.000						
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	-0.044	0.354	-0.004	0.278	1.000					
โพแทสเซียมที่สกัดได้	-0.657	0.351	0.164	0.637	0.536	1.000				
แคลเซียมที่สกัดได้	-0.679	0.695	0.412	0.755	0.342	0.742	1.000			
แมกนีเซียมที่สกัดได้	-0.577	0.139	-0.017	0.440	-0.140	0.264	0.325	1.000		
การกักเก็บคาร์บอนในต้น	-0.398	0.158	0.219	0.122	-0.059	0.237	0.293	0.085	1.000	
การกักเก็บคาร์บอนในดิน	-0.575	0.548	0.260	0.991	0.294	0.599	0.742	0.424	0.086	1.000

กรมวิชาการเกษตร

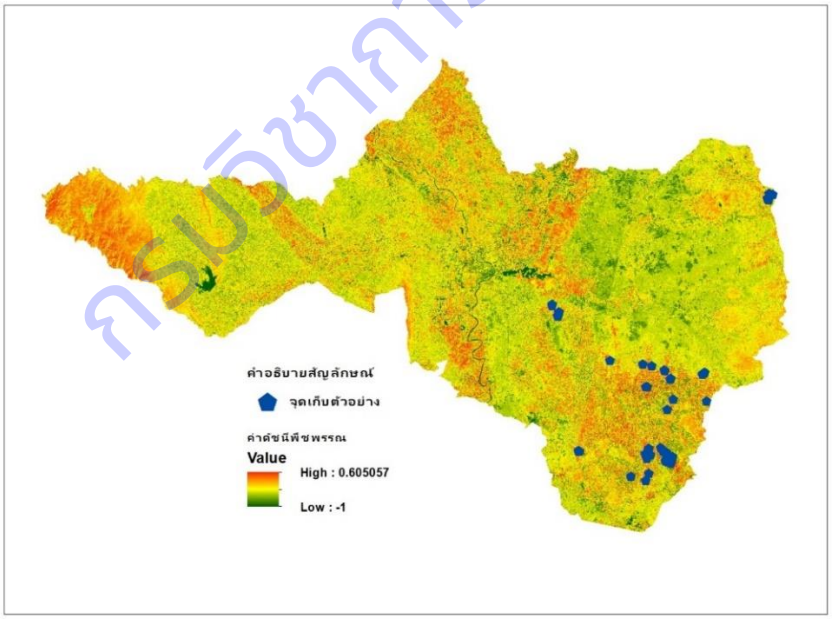
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่มีการเลือกใช้พันธ์และการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สะสมน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1,028 - 4,259 กก./ไร่ การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 500-2,078 กก. C/ไร่ และ 1,834 – 7,621 กก. CO_2/ไร่ ให้ผลผลิตหัวสด 2.0-13.5 ตัน/ไร่ ดินที่พบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นดินกรดรุนแรงมากถึงด่างปานกลาง ไม่เค็มจนถึงเค็มปานกลาง ปริมาณธาตุอาหารอยู่ในระดับต่อจนถึงสูง เนื้อดินมีความหลากหลาย เมื่อศึกษาหาความสัมพันธ์จากการสำรวจแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่า มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน ทั้งนี้การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง นอกจากนี้หาผลการศึกษาบ่งชี้ว่าพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมีปริมาณอินทรียวัตถุดินมาก ย่อมแสดงว่าพื้นที่นั้นมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินมาก ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาบริการจัดการดิน เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทดลองที่ 2.3 เทคนิคประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงมันสำปะหลังโดยไม่ทำลายตัวอย่าง

1. พื้นที่ศึกษาแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

จุดสำรวจเก็บตัวอย่างแปลงมันสำปะหลัง ในพื้นที่แต่ละอำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 50 จุดตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 1 เปรียบกับค่าดัชนีพืชพรรณ เลือกภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 30 เมตร Path 129 Row 049 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2563 และ Path 130 Row 049 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2564



ภาพที่ 1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างมันสำปะหลังกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จังหวัดนครสววรรค์

2. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงทดลองมันสำปะหลัง

2.1. การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองมันสำปะหลัง

การประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินในส่วนของต้นและใต้ดินในส่วนของราก จากข้อมูลแปลงทดลองมันสำปะหลัง คำนวณหาชีวมวล โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบต่อต้น

กรมวิชาการเกษตร

ของมันสำปะหลังรายพันธุ์ และทุกพันธุ์ ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ทั้งนี้ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยวไม่ได้เก็บข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบและจำนวนใบต่อต้น ทำให้การประเมินชีวมวลในระยะดังกล่าวมีตัวแปรอิสระลดลง

2.1.1 การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180

มันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินและใต้ดินของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = -0.02X_1 - 188.81X_2 - 19.84X_3 + 21.88X_4 - 154.92$	0.936	0.012	9
6	$Y = -15.29X_1 - 275.94X_2 - 79.32X_3 + 8.21X_4 + 6,296.70$	0.540	0.190	12
8	$Y = 0.97X_1 + 11,243.72X_2 + 30.89X_3 - 103.06X_4 + 1,542.10$	0.779	0.654	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 11.25X_1 + 193.42X_3 - 6,234.54$	0.562	0.024	12

หมายเหตุ Y = ชีวมวลของมันสำปะหลัง (กก./ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

2.1.2 การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69

มันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR 57-83-69 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินและใต้ดินของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = 1.36X_1 - 89.97X_2 + 57.16X_3 + 9.87X_4 - 1,494.97$	0.962	0.004	9
6	$Y = -1.88X_1 + 1,447.73X_2 - 50.38X_3 - 13.54X_4 + 2,672.11$	0.618	0.109	12
8	$Y = -35.33X_1 + 2,597.11X_2 - 33.99X_3 + 31.30X_4 + 5,697.75$	0.956	0.310	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 33.07X_1 + 126.65X_3 - 9,753.35$	0.734	0.019	9

หมายเหตุ Y = ชีวมวลของมันสำปะหลัง (กก./ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

2.1.3 การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72

มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล แสดงดังตารางที่ 3

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินและใต้ดินของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = 11.66X_1 - 200.11X_2 - 55.47X_3 + 15.50X_4 - 618.21$	0.840	0.069	9
6	$Y = 10.99X_1 - 72.74X_2 + 27.66X_3 + 14.54X_4 - 1,306.48$	0.925	0.0005	12
8	$Y = 13.76X_1 - 4,555.79X_2 + 130.97X_3 + 37.19X_4 - 3,927.89$	0.966	0.275	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 16.15X_1 - 234.23X_3 + 4,656.88$	0.234	0.303	12

หมายเหตุ Y = ชีวมวลของมันสำปะหลัง (กก./ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

2.1.4 การประเมินชีวมวลระดับแปลงทดลองมันสำปะหลังทั้ง 3 พันธุ์

พันธุ์มันสำปะหลังทั้งสามสายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินและใต้ดินของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = -4.82X_1 - 107.72X_2 + 28.93X_3 + 10.80X_4 + 403.12$	0.830	3.651E-08	27
6	$Y = 1.60X_1 + 260.02X_2 - 30.55X_3 + 7.04X_4 + 1,351.66$	0.598	7.60E-06	36
8	$Y = -3.66X_1 - 2,016.76X_2 + 40.42X_3 + 13.50X_4 + 1,133.88$	0.387	0.148	18
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 2.31X_1 + 18.13X_3 + 1,854.36$	0.046	0.495	33

หมายเหตุ Y = ชีวมวลของมันสำปะหลัง (กก./ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

สรุปได้ว่า สมการประเมินชีวมวลของมันสำปะหลังทั้งสามพันธ์ในระดับแปลงทดลอง ที่ช่วงอายุ 4 เดือนมีความสัมพันธ์สูงมาก มีค่า R^2 เท่ากับ 0.830 โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบต่อต้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก มีความสัมพันธ์ต่ำ ค่า R^2 เท่ากับ 0.598 ในขณะที่ช่วงอายุ 8 และระยะเก็บเกี่ยวนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้จำนวนประชากรและตัวแปรที่ใช้ในการสำรวจ โดยเฉพาะที่ระยะเก็บเกี่ยวลดลง จึงทำให้ความสัมพันธ์ที่ได้ต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดของการเก็บข้อมูลในช่วงดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร

2.2 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลองมันสำปะหลัง

ประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังจากข้อมูลแปลงทดลองมันสำปะหลัง คำนวณหาการกักเก็บคาร์บอน โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำและจำนวนใบต่อต้นของมันสำปะหลังรายพันธุ์และทุกพันธุ์ ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ที่ระยะเก็บเกี่ยวไม่ได้เก็บข้อมูลดัชนีพื้นที่ใบและจำนวนใบต่อต้น ทำให้การประเมินชีวมวลในระยะดังกล่าวมีตัวแปรอิสระลดลง

2.2.1 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลองสายพันธุ์ CMR57-83-180

สายพันธุ์ CMR57-83-180 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูกและระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-180

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = -0.74X_1 - 98.45X_2 - 6.56X_3 + 9.71X_4 + 69.91$	0.910	0.023	9
6	$Y = -6.44X_1 - 114.74X_2 - 35.00X_3 + 3.56X_4 + 2749.73$	0.524	0.211	12
8	$Y = 0.81X_1 + 4{,}960.97X_2 + 11.38X_3 - 45.30X_4 + 673.32$	0.728	0.712	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 5.45X_1 + 94.62X_3 - 3{,}060.65$	0.548	0.028	12

หมายเหตุ Y = การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง (กก. C/ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

2.2.2 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลองสายพันธุ์ CMR57-83-69

สายพันธุ์ CMR57-83-69 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูกและระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังสายพันธุ์ CMR57-83-69

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = 0.10X_1 - 36.39X_2 + 26.19X_3 + 4.34X_4 - 605.55$	0.958	0.005	9
6	$Y = -0.91X_1 + 697.09X_2 - 24.83X_3 - 6.86X_4 + 1{,}292.19$	0.614	0.112	12
8	$Y = -16.41X_1 + 1{,}218.56X_2 - 18.96X_3 + 15.30X_4 + 2{,}656.59$	0.957	0.307	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 16.32X_1 + 63.66X_3 - 4{,}852.20$	0.723	0.021	9

หมายเหตุ Y = การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง (กก. C/ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

กรมวิชาการเกษตร

2.2.3 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลองพันธุ์ระยอง 72

พันธุ์ระยอง 72 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = 6.53X_1 - 102.01X_2 - 29.33X_3 + 7.08X_4 - 357.69$	0.865	0.050	9
6	$Y = 4.50X_1 - 57.85X_2 + 13.27X_3 + 7.02X_4 - 517.12$	0.925	0.0005	12
8	$Y = 5.90X_1 - 2{,}158.82X_2 - 63.30X_3 + 17.51X_4 - 1{,}802.13$	0.966	0.275	6
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 8.11X_1 - 117.57X_3 + 2{,}277.96$	0.250	0.275	12

หมายเหตุ Y = การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง (กก. C/ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

2.2.4 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงทดลองทั้ง 3 พันธุ์

พันธุ์มันสำปะหลังทั้งสามสายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ CMR57-83-180 CMR57-83-69 และพันธุ์ระยอง 72 ในแปลงทดลองมันสำปะหลัง ที่ระยะการเจริญเติบโต 4 6 8 เดือนหลังปลูก และระยะเก็บเกี่ยว มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์

อายุมันสำปะหลัง (เดือน)	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
4	$Y = -2.29X_1 - 50.74X_2 + 13.10X_3 + 4.96X_4 + 187.89$	0.832	3.076E-08	27
6	$Y = 0.75X_1 + 106.97X_2 - 14.30X_3 + 3.35X_4 + 635.47$	0.593	9.18E-06	36
8	$Y = -1.55X_1 - 931.10X_2 + 17.40X_3 + 6.39X_4 + 510.78$	0.387	0.146	18
ระยะเก็บเกี่ยว	$Y = 1.27X_1 + 7.62X_3 + 886.87$	0.046	0.496	33

หมายเหตุ Y = การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง (กก. C/ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น

สรุปได้ว่า สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังทั้งสามพันธ์ในระดับแปลงทดลอง ให้ผลในทำนองเดียวกับการประเมินชีวมวล โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบต่อต้น ที่ช่วงอายุ 4 เดือน มีความสัมพันธ์สูงมาก มีค่า R^2 เท่ากับ 0.832 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาเป็นช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก มีความสัมพันธ์ต่ำ ค่า R^2 เท่ากับ 0.593 ในขณะที่ช่วงอายุ 8 และระยะเก็บเกี่ยวนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้

กรมวิชาการเกษตร

จำนวนประชากรและตัวแปรที่ใช้ในการสำรวจ โดยเฉพาะที่ระยะเก็บเกี่ยวลดลง จึงทำให้ความสัมพันธ์ที่ได้ต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดของการเก็บข้อมูลในช่วงดังกล่าว

3. การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

3.1 การประเมินชีวมวลระดับแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

การประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินในส่วนของต้นและใต้ดินในส่วนของราก จากข้อมูลสำรวจระดับพื้นที่ของแปลงมันสำปะหลัง คำนวณหาชีวมวล โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลังรายพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 ระยอง 11 และพันธุ์มันสำปะหลังที่สำรวจในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว ช่วงอายุ 7-10 เดือน มีรูปแบบสมการประเมินชีวมวล แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สมการประเมินชีวมวลเหนือพื้นดินและใต้ดินระดับแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

พันธุ์	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
ทุกพันธุ์[1/]	$Y = 6.04X_1 + 208.20X_2 + 42.48X_3 + 2.66X_4 + 0.43X_5 - 1726.32$	0.815	4.87E-15	50
ระยอง 72	$Y = 8.98X_1 - 578.12X_2 + 5.13X_3 + 13.48X_4 + 0.62X_5 - 2,694.32$	0.943	0.0003	13
CMR33-38-48	$Y = 9.80X_1 - 966.53X_2 + 78.44X_3 + 7.59X_4 + 0.40X_5 - 3,105.38$	0.920	0.001	13
ระยอง 11	$Y = 2.21X_1 - 1,718.75X_2 - 61.62X_3 + 34.74X_4 + 0.45X_5 - 1,072.62$	0.994	0.0001	10

[1/] พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 ระยอง 11 ระยอง 9 CMR33-53-81 ระยอง 86-13 CMR43-08-89 CMR33-35-69 CMR36-55-166 ระยอง 2 และระยอง 5

หมายเหตุ Y = ชีวมวลของมันสำปะหลัง (กก./ไร่)
X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)
X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ
X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
X_4 = จำนวนใบต่อต้น
X5 = ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)

สรุปได้ว่า สมการประเมินชีวมวลของมันสำปะหลังทั้งสามพันธ์ในระดับแปลงสำรวจในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์ ที่ช่วงอายุ 7-10 เดือน หรือระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง ในทุกพันธุ์มันสำปะหลังที่สำรวจพบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 และ ระยอง 11 มีความสัมพันธ์สูงมาก มีค่า R^2 เท่ากับ 0.815 0.943 0.920 และ 0.994 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นระดับแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

ประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากข้อมูลสำรวจระดับพื้นที่ของแปลงมันสำปะหลัง คำนวณหาการกักเก็บคาร์บอน โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลังรายพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 ระยอง 11 และพันธุ์มันสำปะหลังที่สำรวจในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว ช่วงอายุ 7-10 เดือน มีรูปแบบสมการประเมินการกักเก็บคาร์บอน แสดงดังตารางที่ 10

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 10 สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนระดับแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

พันธุ์	สมการ	R^2	p-value	จำนวนประชากร
ทุกพันธุ์[1/]	$Y = 2.71X_1 + 109.85X_2 + 20.89X_3 + 1.19X_4 + 0.21X_5 - 813.18$	0.809	9.20E-15	50
ระยอง 72	$Y = 4.25X_1 - 272.99X_2 + 2.59X_3 + 6.60X_4 + 0.30X_5 - 1,285.81$	0.935	0.0005	13
CMR33-38-48	$Y = 4.50X_1 - 348.91X_2 + 37.76X_3 + 2.50X_4 + 0.20X_5 - 1,464.26$	0.904	0.002	13
ระยอง 11	$Y = 1.28X_1 - 830.14X_2 - 39.81X_3 + 16.80X_4 + 0.22X_5 - 683.27$	0.993	0.0002	10

[1/] พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 ระยอง 11 ระยอง 9 CMR33-53-81 ระยอง 86-13 CMR43-08-89 CMR33-35-69 CMR36-55-166 ระยอง 2 และระยอง 5

หมายเหตุ Y = การกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง (กก. C/ไร่)

X_1 = ความสูงทรงต้น (เซนติเมตร)

X_2 = ดัชนีพื้นที่ใบ

X_3 = เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)

X_4 = จำนวนใบต่อต้น

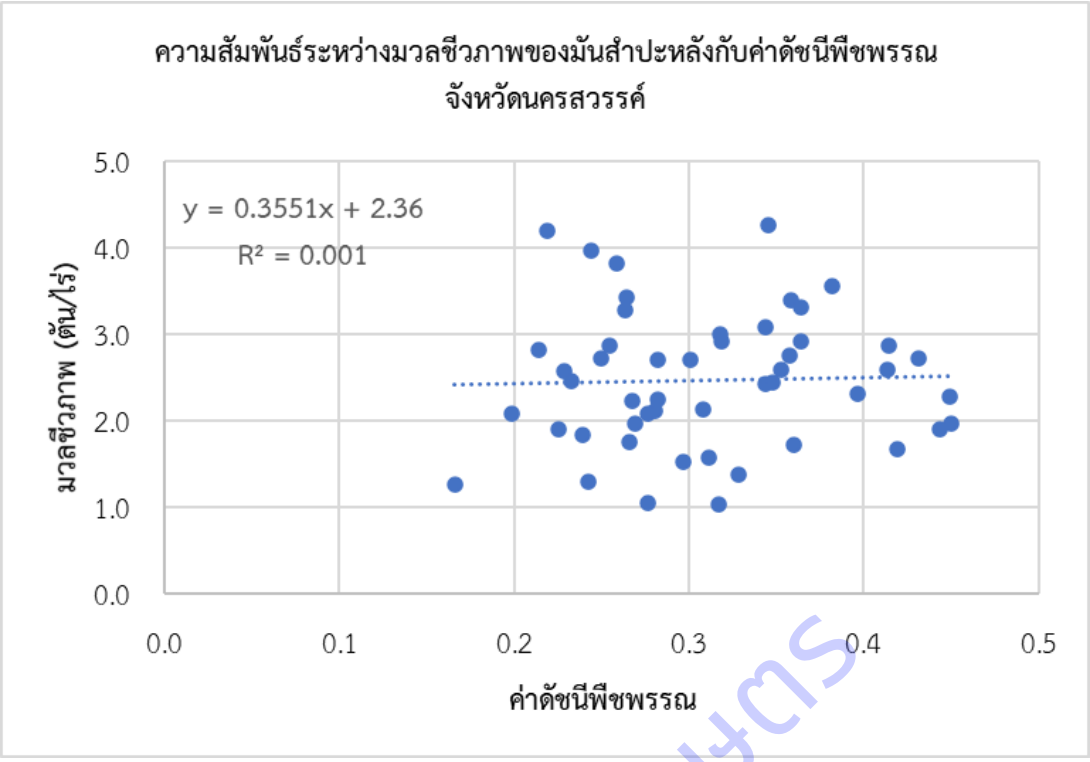
X5 = ผลผลิตหัวสด (กก./ไร่)

สรุปได้ว่า สมการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังทั้งสามพันธ์ในระดับแปลงสำรวจในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง จังหวัดนครสวรรค์ ที่ช่วงอายุ 7-10 เดือน หรือระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง ในทุกพันธุ์มันสำปะหลังที่สำรวจพบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 72 CMR33-38-48 และ ระยอง 11 มีความสัมพันธ์สูงมาก มีค่า R^2 เท่ากับ 0.809 0.935 0.904 และ 0.993 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

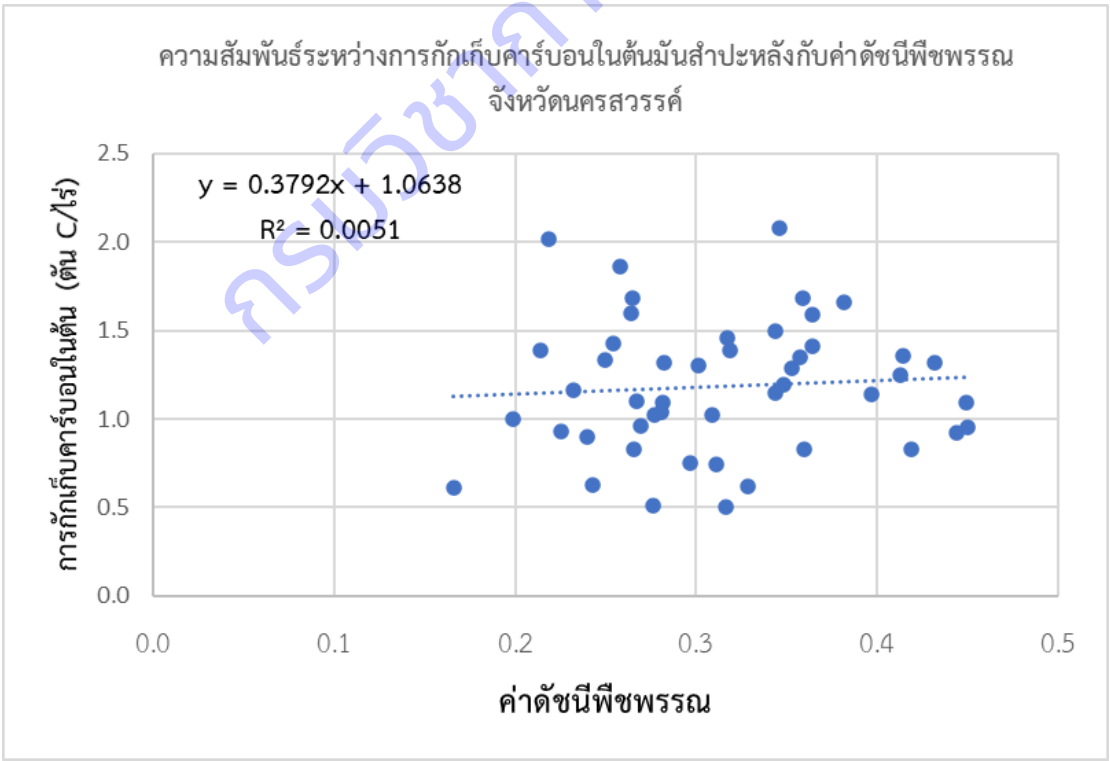
4. ความสัมพันธ์ระหว่างชีวมวล การกักเก็บคาร์บอนและค่าดัชนีพืชพรรณในแปลงสำรวจมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม ประเมินมวลชีวภาพและการักเก็บคาร์บอนจากค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) บริเวณตำแหน่งแปลงตัวอย่าง เพื่อหาความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ในรูปแบบสมการถดถอยแบบเส้นตรง พบว่า มีความสัมพันธ์ต่ำ ระหว่างมวลชีวภาพของต้นมันสำปะหลังกับค่าดัชนีพืชพรรณ และระหว่างการกักเก็บคาร์บอนกับค่าดัชนีพืชพรรณ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.001 และ 0.0051 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2 และ 3

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับค่าดัชนีพืชพรรณ จังหวัดนครสวรรค์



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการกักเก็บคาร์บอนในต้นกับค่าดัชนีพืชพรรณ จังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่เขตจังหวัดนครสวรรค์ ได้สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังทั้งสามพันธ์ระดับแปลงทดลอง ที่ช่วงอายุ 4 เดือนมีความสัมพันธ์สูง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.830 และ 0.932 ตามลำดับ โดยใช้ค่าความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบต่อต้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ช่วงอายุ 6 เดือนหลังปลูก มีความสัมพันธ์ต่ำ ค่า R^2 เท่ากับ 0.598 และ 0.593 ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงอายุ 8 และระยะเก็บเกี่ยวนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังทั้งสามพันธุ์ระดับแปลงสำรวจในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลังจังหวัดนครสวรรค์ ระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง ในทุกพันธุ์มันสำปะหลังที่สำรวจพบในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง พบความสัมพันธ์จากการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอน มีความสัมพันธ์สูง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.815 และ 0.809 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และค่า $p<0.05$ แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนจากค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI บริเวณตำแหน่งแปลงตัวอย่าง มีความสัมพันธ์ต่ำระหว่างชีวมวลของต้นมันสำปะหลังกับค่าดัชนีพืชพรรณ และระหว่างการกักเก็บคาร์บอนกับค่าดัชนีพืชพรรณ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.001 และ 0.0051 ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยให้ทราบปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอน ทั้งนี้เนื่องด้วยสถานการณ์โควิดทำให้การเก็บข้อมูลทั้งในระดับแปลงและสำรวจ มีผลต่อการศึกษาความสัมพันธ์ จึงควรศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มจำนวนจุดตัวอย่าง จำนวนประชากร ตัวแปร และค่าดัชนีพืชพรรณที่เหมาะสมในการหาปริมาณชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนที่มีผลต่อการประเมิน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์สามารถกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกันทำให้มีการสร้างมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกักเก็บคาร์บอนสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลชีวภาพ จากการทดลองมีค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งของการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร เฉลี่ย 44.03 39.95 43.95 45.20 และ 47.94% ในขณะที่การเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนพบว่า การจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมในพันธุ์มันสำปะหลังช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนให้สูงขึ้นและยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยโพแทชในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากค่าวิเคราะห์ดิน (อัตรา 1.5 และ 2.0 เท่าตามค่าวิเคราะห์) ทำให้ศักยภาพการดูดซับ CO_2 การกักเก็บคาร์บอน และสร้างมวลชีวภาพของมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 1,427 กก.C/ไร่ คิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 5.2 ตัน CO_2/ไร่ ส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในดินทั้งสองระดับความลึกสามารถกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 3.6-4.5 ตัน C/ไร่ หรือคิดเป็นการดูดซับ CO_2 เฉลี่ย 13.1-16.4 ตัน CO_2/ไร่ ในการสำรวจมันสำปะหลังในแปลงเกษตรกรที่เลือกใช้พันธุ์และมีการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน การผลิตมันสำปะหลัง 1 ฤดูปลูก สะสมน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 1,028-4,259 กก./ไร่ การกักเก็บคาร์บอนอยู่ในช่วง 500-2,078 กก. C/ไร่ การดูดซับ CO_2 อยู่ในช่วง 1,834–7,621 กก. CO_2/ไร่ และให้ผลผลิตหัวสด 2.0-13.5 ตัน/ไร่ เมื่อหาความสัมพันธ์จากการสำรวจแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่า มวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอนในต้น ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน การกักเก็บคาร์บอนในดินไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง นอกจากนี้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่มีปริมาณอินทรียวัตถุดินมากแสดงให้เห็นว่ามีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินมากเช่นกัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการดิน เพื่อเพิ่มการกักเก็บ

กรมวิชาการเกษตร

คาร์บอนในพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อวิเคราะห์สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงสำรวจในระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.903 และ 0.900 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) นั้น มีความสัมพันธ์ต่ำ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.0051 ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังปัจจัยสำคัญหนึ่งคือ การเลือกใช้พันธุ์และการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมซึ่งสามารถช่วยยกระดับการกักเก็บคาร์บอนและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยศักยภาพของการดูดซับก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ดำเนินงานวิจัยและศึกษาศักยภาพของพันธุ์มันสำปะหลังและการจัดการในการดูดซับ CO_2 การประเมินศักยภาพการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ผลิตมันสำปะหลัง และรูปแบบเทคนิคการประเมินปริมาณการดูดซับ CO_2 และกักเก็บคาร์บอนอย่างง่ายในพื้นที่การผลิตมันสำปะหลัง ผลการดำเนินงานวิจัยพบว่า 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

การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนของมันสำปะหลังในแปลงปลูกพบว่า มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์สามารถกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างกันทำให้มีการสร้างมวลชีวภาพแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณกักเก็บคาร์บอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับมวลชีวภาพ ซึ่งค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งของการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในส่วนของใบ ก้านใบ ลำต้น เหง้า รากสะสมอาหาร เฉลี่ย 44.03 39.95 43.95 45.20 และ 47.94% สำหรับการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนพบว่า 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 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลัง การวิเคราะห์สมการประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในต้นมันสำปะหลังระดับแปลงสำรวจในระยะก่อนเก็บเกี่ยว โดยใช้ค่าความสูงทรงต้น ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบต่อต้น และผลผลิตของมันสำปะหลัง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.903 และ 0.900 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นปัจจัยสำคัญหนึ่งของการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูกมันสำปะหลังคือ การเลือกใช้พันธุ์ที่มีศักยภาพในการดูดซับ CO_2 และเหมาะสมกับพื้นที่ รวมทั้งการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมซึ่งสามารถช่วยยกระดับการกักเก็บคาร์บอนและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น จากการดำเนินงานของโครงการจะเห็นว่ามันสำปะหลังเป็นพืชไร่ที่มีศักยภาพการดูดซับ CO_2 และการกักเก็บคาร์บอนในแปลงปลูก ซึ่งข้อมูลสามารถนำไปใช้วางแผนการจัดการพื้นที่และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตรของประเทศต่อไป

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2563. คู่มือกิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 212 หน้า.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่. 276 หน้า.

ระวี เจียรวิภา สุรชาติ เพชรแก้ว มนตรี แก้วดวง และวิทยา พรหมมี. 2555. การประเมินการเก็บกักคาร์บอนและรายได้จากการชดเชยคาร์บอนในสวนยางพารา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 17(2): 91-102.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. 2537. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 210 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี ๒๕๖๓. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 214 หน้า.

El-Sharkawy, M.A. 2003. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology* 53: 621-641.

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.

Redondo-Brenes A. and R. Montagnini. 2006. Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*. 232: 168-178.

Zhang H. and G.L. Zhang. 2003. Microbial biomass carbon and total organic carbon of soils as affected by rubber cultivation. *Pedosphere*. 13: 353-357.

เอกสารอ้างอิง

กิจกรรมที่ 1

ขณิษฐา เสถียรพีระกุล เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และสมชาย นองเนือง. 2555. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสวนป่าสนสามใบ พื้นที่ต้นน้ำภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่. หน้า 291-298. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 31 ม.ค.-2 ก.พ. 2555 กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี ๒๕๖๓. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 214 หน้า.

El-Sharkawy, M.A. 2003. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology* 53: 621-641.

Gleadow, R.M., J.R. Evans, S. McCaffery and T.R. Cavagnaro. 2009. Growth and nutritive value of cassava (*Manihot esculenta* Cranz.) are reduced when grown in elevated CO_2. *Plant Biology* 11(Suppl. 1): 76-82.

กิจกรรมที่ 2

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2564. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับพืชไร่เศรษฐกิจ. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กฤติณ สุดโต วีระภาส คุณรัตนสิริ และวันชัย อรุณประภารัตน์. 2562. การประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 ในพื้นทวนอุทยานนครไชยบวร จังหวัดพิจิตร. การประชุมทางวิชาการของหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 57. วันที่ 29 มกราคม 2562-1 กุมภาพันธ์ 2562

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช. เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองวิจัยปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 164 หน้า

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

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี ๒๕๖๓. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 214 หน้า.

อิศรา แพงสี ณัฏฐ พิชกรรม และพูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2552. ความสามารถของสวนหย่อมในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(2): 209-217.

Moran, R. 1982. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with *N, N*-Dimethylformamide. *Plant Physiology*. 69(6): 1376-1381.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic matter. Pp. 539-579. In Method of soil analysis, part 2. Chemical and Microbiology Properties. Agronomy Monograph 9 (2^{nd}) ASA-SSSA, Medison, Wisconsin, USA.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 1 การประเมินศักยภาพการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตมันสำปะหลัง

ภาพที่ 1 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก ในเดือนสิงหาคม

ภาพที่ 2 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ในเดือนตุลาคม

ภาพที่ 3 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก ในเดือนธันวาคม

ภาพที่ 4 การวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก ในเดือนกุมภาพันธ์ (มันสำปะหลังมีพฤติกรรมการทิ้งใบ)

ภาคผนวก ก ภาพการวัดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและการคายน้ำของใบมันสำปะหลัง ในตำแหน่งใบที่อายุน้อยที่สุดที่ขยายพื้นที่ใบเต็มที่ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง รุ่น LI-6400XT

กิจกรรมที่ 2 การประเมินชีวมวลและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงการผลิตมันสำปะหลัง

ภาคผนวก ข ภาพลักษณะของใบมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 (72) สายพันธุ์ CMR57-83-180 (180) และ CMR57-83-69 (69) ที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก

ภาคผนวก ค ภาพการสำรวจแปลงปลูกมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรเขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

กรมวิชาการ