ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

Water Footprint of Economic Crops Production Research and Development

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน

Ms.Vichanee Ormzubsin

ปี 2564

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปผู้บริหาร

การประสบความสำเร็จในการผลิตพืชเศรษฐกิจที่มีพื้นที่ปลูกจำนวนมากอย่างอ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด และกาแฟ รวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์จากพืชเศรษฐกิจ เช่น น้ำตาลทราย แป้งมัน มันเส้น น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ที่ต้องคำนึงถึงวัตถุดิบต้นทาง จำเป็นต้องอาศัยระบบการจัดการการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำอย่างถูกต้อง เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพิ่มผลตอบแทนในทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นธรรม และมีความยั่งยืนในการผลิตทั้งระบบซึ่งต้องใช้ปัจจัยการผลิต ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในห้วงเวลาที่ผ่านมาพบว่า หลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมประสบปัญหาด้านการผลิต เช่น ผลผลิตต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตเข้าโรงงานน้อยกว่ากำลังการผลิต คุณภาพผลผลิตต่ำส่งผลต่อกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ กระทบต่อเนื่องไปถึงราคารับซื้อผลผลิตและต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และในกรณีที่มีการส่งออกไปจำหน่ายที่ต่างประเทศ ข้อกำหนดหรือข้อกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่กำแพงภาษีคือ การตั้งแง่ในส่วนของการผลิตอย่างยั่งยืนที่ต้องคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า โดยเฉพาะทรัพยากรน้ำ ที่นับวันมีปริมาณจำกัดมากขึ้นจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากและส่งผลต่อปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของฝน จำนวนวันฝนตกที่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง

กรมวิชาการเกษตร เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทหลักด้านการวิจัยพืช จึงมีแนวคิดวิจัยการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน ข้าวโพด (ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อนและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) และกาแฟ (โรบัสตาและอะราบิกา) ซึ่งมีพื้นที่ปลูกรวมกันไม่ต่ำกว่ากว่า 34 ล้านไร่ เกษตรกรที่เกี่ยวข้องในการผลิตพืชดังกล่าวไม่น้อยกว่า 1.63 ล้านครัวเรือน เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการกำหนดนโยบายพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมสำหรับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด รวมถึงวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยเน้นไปที่นวัตกรรมการจัดการผลิตพืชทั้งการจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของพืชและตามความเหมาะสมของพื้นที่ หรือสมบัติของดินปลูกในพื้นที่ดังกล่าว การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ การกำหนดช่วงวันปลูกโดยอาศัยข้อมูลความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิด ปริมาณฝนใช้การและความต้องการน้ำชลประทาน และเพื่อให้ครบห่วงโซ่การผลิต จึงมีการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตั้งแต่การผลิตพันธุ์พืช (เมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน) จนถึงระดับผลิตภัณฑ์ของพืช เช่น น้ำตาลทราย แป้งมัน น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เพื่อให้มีข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ในการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตต้นน้ำ-กลางน้ำ-ปลายน้ำ และสามารถนำฐานข้อมูลดังกล่าวไปปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตจนถึงระดับผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งหวังให้เกิดความยั่งยืนจากการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีปริมาณจำกัดมากขึ้น และเป็นการลดต้นทุนการผลิตของทั้งระบบจากการใช้ทรัพยากรน้ำและปัจจัยการผลิตอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและคุ้มค่า และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศแบบองค์รวมบนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวที่เน้นการรักษาสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุลทำให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนไปพร้อมกันต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟและข้าวโพด เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตพืชเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ประกอบด้วย 7 กิจกรรม **1. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน** การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงาน แหล่งผลิตต้นกล้า 7 หน่วยงาน ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2561 โดยสำรวจ สัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าทุกขั้นตอนในแต่ละรอบต่อเนื่อง 3 ปี (3 รอบการผลิต) พบว่า หน่วยงาน D ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (เฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) การผลิตเมล็ดงอกน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ด ส่วนหน่วยงาน K ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันน้อยสุด 0.13–0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.08-0.09 0.04–0.10 และ 0.00 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ 8 จังหวัดได้แก่ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2562 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคใต้พบว่า ระนองมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 380 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ระนองมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 567.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสตูลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,167.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก 4 จังหวัดได้แก่ ตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ระหว่างตุลาคม 2559-กันยายน 2563 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกและตะวันตก พบว่า ชลบุรีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 835 มิลลิเมตรต่อปี และผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ตราดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 811.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และชลบุรีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,035.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 จังหวัดได้แก่ หนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี ระหว่างตุลาคม 2559-กันยายน 2563 ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า อุบลราชธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 859 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี หนองคายมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 739.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และอุดรธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 2,187.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ 6 จังหวัดได้แก่ เชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ระหว่างตุลาคม 2560-กันยายน 2564 ความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมันพบว่า อุทัยธานีมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 1,403 มิลลิเมตรต่อปี ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดอายุ 25 ปี ปทุมธานีมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีสุด 621 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย และสุโขทัยมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคต่างๆ คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การให้น้ำตามความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน และการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน **2. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย** การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน ดำเนินการ 119 แปลง 13 จังหวัด พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการผลิตอ้อยมีค่า 25.9-195.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สาเหตุของความแตกต่างมาจากความแปรปรวนของผลผลิตที่มีค่าสูง 5.0-38.8 ตันต่อไร่ ดังนั้นการจัดการแปลงที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตสูงและทำให้อ้อยใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน 6 สถานที่ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ศูนย์วิจัยพืชสวนเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ปลูกอ้อย 3 พันธุ์ และ 3 วันปลูก ให้น้ำ 24 มิลลิเมตรทุก 14 วัน พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยเฉลี่ย 93.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ค่าต่ำสุด 35.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่วันปลูกที่ 1 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และสูงสุด 243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันจากอ้อยพันธุ์ K95-84 ที่วันปลูกที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี ซึ่งการให้น้ำส่งผลให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น และขึ้นอยู่กับพันธุ์ วันปลูกและสถานที่ปลูก ค่าการใช้น้ำต่อตันอ้อยมีความ

กรมวิชาการเกษตร

แปรปรวนสูง **3. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง** การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน ตามพื้นที่ที่ให้น้ำต่างกัน 3 ระดับคือ ให้น้ำไม่จำกัด (นครราชสีมา) ให้น้ำจำกัด (กำแพงเพชร) และอาศัยน้ำฝน (ระยอง) คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 2 รอบการผลิต (ตุลาคม 2558- กันยายน 2560) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าเฉลี่ย 147-366 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 0-21 และ 29-97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ เมื่อแยกตามการให้น้ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ให้น้ำไม่จำกัด ให้น้ำจำกัด และอาศัยน้ำฝนมีค่า มีค่า 211 224 และ 301 ลูกบาศก์เมตรต่อตันมันสด ตามลำดับ การให้น้ำช่วงเหมาะสมตามความต้องการทำให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกันแม้ปลูกในพื้นที่เดียวกัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ฤดูกาลผลิต 2560/61-2563/64 ใน 26 จังหวัดพบว่า ส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ปลูกได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ช่วงปลูกมีนาคม-พฤษภาคม ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 4.1 ตันต่อไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตันต่อไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตันต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 268 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 266 และ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงสุดที่พิษณุโลกและต่ำสุดที่อุดรธานี 373 และ 138 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ศึกษาใน 3 โรงงานคือ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว ปี 2563-2564 พบว่า การแปรรูปแป้งดิบ 1 ตัน ใช้หัวสด 4.35-4.55 ตัน ขั้นตอนล้างหัวสดใช้ปริมาณน้ำสูงสุดร้อยละ 57-71 ของน้ำทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า มีค่า 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ เมื่อวิเคราะห์รวมกับผลผลิตมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันแป้งดิบ **4. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน** การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในจังหวัดกระบี่ ตรัง ชลบุรี และสกลนคร ระหว่างตุลาคม 2560-กันยายน 2562 พบว่า ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 3.43-6.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดมีค่า 3.34-6.62 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มมีค่า 4,309-6,437 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน ระหว่างตุลาคม 2561-กันยายน 2562 พบว่า สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมเฉลี่ย 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 3.16 และ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาของน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมันมีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ **5. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ** การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา 3 จังหวัด ชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2559-2560 พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาเฉลี่ย 35.7 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 23.4 11.8 และ 0.4 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาในสุราษฎร์ธานีมีค่าสูงสุด ดังนั้นแนวทางลดปริมาณการใช้น้ำ ควรเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบให้น้ำให้มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา ดำเนินการในพื้นที่อำเภอแม่วาง สะเมิง และดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมือง เวียงป่าเป้า แม่สรวย และเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ปีการผลิต 2562/63–2563/64 ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา พบว่า จังหวัดเชียงราย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 8.08 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม

กรมวิชาการเกษตร

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

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Economic crop's water footprint analysis research aims to analyze the amount of water used to produce five economic crops: oil palm, sugar cane, cassava, coffee, and corn. Therefore, this analysis research will benefit in managing water used to produce crops to be efficient and sustainable. This research includes seven activities.

First, analysis of the water footprint of oil palm production from 5 seed production private sectors and 7 seedling production private sectors was conducted during October 2015-September 2018 at Suratthani Oil Palm Research Center. Surveying, interviewing and collecting water use data in every step of oil palm production were recorded for 3 years. The result showed that the rate of water use for germinated seed production was different, and the minimum of water use corresponded to the blue water footprint, which is 0.20 liter seed^{-1} in D private sector. The K private sector which is a seedling production private sector was lowest in water use with 0.13–0.19 m^3 seedling^{-1} obtained from WF_{green} WF_{blue}, and WF_{gray} by 0.08-0.09 0.04–0.10 and 0.00 m^3 seedling^{-1}, respectively. Water footprint analysis of Southern oil palm production was conducted in 8 provinces: Surat Thani, Krabi, Chumphon, Nakhon Si Thammarat, Phangnga, Ranong, Trang, and Satun between October 2015 - September 2019 to analyze water footprint or water consumption per ton of FFB. To allocate and utilize water for oil palm production efficiently and sustainably. The calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Ranong province has the highest irrigated water requirement 380 mm year^{-1}. For water footprint, the result showed that Ranong province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 567.0 m^3 ton^{-1} while the Satun province has the lowest water efficiency 1,167.7 m^{3}ton^{-1}. Water footprint analysis of Eastern and Western oil palm production was conducted in 4 provinces: Trat, Chon Buri, Kanchanaburi and Prachuap Khiri Khan between October 2016 - September 2020 to analyze water footprint or water consumption per ton of fresh fruit bunch. To allocate and utilize water for oil palm production efficiently and sustainably. The calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Chon Buri province has the highest irrigated water requirement 835 mm year^{-1}. For water footprint, the result showed that Trat province has the highest efficiency of water consumption per ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 811.8 m^{3}ton^{-1} while the Chon Buri province has the lowest water efficiency 1,035.8 m^{3}ton^{-1}. Water footprint analysis of Northeastern oil palm production was conducted in 6 provinces: Nong Khai, Bueng Kan, Udon Thani, Sakon Nakhon, Loei, and Ubon Ratchathani between October 2016 - September 2020 to analyze water footprint or water consumption per ton FFB. For the allocation and utilization of water for oil palm production efficiently and sustainably, the calculation from agro-meteorology average 30 years results showed that Ubon Ratchathani province has the highest irrigated water requirement 859 mm year^{-1}. For water footprint, the result showed that Nong Khai province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 739.4 m^{3}ton^{-1}, and the Udon Thani province has the lowest water efficiency 2,187.5 m^{3}ton^{-1}. Water footprint analysis of Central and Northern oil palm production was conducted in 6 provinces: Chiang Rai, Nan, Sukhothai, Phitsanulok, Uthai Thani and Pathum Thani between October 2016 - September 2020 to analyze

กรมวิชาการเกษตร

water footprint or water consumption per ton of FFB for the allocation and utilization of water for oil palm production efficiently and sustainably. For water footprint, the result showed that Pathum Thani province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 621 m^3ton^{-1}. Sukhothai province has the highest efficiency of water consumption per unit of ton fresh fruit bunch or the lowest water footprint 1,759 m^3ton^{-1}. The main factors that affect water footprint are oil palm age, precipitation efficiency, irrigation according to irrigated water requirement, and nutrient management for oil palm production.

Secondly, the analysis of the water footprint used in sugarcane production under rainfed conditions. The experiment observed yield and field management from farmer fields in 13 provinces for 119 samples. Field management, weather data and the yield of sugarcane were collected. The results showed that the water footprint had many different values ranging from 25.9-455.6 m^3ton^{-1}. The main cause was from the various sugarcane yield. Therefore, good management will yield higher and more water use efficiency. Also, this study had analyzed the water footprint of sugarcane to assess the water footprint of sugarcane production under irrigation conditions. The experiments were conducted at 6 locations, including Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Khon Kaen Field Crops Research Center, Loei Horticulture Research Center, Mukdahan Agricultural Research and Development Center, Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center and Prachinburi Agricultural Research and Development Center. Sugarcane was planted using three cultivars: 95-2-213 or KK07-050, K95-84 and KK07-037 and three planting dates. Applied water 24 mm every two weeks by springer. Weather data, water for irrigation and sugarcane yield were collected. The results showed that the water footprint had many different values. The average water footprint was 93.6 m^3ton^{-1}. The minimum value was 35.2 m^3ton^{-1} for sugarcane cultivar KK07-037 with one planting at Nakhon Sawan Field Crops Research Center. The maximum value was 243.9 m^3ton^{-1} for cultivar K95-84 with two planting at Prachinburi Agricultural Research and Development Center. This result indicated that irrigated would increase the sugarcane yield but not equal, depending on cultivar planting date and location. Therefore, proper watering in each cultivar and environment will efficiently utilize water and reduce sugarcane production costs.

The third activity is the analysis of the water footprint in cassava production since water is an essential resource to grow the plant. Due to Climate change, irrigation is rapidly needed in cassava production. There will be a considerable risk if not practiced water management properly. A water footprint is a tool that measures both direct and indirect water uses. This study uses water footprint to assess cassava production in 3 water management: irrigation area (Nakornratchasima), limited-irrigation area (Kampangpet) and rainfed area (Rayong), one ton of cassava-based product were set as a functional unit from 2 seasons during 2015-2017. The study shows that the averaged water footprint of cassava 147-366 m^3ton^{-1} comprised of WF_{green} 48-87% or 92-339 m^3ton^{-1}, WF_{blue} 0-9% or 0-21 m^3ton^{-1}, and WF_{gray} 13-48% or 29-97 m^3ton^{-1}. Irrigation area has a low water footprint average of 211 m^3ton^{-1}, while limited-irrigation and rainfed areas are higher than 224 and 301 m^3ton^{-1}, respectively. Higher yield gives a low water footprint and optimal time irrigation gives a higher yield. Variety and planting time showed variability in water footprint although in the same farm. An analysis of water footprint in private sector cassava production during 2017/2018-2020/2021 production season in 26 provinces. The result

showed that most cassava producers use rain as a major water source. This experiment Uses Kasetsart 50, Rayong 5, Rayong 72, and Rayong 11 to plant during March-May with 7.2 kilograms of Nitrogen fertilizer per rai. The average output of 4.1 tons rai^{-1} would cause an average water footprint of 268 m^3ton^{-1}which was WF_{green} and WF_{gray} averagely at 266 and 42 m^3ton^{-1}, respectively. Phitsanulok has the highest at 373 m^3ton^{-1} and Udon Thani is the lowest, with a 138 m^3ton^{-1}. An Analysis of the water footprint used in Tapioca Starch production took place in three different factories in Ubon Ratchathani, Kampangpetch, and Sra Kaew. During 2020-2021, the observation showed that to produce a ton of Tapioca Starch using 4.35-4.55 tons of cassava. Washing the cassava will cost 57-71% of water using for the whole process. The water footprint analysis shows that the water footprint is 44.6 m^3ton^{-1} to be produced and 973.4 m^3ton^{-1} when including the production of cassava.

Fourth, the analysis of water footprint in the palm oil mill process. Analysis of the mill's water footprint investigated the direct and indirect water usage from oil palm plantations. The oil palm plantations as a source for collection data were located in Krabi, Trang, Chon Buri and Sakon Nakhon province. The direct and indirect water usage of the mill process ranged from 3.43-6.91 m^3ton^{-1}CPO. The water footprint values that excluded the FFB were 3.34-6.62 m^3ton^{-1}CPO. Moreover, the water footprint values included the FFB as 4,309-6,437 m^3ton^{-1}CPO. Analysis of the mill's water footprint investigated the direct and indirect water usage from oil palm plantations. The oil palm plantations as a source for collection data were located in Krabi province, including Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited. The experiment was studied from October 2018 to September 2019. It exhibited that the extraction of 1 ton of CPO of Khlong Thom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited used FFB 5.23 and 5.09 tons, the OER of the mill was 19.1 and 19.6%, the direct and indirect water usage was 3.40 and 6.21 m^3ton^{-1}CPO, respectively. An investigation of the water footprint values excluded the FFB of Khlong Thom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited was 3.16 and 6.05 m^3ton^{-1}CPO, respectively. Moreover, the water footprint values included the FFB of Khlong Thom Estate Cooperative Limited, and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited were 5,563 and 5,409 m^3ton^{-1}CPO, respectively. Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO) 1 ton will take 1.0405 tons of CPO. The water footprint of this process would be 4.54255 m^3ton^{-1}RBDPO, not including the water footprint during the process of producing crude palm oil and FFB. If including producing CPO and FFB, the water footprint will be 5,109.04 m^3ton^{-1}RBDPO.

The fifth activity is an analysis of coffee production water footprint. This study investigated the water footprint of Robusta coffee productions in Chumphon, Ranong and Suratthani Province in the south of Thailand during 2013-2017. It was found that the average water footprint of Robusta coffee beans in Thailand was 35.7 m^3kg^{-1}, including 23.4, 11.8, and 0.4 m^3kg^{-1} of green blue and gray water footprint, respectively. Suratthani was the province that used the highest amount of water, which was 51 m^3kg^{-1}. Thus, to decrease the amount of water used, we should research and develop an efficient water system to increase crop production. Also, this study investigated the water footprint of Arabica coffee productions in Mae Wang, Samsung, and Doi Saket in Chiang Mai and Meung, Wiang Pa Pao, Mae Sa Ruay and Wiang Kaen in Chiang Rai Province during 2019/2022-2020/2021 production year. The result showed that Chiang Rai's water footprint is 8.08 m^3kg^{-1}, including 5.65,

0, and 2.43 m^3kg^{-1} of green blue and gray water footprint, respectively. For Chiang Mai, the average water footprint is 7.06 m^3kg^{-1} which are 6.87, 0 and 0.19 m^3kg^{-1} of green blue and gray water footprint, respectively.

The sixth activity is the analysis of the water footprint in corn production. Analysis of sweet corn's water footprint was conducted by giving 6 levels of IW/E, which are 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0. The result showed that at IW/E of 1.0 and 0.8, the average water footprint would be 130 and 38 m^3ton^{-1} for 2020 and 2021, respectively. For the small private sector, the average water footprint is 907 m^3ton^{-1}, separated as 130, 776 and 0.0101 m^3ton^{-1} for green, blue and gray water footprint, respectively. The water footprint analysis used for producing baby corn was conducted by giving 6 levels of IW/E, which are 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0. The result showed that at IW/E of 1.0 and 0.8, the average water footprint would be 103 and 93 m^3ton^{-1} for 2020 and 2021, respectively. For the small private sector produced baby corn, the average water footprint is 5,074 m^3ton^{-1}, which can be separated as 95, 4,979 and 0.018 m^3ton^{-1} for green, blue, and gray water footprint. The water footprint analysis in maize production in the Northern part of Thailand was conducted in 137 farmers located in Tak, Nan and Petchaboon from October 2020 to September 2021. The result showed that the average water footprint of maize production is 212, 220, and 311 m^3ton^{-1} in Tak, Nan, and Petchaboon, respectively. Analysis of water footprint in the production of maize in the Northeastern part of Thailand was conducted in 135 farmers located in Chaiyapoom, Nakhon Ratchasima and Loei from October 2020 to September 2021. The result showed that the average water footprint of maize production is 243, 283 and 1,088 m^3ton^{-1} in Chaiyapoom, Nakhon Ratchasima and Loei, respectively. For Loei province, the farmer will plant the maize during drought season or after harvesting rice which causes the water footprint to be more than Chaiyapoom and Nakhon Ratchasima.

Lastly, the water footprint used in sugarcane manufacturing was conducted in the central and northeastern provinces of Thailand. The water footprint analysis in sugarcane manufacturing took place in 3 factories in Kanchanaburi, Ratchaburi and SuphanBuri Provinces. The result showed that a kilogram of sugar would take 10.1 kilograms of sugarcane. The water footprint of the sugar production excluding and including the sugarcane production was 1.51-1.87 and 5.64-6.74 m^3kg^{-1} of sugar, respectively. The water footprint in sugar production in the Northeast was conducted in 3 factories in UdonThani, Buriram and Nakhon Ratchasima. The result showed that a kilogram of sugar was produced using 8.64 kilograms of sugarcane. The water footprint of the sugar production excluding and including the sugarcane production was 1.28-2.07 and 4.91-5.96 m^3kg^{-1} of sugar, respectively.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือของคณะผู้วิจัยด้านพืชเศรษฐกิจทุกท่าน และที่มาของข้อมูลทั้งปวงจากเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน เกษตรกรชาวไร่อ้อย เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ชาวสวนกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดฝักสดและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงโรงงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จากปาล์มน้ำมัน (น้ำมันปาล์มดิบ-น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์) ผลิตภัณฑ์จากอ้อย (น้ำตาลทราย) และผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง (แป้งดิบมันสำปะหลัง) คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย บุญประดับ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการปลูกพืช กรมวิชาการเกษตร เป็นอย่างสูง ที่ได้สนับสนุน ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในโครงการวิจัยนี้ ให้ดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

สุดท้ายนี้หวังว่าผลงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย การนำข้อมูลไปปรับใช้ในการผลิตพืชของเกษตรกรให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ให้เกิดความยั่งยืนในการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีปริมาณจำกัดอย่างคุ้มค่า นำข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบายการผลิตพืชอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อลดข้อกีดกันทางการค้า เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมของพืชเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องต่อไป

คณะผู้วิจัย

2564

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	2
Abstract	5
กิตติกรรมประกาศ	9
สารบัญ	10
สารบัญภาพ	11
สารบัญตาราง	19
บทที่ 1 บทนำ	23
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	33
บทที่ 3 ผลการศึกษา	49
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	244
เอกสารอ้างอิง	247
ภาคผนวก	251

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1-1	ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลแรก	53
1.1-2	ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลหลัก	53
1.1-3	ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ด้านซ้าย) และจังหวัดกระบี่ (ด้านขวา) ปี 2559-2561	55
1.1-4	ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทาน ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดชลบุรี (ด้านซ้าย) และจังหวัดตราด (ด้านขวา) ปี 2559-2561	56
1.2-1	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช	58
1.2-2	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง	58
1.2-3	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 1/2559 ม. 5 ต.ไทรขึง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี (ด้านซ้าย) และ 2/2559 ม. 5 ต.เพหลา อ.คลองท่อม จ.กระบี่ (ด้านขวา)	59
1.2-4	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 3/2559 ม.8 ต.สลุย อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร (ด้านซ้าย) และ 4/2559 ม.4 ต.เสาเภา อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช (ด้านขวา)	59
1.2-5	สภาพแวดล้อมการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 5/2559 ม.7 ต.คุระ อ.คุระบุรี จ.พังงา (ด้านซ้าย) และ 6/2559 ม. 7 ต.กะลาเส อ.สิเกา จ.ตรัง (ด้านขวา)	59
1.2-6	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 7/2559 ม.4 ต.นิคมพัฒนา อ.มะนัง จ.สตูล (ด้านซ้าย) และ 8/2559 ม.8 ต.ลำเลียง อ.กระบุรี จ.ระนอง (ด้านขวา)	60
1.2-7	ความเป็นกรดด่างของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 5.5)	63
1.2-8	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะจังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)	64
1.2-9	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	66
1.2-10	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	67
1.2-11	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	69

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.2-12	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	70
1.2-13	ความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)	71
1.2-14	ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)	72
1.2-15	ปริมาณไนโตรเจนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	74
1.2-16	ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	75
1.2-17	ปริมาณโพแทสเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	76
1.2-18	ปริมาณแมกนีเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	77
1.2-19	ปริมาณแคลเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	78
1.2-20	ปริมาณโบรอนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	79
1.2-21	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์านี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)	80
1.2-22	ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)	81
1.2-23	ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)	82

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.2-24	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2559-2562	84
1.2-25	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2559-2562	84
1.2-26	ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2562	85
1.2-27	ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง	85
1.2-28	ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation efficient; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี	86
1.3-1	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร งานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอบ่อไร่ และอำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด และอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี	93
1.3-2	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพานและบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	94
1.3-3	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 1/2560 บ้านบ่อไพร ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พิกัด 47P 546150 1217236 และ 2/2560 บ้านนามกุย ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พิกัด 47P 476150 1606348	94
1.3-4	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 3/2560 บ้านหนองใหญ่ ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พิกัด 47P 756394 1454817 และ 4/2560 บ้านเนินทราย อำเภอเมือง จังหวัดตราด พิกัด 47Q 283744 136143	94
1.3-5	ความเป็นกรดด่างของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอบ่อไร่-เมืองตราด จังหวัดตราด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพาน-บางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 5.5)	96
1.3-6	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอบ่อไร่-เมืองตราด จังหวัดตราด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพาน-บางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)	97
1.3-7	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	97
1.3-8	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	98
1.3-9	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	99
1.3-10	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	99

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.3-11	ความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียม เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)	100
1.3-12	ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)	101
1.3-13	ปริมาณไนโตรเจนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	101
1.3-14	ปริมาณฟอสฟอรัสในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	102
1.3-15	ปริมาณโพแทสเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	103
1.3-16	ปริมาณแมกนีเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	104
1.3-17	ปริมาณแคลเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	104
1.3-18	ปริมาณโบรอนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง	105
1.3-19	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)	105
1.3-20	ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)	106
1.3-21	ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)	106
1.3-22	ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) ประจวบคีรีขันธ์ (PKN) และกาญจนบุรี (KRI) โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี	107
1.3-23	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563	108
1.3-24	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563	108
1.3-25	ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563	109
1.3-26	ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2560-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN	109

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.4-1	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี และอำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร อำเภอเชียงคาน ท่าลี่และเอราวัณ จังหวัดเลย และอำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี	115
1.4-2	สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 6/2560 บ้านใหม่โพธิ์ชัย ตำบลนาหนัง อำเภอโพนพิสัย หนองคาย พิกัด 48Q 303757 1982810 พีดอน 7/2560 บ้านดอนอุดม ตำบลโนนสมบูรณ์ อำเภอเมือง บึงกาฬ พิกัด 48Q 357075 2023549 พีดอน 8/2560 บ้านเหล่าอุดม ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอบ้านดุง อุดรธานี พิกัด 48Q 318801 1971290 พีดอน 9/2560 บ้านดงหม้อทอง ตำบลดงหม้อทองใต้ อำเภอบ้านม่วง สกลนคร พิกัด 48Q 335172 1984610 และพีดอน 10/2560 บ้านเหล่าอุดม ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอบ้านดุง อุดรธานี พิกัด 48P 503990 1688774	116
1.4-3	ความเป็นกรดด่างสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 5.5)	118
1.4-4	ปริมาณอินทรียวัตถุสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)	119
1.4-5	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	120
1.4-6	ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	121
1.4-7	ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	122
1.4-8	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	123
1.4-9	สมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียมสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)	124
1.4-10	สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)	125
1.4-11	ปริมาณไนโตรเจนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	126
1.4-12	ปริมาณฟอสฟอรัสในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	127
1.4-13	ปริมาณโพแทสเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	128
1.4-14	ปริมาณแมกนีเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	129

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.4-15	ปริมาณแคลเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	130
1.4-16	ปริมาณโบรอนในใบของจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)	131
1.4-17	อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)	132
1.4-18	ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)	133
1.4-19	ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี(UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)	134
1.4-20	ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN) โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี	135
1.4-21	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563	136
1.4-22	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลยและอุบลราชธานี ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563	137
1.4-23	ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลยและอุบลราชธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2562 และค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562)	138
1.5-1	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอเวียงเชียงรุ้ง-พญาเม็งราย จังหวัเชียงราย (ซ้าย) และอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน (ขวา)	149
1.5-2	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอศรีสัชนาลัย-ทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (ซ้าย) และอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก (ขวา)	149
1.5-3	พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี (ซ้าย) และอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี (ขวา)	150
1.5-4	ค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพอากาศรายเดือน 30 ปี (พ.ศ. 2531-2560) อุณหภูมิต่ำสุด (a) อุณหภูมิสูงสุด (b) ความชื้นสัมพัทธ์ (c) ค่าระเหยน้ำ (d) และปริมาณน้ำฝน (e) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัยและพิษณุโลก	151
1.5-5	ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดเชียงราย (CRI; a) น่าน (NAN; b) สุโขทัย (STI; c) พิษณุโลก (PHS; d) อุทัยธานี (UTE; e) และสระบุรี/ปทุมธานี (PTI; f) โดย CRI NAN SKT PHS คำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี และ UTE PTI คำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 10 ปี	152

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
1.5-6	สัดส่วนของกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 ปี และ 5-8 ปี ในจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัยและพิษณุโลก	157
2.1-1	ผลผลิตเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตอ้อยรายจังหวัด ที่เก็บผลผลิตช่วงปีการผลิต 2559/60	158
2.1-2	ปริมาณฝนใช้การ-ความชื้นดินเฉลี่ยที่เป็นประโยชน์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และปริมาณน้ำชลประทานและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัดที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60	159
2.1-3	ค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61	159
2.1-4	ความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กับผลผลิตอ้อย (a) และค่า green water (b) และค่า blue water (c) ที่ปลูกแบบให้น้ำชลประทาน ในปี 2559/2560	160
2.1-5	ความสัมพันธ์ของค่า blue water กับผลผลิตอ้อยที่ปลูกแบบให้น้ำชลประทาน ในปี 2559/2560	161
2.2-1	พื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2559/60 และเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในคาบ 30 ปี (2522-2551) และตำแหน่งแปลงเก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยที่นำมาใช้คำนวนค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	162
2.2-2	ผลผลิตเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตอ้อยรายจังหวัด ที่เก็บตัวอย่างในช่วงปีการผลิต 2559/60–2560/61	162
2.2-3	ปริมาณฝนใช้การและความชื้นดินเฉลี่ยที่เป็นประโยชน์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61	163
2.2-4	ค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61	163
2.2-5	ความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กับผลผลิตอ้อยที่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน (a) และความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กับปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินที่อ้อยนำไปใช้ได้ (b) ในช่วงระหว่างการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต	164
3.1-1	ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังพันธุ์ CMR43-8-89 และการลดลงของผลผลิตที่นครราชสีมา (a) ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังพันธุ์ CMR43-8-89 และ CMR35-22-166 ที่กำแพงเพชร (b-c) และผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 86-13 ที่ จ.ระยอง (d-e)	166
3.1-2	ปริมาณน้ำฝน ฝนใช้การและความต้องการน้ำของมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างกัน	167
3.1-3	ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างกัน (a) และผลผลิตหัวสดและขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มันสำปะหลัง (b)	168
3.1-4	ผลผลิตหัวสดและขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มันสำปะหลัง	168
3.2-1	การใช้พันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกรปีเพาะปลูก 2560/61-2563/64	170
3.2-2	ร้อยละของช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในแต่ละเดือนเฉลี่ยของเกษตรกร 26 จังหวัด ในปีการเพาะปลูก 2560/61- 2563-64	171
4.1-1	ปริมาณการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม	184
4.1-2	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	186

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่		หน้า
4.1-3	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	187
4.1-4	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด	188
4.1-5	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัท อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด	189
4.1-6	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัท ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด	190
4.1-7	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด	191
4.2-1	ปริมาณการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม	195
4.2-2	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	196
4.2-3	การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	197
4.2-4	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด	198
5.1-1	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกาแฟโรบัสตา 3 จังหวัดหลักที่เป็นแหล่งปลูกกาแฟโรบัสตา(ปี พ.ศ.2556-2560)	204
5.2-1	เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกานายสุทธินัย เยลูกูและนายอิน เยลูกู และสภาพแปลงปลูกกาแฟอะราบิกา (ภาพขวา) ต.ห้วยชมภู อ.เมือง จ.เชียงราย	209
6.3-1	การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) และปริมาณฝน (Precipitation) เฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดน่าน ตากและเพชรบูรณ์	217
6.3-2	ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation effective: Peff) ความต้องการน้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Crop Water Requirement: CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requirement: IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์	218
6.3-3	ปริมาณฝนใช้การ (Peff.) และความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) รวมของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์ เฉลี่ยจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563)	218
6.4-1	การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) และปริมาณฝน (Precipitation) เฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเลย นครราชสีมาและชัยภูมิ	220
6.4-2	ความต้องการน้ำ (CWR) ปริมาณฝนใช้การ (Peff) และความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ	221
6.4-3	ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation effective: Peff.) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requriment: IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเลย นครราชสีมาและชัยภูมิ และปริมาณน้ำที่เกษตรกรใช้ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดเลย เดือนธันวาคม-มีนาคม	222
7.1-1	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มา และแบบคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อย	229
7.2-1	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาและแบบคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อย	236

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1-1	ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน (ลิตรต่อเมล็ด) 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561	52
1.1-2	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลิตรต่อเมล็ด) ของการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561	52
1.1-3	ปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561	53
1.1-4	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น) 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561	54
1.1-5	การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561	54
1.2-1	เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2558 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคใต้	56
1.2-2	จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 209 แปลง	57
1.2-3	สมบัติทางกายภาพของชุดดินที่ศึกษา	60
1.2-4	ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 190 แปลง ใน 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2561	87
1.2-5	ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2559-2562 ที่ผ่านมา	88
1.2-6	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-3 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2559-2561 ที่ผ่านมา	91
1.3-1	เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2559 และ 2562 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคตะวันออกและตะวันตก	93
1.3-2	จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 89 แปลง	93
1.3-3	ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 91 แปลง ใน 4 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ในปี 2562	110
1.3-4	ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 8 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ในปี 2560-2563 ที่ผ่านมา	111
1.3-5	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 4 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ในปี 2560-2563 ที่ผ่านมา	112
1.4-1	เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2559 และ 2562 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	114
1.4-2	จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 130 แปลง ในจังหวัดหนองคาย (NKI) บึงกาฬ (BKN) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)	114
1.4-3	ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ 142 แปลง ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2562	140
1.4-4	ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปีงบประมาณ 2560-2563	141

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่		หน้า
1.4-5	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563	142
1.4-6	บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563	143
1.4-7	เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563	145
1.4-8	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-3 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2560-2563	147
1.5-1	เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน(ไร่) ปี 2560 และ 2564 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล(ราย)ในเขตภาคเหนือและภาคกลาง	148
1.5-2	จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 135 แปลง ในจังหวัดเชียงราย (CRI) น่าน (NAN) สุโขทัย (STI) พิษณุโลก (PLK) อุทัยธานี (UTI) และปทุมธานี (PTE)	148
1.5-3	ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 135 แปลง ใน 6 จังหวัดภาคเหนือและภาคกลางปี 2561	153
1.5-4	ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 6 จังหวัดภาคเหนือและภาคกลาง ปีงบประมาณ 2561-2563	154
1.5-5	ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำชลประทาน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ไม่ให้ผลผลิตของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ปี 2561-2564	156
1.5-6	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ มากกว่า 12 ปี และเฉลี่ย 4 ช่วงอายุ ของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ปี 2561	156
1.5-7	ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย ระหว่างปี 2561-2564 ของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี	157
3.2-1	การใช้พันธุ์มันสำปะหลังรายจังหวัดปีการเพาะปลูก 2560/61-2563/64	169
3.2-2	ช่วงเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเฉลี่ยเป็นเดือน(ต่ำสุด สูงสุด)ของเกษตรกร 26 จังหวัด ปีการเพาะปลูก 2560/61-2563/64	172
3.2-3	ผลผลิตหัวสด ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยและ WF_{green} WF_{blue} WF_{grey} และ WP ของการปลูกมันสำปะหลัง 26 จังหวัด ปีการผลิต 2560/61-2563/64	174
3.3-1	คุณภาพผลผลิตหัวสดเฉลี่ย ปริมาณน้ำใช้ในการผลิตแป้งมัน ประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพแป้งมันดิบ	**176**
3.3-2	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังแบบไม่รวมการได้มาของผลผลิตมันสำปะหลัง และแบบรวมการได้มาของผลผลิตมันสำปะหลัง ของโรงงานผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังในจังหวัดอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว	177
4.1-1	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน	181
4.1-2	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	182
4.1-3	ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	183
4.1-4	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี	183
4.1-5	ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	183

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่		หน้า
4.1-6	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด)	184
4.1-7	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด	185
4.2-1	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน	192
4.2-2	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	193
4.2-3	ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	194
4.2-4	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี	194
4.2-5	ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	194
4.2-6	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด)	195
4.2-7	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด	195
4.3-1	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตันของบริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันพืช จำกัด	198
4.3-2	ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	199
4.3-3	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี	199
4.3-4	ปริมาณน้ำทางอ้อม (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์) ที่ใช้ในการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	200
4.3-5	ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) ที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จาก 15 จังหวัด วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแต่ละจังหวัด ปริมาณทะลายปาล์มน้ำมันทั้งหมดที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน 1 ตัน และทะลายปาล์มน้ำมันทั้งหมดในแต่ละจังหวัด	201
5.1-1	เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ของกาแฟรายจังหวัด ปี 2556-2560	202
5.1-2	เนื้อที่ ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ของกาแฟเป็นรายจังหวัด ปี 2556 - 2560	202
5.1-3	ค่าคายระเหยน้ำ และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นต์กรีนและบลูของการปลูกกาแฟโรบัสตา	203
5.1-4	ปริมาณการใช้ปุ๋ยและปริมาณน้ำที่ต้องการเพื่อเจือจางการละล้างปุ๋ยที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ	204
5.1-5	ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกาแฟโรบัสตาใน 3 จังหวัดผลิตหลัก (ปี พ.ศ. 2556 – 2560)	204
5.2-1	ปริมาณใช้น้ำในการผลิตต้นกล้ากาแฟ	205
5.2-2	การใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟ ในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่	206
5.2-3	ข้อมูลพืชกาแฟสำหรับนำเข้าโปรแกรม CROPWAT8.0	206
5.2-4	ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือนของจังหวัดเชียงราย	207
5.2-5	ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่	207
5.2-6	ค่าการคายระเหยน้ำ กรีนและบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่	208
5.2-7	การใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อเจือจางการชะล้างปุ๋ยในแหล่งน้ำ ของจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่	208
5.2-8	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่	209
6.1-1	ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้งที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562	210
6.1-2	ขนาดฝัก ความยาวฝัก ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือกของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562	210
6.1-3	กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562	210

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่		หน้า
6.1-4	ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้งที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563	212
6.1-5	ขนาดฝัก ความยาวฝัก ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือกของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563	212
6.1-6	กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563	212
6.1-7	กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 และผลผลิตเมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563-2564	214
6.2-1	ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกมาตรฐาน จำนวนฝักมาตรฐาน ความสูงต้น ความสูงฝักของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อให้น้ำในอัตราที่ต่างกัน ในฤดูแล้ง 2563	215
6.2-2	พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง ความสูงต้น ความสูงฝักของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อมีการให้น้ำในอัตราที่ต่างกัน ในฤดูแล้ง 2563	215
6.2-3	ความยาวฝัก ความกว้างฝัก วันออกดอก และวันออกไหมของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อมีการให้น้ำในอัตราที่ต่างกัน ในฤดูแล้ง 2563	215
6.2-4	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนและผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนทั้งเปลือก	216
6.3-1	กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเฉลี่ยจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์	219
6.3-2	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์	219
6.4-1	กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในจังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ	222
6.4-2	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยในจังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ	222
7.1-1	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย	223
7.1-2	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม	225
7.1-3	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	227
7.1-4	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลทรายในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	227
7.1-5	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ	227
7.1-6	ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย	228
7.1-7	ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย	228
7.1-8	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมและคิดรวมการได้มาของอ้อย	228
7.2-1	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย	230
7.2-2	บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม	232
7.2-3	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ	233
7.2-4	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลทรายในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	233
7.2-5	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ	234
7.2-6	ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย	234
7.2-7	ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย	235
7.2-8	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย และแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย	235

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>พันธกิจ</u>

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย

2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์

4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	ชื่อแผนงานที่ได้รับอนุมัติ	งบประมาณ (บาท)
P7. โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และการเกษตร	แผนงานที่ 9: การพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ	

กรมวิชาการเกษตร

P13. นวัตกรรมสำหรับเศรษฐกิจฐานรากและชุมชนนวัตกรรม	แผนงาน: วิจัยและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการผลิตพืช	.....
P7. โจทย์ท้าทายด้านทรัพยากร สิ่งแวดล้อม และการเกษตร	ชุดโครงการ : ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย	.....
P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ	โครงการ: วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ	10,266,389
รวมทั้งสิ้น		**10,266,389**

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ในช่วงที่ผ่านมาประเทศไทยต้องเผชิญหน้ากับสถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบค่อนข้างรุนแรงกับการพัฒนาประเทศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น สภาพภูมิอากาศแปรปรวนโดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัวของฝนที่เปลี่ยนแปลงไป ล้วนแต่สร้างความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงความมั่นคงทางอาหารและพลังงานของโลกโดยความต้องการพืชพลังงานสินค้าเกษตรและอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มประชากรโลกและการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานในอนาคตประกอบกับความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะน้ำท่วมภัยแล้งการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองไม่คุ้มค่าและปริมาณของเสียที่เพิ่มขึ้นกระทบต่อฐานการผลิตภาคเกษตรอย่างไรก็ตามถึงแม้ประเทศไทยจะมีความมั่นคงด้านอาหาร แต่ต้องมีนโยบาย มาตรการเพื่อควบคุม เฝ้าระวังและลดผลกระทบที่เกิดจากจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและควรมีนโยบายระดับประเทศในการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบเนื่องจากทรัพยากรน้ำที่เคยมีมากเกินพอมีแนวโน้มค่อนข้างจำกัดลง โดยต้องมีการจัดสรรให้มีความสมดุลระหว่างภาคเกษตรกรรมภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน โดยเฉพาะการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นฐานรายได้หลัก รัฐบาลควรมีนโยบายและเร่งรัดให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศและเป็นฐานที่มั่นคงในการพัฒนาประเทศ

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

จากผลกระทบในการใช้น้ำของสินค้าและบริการที่เกิดขึ้น และนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น Hoekstra (2011) จึงได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการกระตุ้นหรือการส่งเสริมให้ผู้ใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้นโดยมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตรูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้นคือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint, WF)

กรมวิชาการเกษตร

ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้มองเห็นภาพการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ โดยคำนวณปริมาณการใช้น้ำ จากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบ ด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยแต่ละประเภทพิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน

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

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

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

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า ทั่วโลกประสบกับภาวะโลกร้อน ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในหลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนการขยับเลื่อนของฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งมีค่าสูงขึ้นทุกปีรวมถึงการเปลี่ยนแปลงความถี่และความรุนแรงของสภาวะอากาศ เป็นต้น ส่งผลให้ระบบนิเวศได้รับผลกระทบและมีผลกระทบต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันซึ่งให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ดังนั้นการที่จะให้ปาล์มน้ำมันแสดงออกถึงศักยภาพของพันธุ์ได้อย่างเต็มที่ทั้งการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต การรักษาระดับการให้ผลผลิตสูงได้เป็นเวลานานอย่างยั่งยืน ตลอดถึงการลด

กรมวิชาการเกษตร

ต้นทุนการผลิตจึงต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมและคุ้มค่า เช่น มีการจัดการน้ำที่ดี การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

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

กิจกรรมที่ 2: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปีการผลิต 2555/56 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งประเทศ 9.5 ล้านไร่ กระจายอยู่ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2556) และมีแนวโน้มมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจากนโยบายของรัฐบาลที่จะปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวที่ไม่เหมาะสมมาปลูกอ้อยทดแทน พื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมดปลูกอยู่บนชุดดินที่มากกว่า 200 ชุดดิน และมีสภาพอากาศที่แตกต่างกันโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 800-2,400 มิลลิเมตรต่อปี เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่จำกัดที่ไม่สามารถควบคุมได้มีหลากหลาย ส่งผลให้การจัดการมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิสังคมและข้อจำกัดทางทุนทรัพย์ โดยเฉพาะการจัดการเรื่องน้ำ วิธีการที่ช่วยในการคำนวณการใช้น้ำของอ้อยวิธีหนึ่งคือ water footprint (WF) ซึ่งมีการคำนวณผลรวมของการใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำจากธรรมชาติ เช่น น้ำฝน (green water) แหล่งน้ำชลประทาน (blue water) และน้ำที่ใช้บำบัดของเสียจากการใช้ปุ๋ยเคมี (gray water) จากรายงานของ Gerbens-Leenes และ Hoekstra (2012) พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้น้ำสำหรับผลิตอ้อย 209 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย ขณะที่ Ratchayuda และ Sate (2012) พบว่า water footprint ของอ้อยที่ปลูกภาคเหนือของไทยมีค่า 226 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย และเจษฎา (2553) ที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า อ้อยต้องการน้ำ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อตันอ้อย หรือเป็นปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด 12,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อฤดูปลูก (คิดที่ผลผลิต 100 ล้านตันต่อปี) ในขณะที่ประเทศไทยมีแนวโน้มของการผลิตอ้อยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของโรงงานน้ำตาล แต่การศึกษาการใช้น้ำสำหรับการผลิตอ้อยในประเทศยังไม่ครอบคลุม จึงมีความจำเป็นต้องหาปริมาณน้ำสำหรับการผลิตอ้อยของทั้งประเทศเพื่อการวางแผนการผลิตเช่น การเลือกใช้พันธุ์ พื้นที่ปลูก รวมถึงการจัดการน้ำในแต่ละแหล่งปลูกเพื่อให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมที่ 3: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญของประเทศไทย สร้างรายได้ให้ประเทศจากการส่งออกทั้งในด้านวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังปีละ 5-9 หมื่นล้านบาท และมีความสำคัญต่อเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังไม่น้อยกว่า 550,000 ครัวเรือน การปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยในปี 2559 มีเนื้อที่เพาะปลูก 9,312,827 ไร่ ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.43 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ยังอาศัยน้ำฝน ซึ่งการปลูกในพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเดือน

กรมวิชาการเกษตร

เมษายนถึงปลายพฤษภาคม พื้นที่ปลูกมากกว่า 50 จังหวัด กระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4,867,737 ไร่ ภาคกลางและภาคตะวันออก 2,347,731 ไร่ และภาคเหนือ 2,097359 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังจะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมัน ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องเช่น อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหาร สารความหวาน ผงชูรส กระดาษ สิ่งทอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มความต้องการมันสำปะหลังเพื่อผลิตพลังงาน และผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ไบโอพลาสติก และกรดแล็กติก โดยความต้องการใช้ภายในประเทศแต่ละปีประมาณร้อยละ 20-25 ที่เหลืออีกร้อยละ 75-80 ใช้เพื่อส่งออก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ค่อนข้างทนแล้งสามารถปรับตัวกับสภาพพื้นที่ได้กว้าง ขั้นตอนการปลูกและดูแลรักษาไม่ยุ่งยากเหมือนพืชอื่น ช่วงปลูกและอายุการเก็บเกี่ยวมีความยืดหยุ่น จึงเป็นพืชหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูก แต่ผลผลิตของมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ยังให้ผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ การให้น้ำในระบบการผลิตมันสำปะหลังจะช่วยยกระดับผลผลิตได้ และจากสภาพภูมิอากาศที่ร้อนและแห้งแล้งในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา ทำให้ระบบการผลิตของมันสำปะหลังเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นการปลูกล่าช้าออกไป ระยะเวลาในการเจริญเติบโตลดลง หรือปลูกแล้วกระทบแล้งทั้งในระยะแรก และระยะการเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตลดลงหลายพื้นที่ที่มีสภาพเอื้ออำนวยจึงพัฒนาระบบการให้น้ำนำมาใช้ในมันสำปะหลังเช่น พื้นที่กำแพงเพชร บุรีรัมย์ และนครราชสีมา มันสำปะหลังแม้เป็นพืชที่ปลูกได้ดีในสภาพแห้งแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่อื่น แต่มันสำปะหลังจะให้ผลผลิตตามศักยภาพได้ต้องการน้ำในการผลิตตลอดฤดูปลูกเช่นกัน สุดชล และคณะ (2558) รายงานว่า มันสำปะหลังให้ผลผลิตเต็มที่เมื่อได้รับน้ำ 1,000 มิลลิเมตรต่อฤดูปลูก (12 เดือน) และมีความต้องการน้ำมากระหว่างเดือนที่ 4-8 ซึ่งปกติการปลูกมันสำปะหลังจะได้รับน้ำฝน 5-6 เดือน จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตไม่ดีและผลผลิตต่ำ เนื่องจากผลกระทบจากการขาดน้ำและการกระจายตัวของน้ำฝน ซึ่งการจัดการน้ำอย่างถูกต้องและเหมาะสมจะช่วยเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้อย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามสถานการณ์ของโลกในปัจจุบันกำลังเผชิญกับปัญหาการแย่งชิงทรัพยากรน้ำ หลายประเทศจึงใช้ค่ารอยเท้าของน้ำในการผลิตพืชและผลิตภัณฑ์รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือกีดกันทางการการค้า มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ทั้งด้านอาหาร อุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ และพลังงาน การศึกษารอยเท้าของน้ำในการผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นต้นน้ำของอุตสาหกรรมหลายประเภทดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำที่เหมาะสม และเพื่อรองรับมาตรการกีดกันทางการค้าในประชาคมโลก

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

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการให้ผลผลิตน้ำมันเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ โดยปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกพืชน้ำมันทั้งหมด (1,618 ล้านไร่) แต่ให้น้ำมันสูงถึง 39 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วเหลืองมีพื้นที่ปลูกสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลิตน้ำมันได้เพียง 22 เปอร์เซ็นต์ และ การผลิตน้ำมันปาล์มโลก มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น 7.02 เปอร์เซ็นต์ต่อปี โดยในปี 2557 ประเทศผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีการผลิตน้ำมันปาล์มดิบสูงถึง 59.30 ล้านตัน โดยประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียผลิตน้ำมันปาล์มดิบในสัดส่วน 52.28 และ 33.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือประเทศไทยมีสัดส่วน 3.63 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนแบ่งการผลิตที่สูงถึง 39 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต่างประเทศเริ่มมีนโยบายหรือมาตรการต่างๆ ที่ใช้จำกัดการนำเข้า เช่น การใช้มาตรการต่างๆ ในกลุ่ม Footprint ซึ่งประกอบด้วย Carbon Footprint, Water Footprint และ Ecological

กรมวิชาการเกษตร

Footprint เพื่อให้สินค้าอย่างเช่น น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มบรรจุขวด หรือเนยเทียม มีการติดฉลากรอยเท้าคาร์บอน หรือรอยเท้าน้ำ รวมถึงการมุ่งให้ประเทศผู้ผลิตมีการคำนึงถึงหรือมีความตระหนักในการจัดการการผลิตทั้งสินค้าและบริการให้มีความมั่นคงและยั่งยืน และสามารถใช้ทรัพยากรที่มีค่อนข้างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งต้องใช้นโยบายการบริหารจัดการน้ำหรือการจัดการด้านนิเวศ ที่ต้องมีข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือสินค้า หรือบริการนั้นๆ เพื่อประกอบการจัดทำนโยบาย

กิจกรรมที่ 5 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

กาแฟเป็นพืชเครื่องดื่มหลักที่สำคัญของโลก เมล็ดกาแฟนอกจากจะเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเครื่องดื่มแล้วยังสามารถสร้างรายได้แก่ประเทศที่นำเข้าเมล็ดกาแฟเพื่อแปรรูปในการส่งออกอีกด้วย ในปี 2556 โลกมีผลผลิตกาแฟรวม 8.78 ล้านตัน พื้นที่การผลิตอยู่ในประเทศแถบเส้นศูนย์สูตรโดยมีผู้ผลิตหลักได้แก่ ประเทศบราซิล และเวียดนาม (3.2 และ 1.5 ล้านตัน ตามลำดับ) มีผู้นำเข้าสำคัญคือ สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา (2.6 และ 1.3 ล้านตัน ตามลำดับ) สำหรับประเทศไทยแหล่งผลิตกาแฟโรบัสตาอยู่ในภาคใต้ โดยผลผลิตกาแฟโรบัสตามีปริมาณลดลง ขณะที่ความต้องการวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศไทยมีผลผลิตกาแฟ 78,020 ตัน ในปี 2539 และลดลงลงเหลือ 26,489 ตัน ในปี 2558 เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกลดลง ต้นกาแฟส่วนใหญ่มีอายุมาก ขาดการดูแล ประกอบกับปี 2557ประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งติดต่อกันยาวนาน ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผลผลิตกาแฟโรบัสตาในปี 2558 ลดลงมาก ประเทศไทยจึงนำเข้าเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้นสูงกว่าปี 2557 ถึง 10 เท่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟทั้งทางด้านการผลิต การแปรรูป และได้เปรียบเรื่องการส่งออกเนื่องจากที่ตั้งของประเทศเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียน แต่ปัญหาจากความผันผวนของปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถป้องกันและแก้ไขได้จากการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม ประเทศที่มีความตื่นตัวเรื่องผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำส่วนมากเป็นประเทศที่มีการบริโภคกาแฟเป็นอันดับต้นๆ เช่น ประเทศต่างๆ ในกลุ่มสหภาพยุโรป กาแฟจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการวิเคราะห์ค่าวอตเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งผลิตหลักของโลกคือประเทศบราซิลซึ่งมีการผลิตกาแฟที่แตกต่างจากประเทศไทย จากยุทธศาสตร์กาแฟ ปี 2558-2562 ที่ต้องเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ AEC โดยมีเป้าหมายเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต พัฒนาคุณภาพสู่มาตรฐานสากลและเป็นศูนย์กลางการค้ากาแฟในอาเซียน ประกอบกับพื้นที่ปลูกกาแฟเป็นพื้นที่ที่มีพืชแข่งขันหลายชนิดเช่น ปาล์มน้ำมัน ยางพารา ไม้ผลไม้ยืนต้น เป็นต้น ซึ่งเป็นพืชคู่แข่งที่มีมูลค่าสูง ในการพัฒนาพืชกาแฟให้เป็นไปตามเป้าหมายของยุทธศาสตร์ การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และการศึกษาการใช้น้ำอย่างคุ้มค่าเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อให้กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ให้ความมั่นคงและความมั่งคั่งแก่ประเทศในอนาคต หากประเทศไทยทราบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟจะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนประกอบเพื่อพิจารณาการนำเข้าเมล็ดกาแฟต่อไป

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

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

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

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

ในปี 2561 จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด 3 อันดับในภาคเหนือได้แก่ เพชรบูรณ์ 866,907 ไร่ น่าน 663,099 ไร่ และตาก 559,897 ไร่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ นครราชสีมา 706,568 ไร่ เลย 483,580 ไร่ และชัยภูมิ

กรมวิชาการเกษตร

106,546 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562 ข.) ซึ่งจังหวัดเหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของเกษตรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีพื้นที่ปลูกรวมกันคิดเป็นร้อยละ 49.93 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ซึ่งเกษตรกรยังขาดข้อมูลปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือรอยเท้าน้ำของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจึงมีความสำคัญทำให้เราทราบถึงปริมาณการใช้น้ำที่แท้จริงของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่การเตรียมดิน กระทั่งการเก็บเกี่ยวและได้ผลผลิตเป็นเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้น้ำไปปริมาณเท่าใด ซึ่งจะทำให้สามารถนำไปปรับใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์สูงสุดต่อไป

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

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

อุตสาหกรรมน้ำตาลทรายขาวของประเทศไทยจัดเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้สูง และไทยยังเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลทรายติดอันดับ 1 ใน 5 ของโลก จากรายงานการผลิตน้ำตาลทรายทั่วประเทศในปี 2560/61 พบว่ามีโรงงานเปิดหีบทั้งหมด 54 โรงงาน มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาล 109.03 กิโลกรัมต่อตันอ้อย เมื่อเทียบกับปี 2559/60 ที่มีประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาล 107.9 กิโลกรัมต่อตันอ้อย หรือเพิ่มขึ้น 1.13 กิโลกรัมต่อตันอ้อย สามารถผลิตน้ำตาลได้ 14.7 ล้านตัน จากอ้อยเข้าหีบ 134.9 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 134,000 ล้านบาท ส่วนปริมาณกากน้ำตาลปี 2560/61 ผลิตได้ 5.49 ล้านตัน เพิ่มขึ้น 1.63 ล้านตันจากปี 2559/60 สำหรับปัจจัยที่มีผลทำให้สามารถผลิตน้ำตาลได้เพิ่มขึ้นมาจากคุณภาพผลผลิตอ้อยเข้าหีบอยู่ในเกณฑ์ดีมีค่าความหวานเฉลี่ย 12.48 ซี.ซี.เอส. และโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศได้เตรียมพร้อมด้านการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งถือเป็นตัวเลขที่สูงมาก ดังนั้นในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจึงมีการใช้น้ำในปริมาณมาก โดยทั้งภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมจัดเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2561)

การทราบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ทำให้เห็นภาพปริมาณการใช้น้ำจริงที่ซ่อนเร้นในการผลิตสินค้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และนำมาใช้ประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตสินค้าและบริการต่อการใช้ทรัพยากรน้ำ ซึ่งปัจจุบันถือเป็นเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้เพื่อประเมินมาตรฐานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วยซึ่งจะทำให้เข้าใจปัญหาการขาดแคลนน้ำ และมลภาวะทางน้ำได้ดียิ่งขึ้นรวมทั้งนำไปสู่วิธีการแก้ไขปัญหาที่เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตสินค้า และ Supply Chain ทั้งระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับงานบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายต่อไป

หลักการของการนำน้ำมาคิด เกิดขึ้นโดย Professor William Rees ได้วิจัยเกี่ยวกับด้านนิเวศวิทยา จึงได้กำหนดคำว่ารอยเท้านิเวศน์ (Ecological Footprint) มาใช้ในงานวิจัย โดยหลักการของรอยเท้านิเวศน์เป็นการประเมินความต้องการของมนุษย์ในแง่ต่าง ๆ ต่อระบบนิเวศน์ จนพัฒนามาเป็น รอยเท้าคาร์บอน (Carbon Footprint) ในช่วง พ.ศ. 2543 และในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเริ่มพัฒนามาเป็นคำว่า รอยเท้าน้ำ (Water Footprint) ที่แพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ส่วนใหญ่มี

การใช้น้ำและทำให้น้ำปนเปื้อน มลพิษต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมจภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคชุมชน ภาคครัวเรือน เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวจึงมีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและการกระตุ้นหรือการส่งเสริมให้ผู้ใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมได้เปลี่ยนแนวคิดให้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการรวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้นโดยมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตรูปแบบใหม่และเป็นรูปธรรมมากขึ้นคือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้เห็นภาพการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อน โดยมุ่งหวังที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาเพื่อไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การผลิตปาล์มน้ำมัน การผลิตน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของอ้อยและน้ำตาลทราย เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และหาแนวทางในการลดการใช้น้ำของการผลิตน้ำตาลทรายจากโรงงานอุตสาหกรรมเขตภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

4) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของกาแฟโรบัสตาและอะราบิกา เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการผลิตกาแฟอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนและใช้พิจารณาการนำเข้าเมล็ดกาแฟ

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

กรมวิชาการเกษตร

ขอบเขตการศึกษา

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

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

กิจกรรมที่ 2: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยโดยพิจารณาจากแปลงอ้อยที่ปลูกในเขตพื้นที่ที่ปลูกภายใต้สภาพปัจจัยการผลิตไม่จำกัด และภายใต้สภาพที่มีน้ำเป็นปัจจัยจำกัดจำนวน 12 จังหวัด เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นนโยบายในการกำหนดเขตพื้นที่ที่เหมาะสมและปรับปรุงการจัดการการผลิต

กิจกรรมที่ 3: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

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

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

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การศึกษาครั้งนี้มีการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในส่วนของน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยในส่วนของน้ำมันปาล์มดิบจะแบ่งเป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐาน โดยคัดเลือกโรงงานสกัดในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก และแบบหีบรวมซึ่งเป็นที่นิยมในโรงงานขนาดเล็กระดับชุมชนทั้งในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มใหม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงจุดด้อยในส่วนของการใช้

กรมวิชาการเกษตร

ทรัพยากรน้ำของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบทั้ง 2 แบบ และ/หรือเผยแพร่ระบบการจัดการน้ำในการบวนการสกัดน้ำมันปาล์มที่มีประสิทธิภาพสูง (ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ) ให้แก่โรงงานสกัดที่มีปัญหาในส่วนของการจัดการใช้น้ำสำหรับการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จะดำเนินการ 3 เขต คือ ภาคใต้, ภาคกลางและภาคตะวันออก

กิจกรรมที่ 5: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

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

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

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

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

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

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการผลิตน้ำตาลทรายในเขตภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการจัดการการใช้น้ำในขบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากของโรงงานอุตสาหกรรม และแบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอนคือ การสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้น การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย

นิยามศัพท์

รอยเท้าน้ำหรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) : การคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

แผนงานย่อยที่ 1: ศึกษาการปรับตัวและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อระบบการผลิตพืชในประเทศไทย

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 7 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (5 การทดลอง)

การทดลองที่ 1.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตเมล็ดงอก

1. สำรวจแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ และบริษัทเอกชนที่เพาะเมล็ดงอกและผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันจำนวน 3 บริษัท เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 5 แหล่ง

2. เก็บข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ การจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เก็บเกี่ยวทะลายถึงระยะเมล็ดงอกที่พร้อมลงเพาะในถุงเพาะกล้า

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue+ WFgrey) การผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการในแต่ละแหล่ง

ขั้นตอนที่ 2 การเพาะต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

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

2. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ บริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันของเอกชน และแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันในเขตภาคใต้-ภาคตะวันออก

การทดลองที่ 1.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 4 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสม (ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี มีการจัดการสวนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรทั้งการใส่ปุ๋ย การจัดการน้ำกรณีมีแหล่งน้ำ การจัดการวัชพืชและศัตรูพืชและการเก็บเกี่ยว) จำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด และไม่เหมาะสม (ไม่ทราบ

กรมวิชาการเกษตร

แหล่งที่มาของพันธุ์หรือใช้ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี แต่มีการจัดการสวนที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสมในบางด้านหรือหลายด้าน) จำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา (พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างน้อย 5 ไร่ต่อแปลง)

2. สำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง 4 จังหวัดและกำหนดสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่เหมาะสมจำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด และไม่เหมาะสมจำนวน 10 แปลงต่อจังหวัด เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

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

4.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออก/ตะวันตก

การทดลองที่ 1.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและภาคตะวันตก

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

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

3.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปทุมธานี และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออก/ตะวันตก

การทดลองที่ 1.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

กรมวิชาการเกษตร

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

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

4.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุดรธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเลย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การทดลองที่ 1.5 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

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

3.บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรอุทัยธานี และสวนปาล์มน้ำมันในเขตภาคกลางและภาคเหนือ

กิจกรรมที่ 2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 2.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

2. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสถานที่เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี โดยมีวิธีการเก็บ ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

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

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

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

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

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภทประกอบไปด้วย กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

- การบันทึกข้อมูล ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา ข้อมูลธาตุอาหารในใบอ้อย ปริมาณผลผลิตอ้อย ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 1 ตัน

การทดลองที่ 2.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

2. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดินก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสถานที่เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี โดยมีวิธีการเก็บ ดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพ เก็บเขตการผลิตละ 1 ตัวอย่าง (จำแนกเขตการผลิตโดยใช้อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน) โดยขุดหลุมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร จำแนกชั้นดินโดยสังเกตสีหรือเนื้อดิน บันทึกความหนาและสีแต่ละชั้น ใช้ชุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนดินและสว่านเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้น บริเวณกลางของแต่ละชั้น จำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 ชั้น โดยตัวอย่างที่ 1 ใช้วิเคราะห์ Bulk density และ Soil Moisture ตัวอย่างที่ 2 และ 3 วิเคราะห์ค่า Water content 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ระดับ (จุดอิ่มตัวของดิน ที่จุดความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวรของพืช) Soil hydraulic conductivity % sand silt and clay Soil texture

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

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

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

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

5. คำนวณ Water Footprint (WF) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภทประกอบไปด้วย กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้ อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

- การบันทึกข้อมูล ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา ข้อมูลธาตุอาหารในใบอ้อย ปริมาณผลผลิตอ้อย ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 1 ตัน

กิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง (3 การทดลอง)

การทดลองที่ 3.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

2. สำรวจและเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ ทำโปรไฟล์ดิน เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยเก็บตัวอย่างดินลึก 0-100 ซม.

3. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่และเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำแปลง

4. ปลูกและดูแลรักษาตามวิธีการให้น้ำต่าง ๆ ที่กำหนด และเก็บข้อมูลการดูแลปฏิบัติจริงในแปลง

กรมวิชาการเกษตร

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

6. สุ่มเก็บข้อมูลการหยั่งลึกของรากมันสำปะหลังและการกระจายของมันสำปะหลังที่ 1 2 3 และ 4 เดือน

7. เก็บตัวอย่างวัดการเจริญเติบโต พัฒนาการของมันสำปะหลังในช่วง 3, 6 เดือน และช่วงเก็บผลผลิต แยกเป็นส่วนลำต้น หัว ใบ และก้านใบ

- การบันทึกข้อมูล

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

การทดลองที่ 3.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล แปลงมันสำปะหลังของเกษตรกรในพื้นที่ 26 จังหวัด

การทดลองที่ 3.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจโรงงานแป้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล ตามกลุ่มกระบวนการการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

2. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลของโรงงานตั้งแต่กระบวนการในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบบละเอียด โดยการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ตลอดห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตจากจุดเริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีแบบละเอียด โดยการคำนวณหาปริมาณน้ำ ที่ใช้ตลอดห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตจากจุดเริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล โรงงานแป้งมันสำปะหลังในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคเหนือ

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน (3 การทดลอง)

การทดลองที่ 4.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก)

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล จำนวน 10 โรงงาน

2. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์ สำหรับกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบรวมถึงผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบที่ได้

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคตะวันออก

การทดลองที่ 4.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการโดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ข้อมูลที่ต้องการได้แก่ การผลิต การใช้สารเคมีในโรงงาน พลังงาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายออกโรงงาน ราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้ ระบบบำบัดน้ำเสีย การขนส่งปาล์มทะลาย การขนส่งสารเคมีและน้ำมันดีเซล (ตารางที่ 1) (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

ข้อมูลที่ต้องการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
ข้อมูลการผลิต			
1. ปริมาณทะลายปาล์มสดเข้าโรงงาน		ตันต่อปี	
2. ปริมาณผลปาล์มร่วงเข้าโรงงาน		ตันต่อปี	
3. ปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน		m^3 ต่อปี	
4. จำนวนวันทำงานของโรงงาน		วัน/ปี	
5. จำนวนชั่วโมงทำงาน		ชั่วโมง/วัน	
ข้อมูลการใช้สารเคมีทั้งหมดในโรงงาน			
1. ดินขาว		ก.ก.ต่อปี	
2. สารเคมี 1 คือ		ก.ก.ต่อปี	
3. สารเคมี 2 คือ		ก.ก.ต่อปี	
4. สารเคมี 3 คือ		ก.ก.ต่อปี	
5. สารเคมี 4 คือ		ก.ก.ต่อปี	
6. สารเคมี 5 คือ		ก.ก.ต่อปี	
ข้อมูลพลังงาน			
1. ปริมาณการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		หน่วยต่อปี	ข้อมูลจากบิลค่าไฟฟ้า
2. ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลภายในโรงงาน		ลิตรต่อปี	
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต			
1. ปริมาณ CPO		ตันต่อปี	

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลที่ต้องการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
2. ปริมาณ PKO		ตันต่อปี	กรณีที่โรงงานมีการผลิต
3. ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า		ตันต่อปี	
4. ปริมาณเส้นใย		ตันต่อปี	
5. ปริมาณกะลา		ตันต่อปี	
6. ปริมาณกากตะกอนดีแคนเตอร์		ตันต่อปี	
7. ปริมาณกากเมล็ดใน		ตันต่อปี	
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายออกโรงงาน			
1. ปริมาณ CPO		ตันต่อปี	
2. ปริมาณ PKO		ตันต่อปี	กรณีที่โรงงานมีการผลิต
3. ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า		ตันต่อปี	
4. ปริมาณเส้นใย		ตันต่อปี	
5. ปริมาณกะลา		ตันต่อปี	
6. ปริมาณกากตะกอนดีแคนเตอร์		ตันต่อปี	
7. ปริมาณกากเมล็ดใน		ตันต่อปี	
ข้อมูลราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้			
1. CPO		บาทต่อตัน	
2. PKO		บาทต่อตัน	
3. ทะลายปาล์มเปล่า		บาทต่อตัน	
4. เส้นใย		บาทต่อตัน	
5. กะลา		บาทต่อตัน	
6. กากตะกอนดีแคนเตอร์		บาทต่อตัน	
7. กากเมล็ดใน		บาทต่อตัน	
ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย			
1. ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน
2. ปริมาณน้ำทิ้ง		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน
3. ปริมาณน้ำดิบ		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน

2. การจัดทำบัญชีรายการ

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

สำหรับบัญชีรายการของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสารขาออก ได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ เมล็ดใน กะลา เส้นใย ทะลายปาล์มเปล่า กากตะกอนดีแคนเตอร์ น้ำเสีย

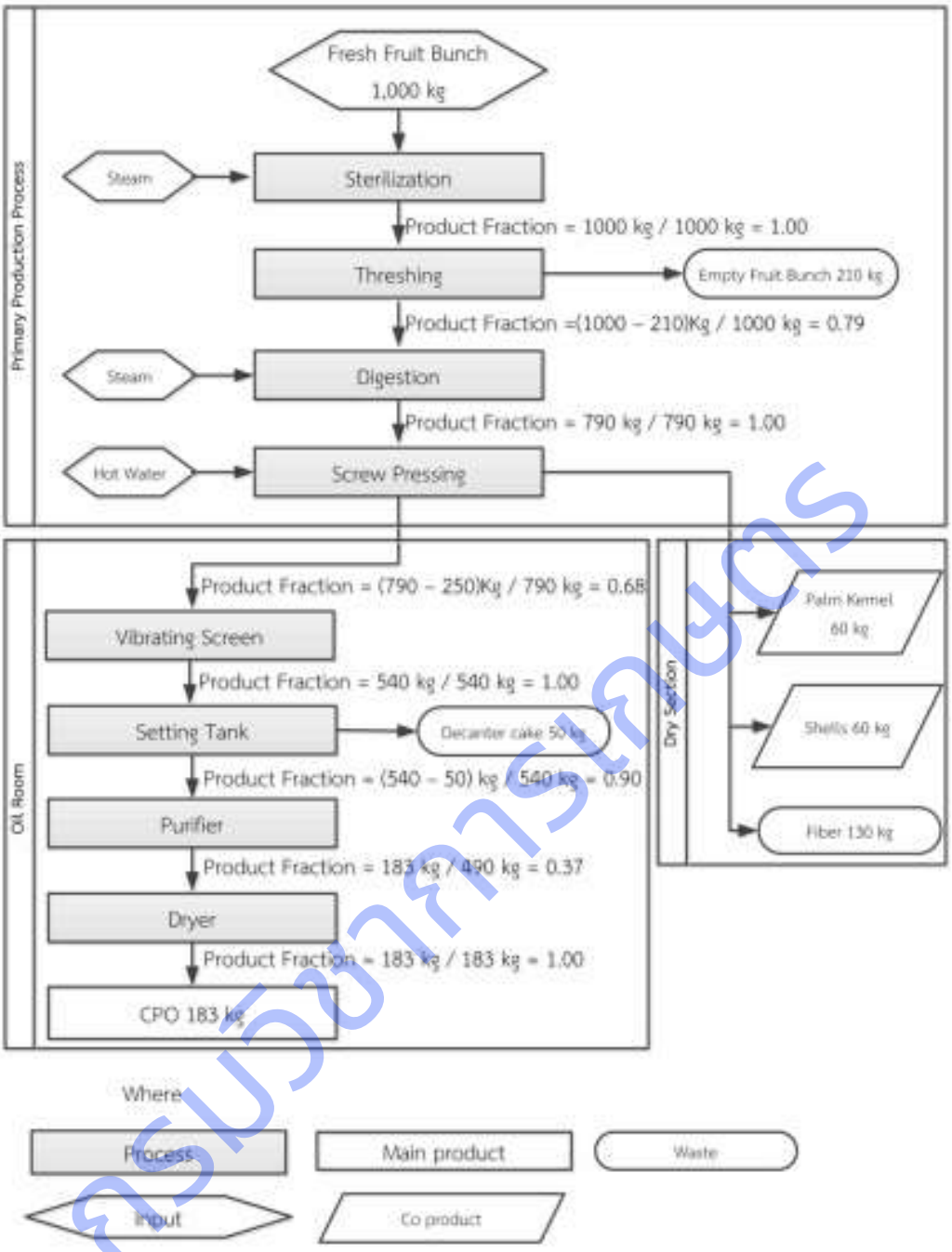
กรมวิชาการเกษตร

3. การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์

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

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

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1 การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี

ที่มา: Department of Alternative Energy Development and Efficiency, (2006)

4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

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

กรมวิชาการเกษตร

5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและไม่คิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งต้องการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

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

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

การทดลองที่ 4.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.สำรวจโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในเขตภาคใต้และภาคกลาง เพื่อคัดเลือกและขอความร่วมมือในการดำเนินการบันทึกข้อมูล จำนวน 5 โรงงาน

2. จัดเก็บข้อมูลของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในส่วนของการใช้น้ำ การจัดการระบบน้ำเสีย และการหมุนเวียนน้ำมาใช้ประโยชน์ สำหรับกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ถึงการบรรจุและส่งจำหน่าย

3.คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์แต่ละโรงงาน เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในเขตภาคใต้และภาคกลาง

กิจกรรมที่ 5: การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 5.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา

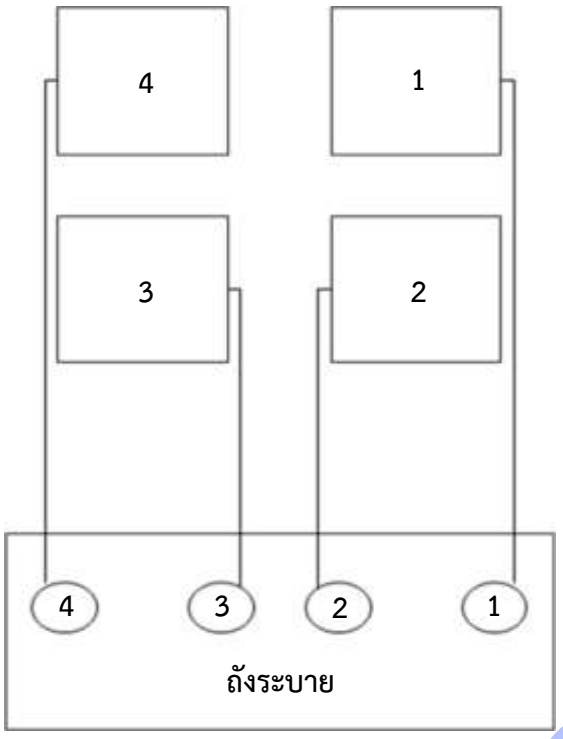
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟโรบัสตา

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

กรมวิชาการเกษตร

แผนผังถังทดลอง Lysimeter แบบ Percolation



☐ 1, 2, 3 และ 4 ถังปลูกพืช

○ 1, 2, 3 และ 4 ถังรับน้ำระบาย

กรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลองและการบันทึกข้อมูล

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

2. ศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆ โดยทำการเตรียมถังสำหรับปลูกพืชดังนี้

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

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

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินการคายระเหยน้ำและค่าชักนำปากใบของกาแฟโรบัสตา (2560-61)

แบบและวิธีการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการให้น้ำ

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 30 % AWC

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 40 % AWC

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 50 % AWC

กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำ 60 % AWC

โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือใส่ปุ๋ยตามแบบเกษตรกร

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

$$AWC = FC - PWP$$

ติดตั้งเครื่องมือต่างๆ ของสถานีตรวจวัดอากาศแบบอัตโนมัติ โดยมีเครื่องมือ ดังนี้

- เครื่องมือวัดความชื้นและอุณหภูมิของอากาศที่ 2 ระดับความสูง โดยทำการติดตั้งเครื่องมือที่ระดับความสูงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษาตามช่วงอายุของการเจริญเติบโต
- เครื่องมือวัดรังสีดวงอาทิตย์และรังสีสุทธิ (pyrheliometer และ net radiometer)
- เครื่องมือวัดความเครียดของน้ำในดิน (tensiometer) ที่ระดับความลึก 150 เซนติเมตร จำนวน 3 เครื่อง โดยทำการติดตั้งบริเวณใกล้หอคอย
- วัดความชื้นของดินด้วยเครื่องมือวัดความชื้นแบบ Probe (PR2) ที่ระดับความลึก 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 และ 100 เซนติเมตร
- เครื่องวัดปริมาณความร้อนที่เก็บสะสมไว้ในดิน (soil heat flux plate) ที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตร จำนวน 3 เครื่อง ใกล้หอคอย
- เครื่องมือวัดความเร็วลมและทิศทางลม (anemometer) โดยติดตั้งให้อยู่ตำแหน่งสูงสุดของหอคอย จำนวน 1 เครื่อง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- ข้อมูลการคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) นำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดทุก 1 นาที โดยเครื่องมือที่ติดตั้งขึ้นและผลรวมทุก 10 นาที จะถูกบันทึกลงในเครื่องเก็บรวบรวมข้อมูลอัตโนมัติ (meteorological data logger) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาค่าการคายระเหยน้ำจริง (ET)
- ข้อมูลการชักนำของปากใบพืช (stomatal conductance) ทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง porometer โดยค่าที่อ่านได้เป็นค่าความต้านทานของปากใบพืช (r_s) ซึ่งเป็นส่วนกลับของค่าการชักนำของปากใบพืช (gc) ซึ่งจะเป็นการคำนวณโดยตรงจากการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิผิวใบ อุณหภูมิอากาศ และอัตราการเคลื่อนที่ของอากาศ ในการตรวจวัดนั้นเริ่มทำการวัดในช่วงเวลาประมาณ 08.00 – 16.00 น. ในแต่ละรอบวันที่ทำการตรวจวัดเพื่อเป็นตัวแทนในช่วงการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล ดังนี้ อุณหภูมิผิวใบ (leaf temperature) อุณหภูมิอากาศ (air temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (photosymthetically active radiation) และค่าความต้านทานของปากใบพืช (stomatal resistance)
- ข้อมูลดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Leaf Area Index; LAI) เก็บด้วยเครื่อง Plant Canopy Analyser ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลตรงกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลการชักนำของปากใบพืช
- การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Water use efficiency, WUE),ประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของพืช (Irrigation water use efficiency, IWUE)

กรมวิชาการเกษตร

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

- เก็บตัวอย่างใบ วิเคราะห์การสะสมและการดึงดูดธาตุอาหารที่ระยะต่างๆ เช่น ก่อนออกดอก ช่วงออกดอก และระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

- เก็บตัวอย่างดินหลังปลูกในทุกกรรมวิธีเพื่อวิเคราะห์หาค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

การทดลองที่ 5.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา

วิธีการดำเนินการวิจัย

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

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

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

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

2. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

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

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 เทียบกับการคำนวณด้วยมือตามข้อมูลรายวัน

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ บริษัทเอกชน และแปลงเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือ 4 จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอนและน่าน

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด (4 การทดลอง)

การทดลองที่ 6.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดหวานในสภาพแปลงทดลองและไร่เกษตรกรในแหล่งปลูกของประเทศ เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 10 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

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

4. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการแปรรูปข้าวโพดหวานเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของบริษัทเอกชน

5. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

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

การทดลองที่ 6.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในสภาพแปลงทดลองและไร่เกษตรกรในแหล่งปลูกของประเทศ เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวน 9 จังหวัดในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

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

4. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของกระบวนการแปรรูปข้าวโพดฝักอ่อนเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเอกชนในแต่แห่ง

5. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

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

การทดลองที่ 6.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกรเขตภาคเหนือ เพื่อใช้ศึกษา 3 จังหวัด

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

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

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ไร่เกษตรกรเขตภาคเหนือ

การทดลองที่ 6.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1. สำรวจการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกรเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อใช้ศึกษา 3 จังหวัด

2. สอบถามและบันทึกข้อมูลการจัดการด้านต่างๆ ของกระบวนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตั้งแต่เตรียมดินปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

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

กรมวิชาการเกษตร

4. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาก่อนการศึกษา 30 ปีและในระหว่างการศึกษา

ขั้นตอนและการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล ไร่เกษตรกรเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย (2 การทดลอง)

การทดลองที่ 7.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

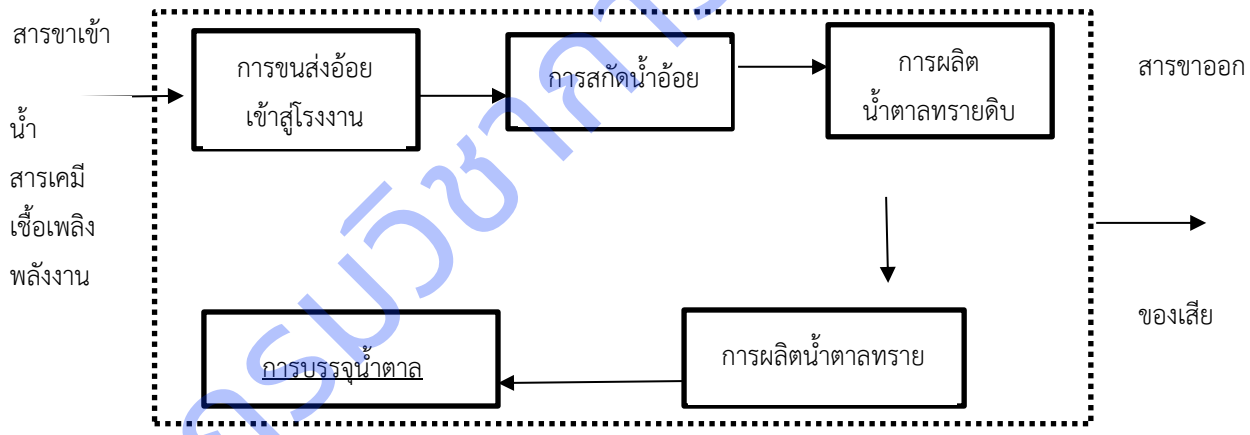
ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเขตหรือพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย จำนวนและที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นทำการคัดเลือกโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในเขตพื้นที่ภาคกลาง

2. การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารขาเข้าและออกของกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำ โดยบริษัทฯ ได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต น้ำตาลทราย ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำดังกล่าวมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์บลู ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจะนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์

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



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

การแปลผล (life Cycle interpretation) การวิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปผลที่ได้จากผลลัพธ์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิต น้ำตาลทรายขาวในรูปแบบของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 7.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล:

1.ศึกษาสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเขตหรือพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อย จำนวนและที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย จากนั้นทำการคัดเลือกโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารขาเข้าและออกของกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย การขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน

3. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคอุตสาหกรรม โดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำ โดยบริษัทฯ ได้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินมาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต น้ำตาลทราย ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำดังกล่าวมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์บลู ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวจะนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์

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

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

การแปลผล (life Cycle interpretation) การวิเคราะห์ผลการศึกษา สรุปผลที่ได้จากผลลัพธ์ของการทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของการผลิต น้ำตาลทรายขาวในรูปแบบของการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน โรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

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

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

กิจกรรมที่ 1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 1.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ขั้นตอนที่ 1 ระยะการผลิตเมล็ดงอก

จากการสำรวจและสัมภาษณ์เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจาก 5 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงาน A B C D และ E ดำเนินการเก็บข้อมูลซ้ำต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ปี โดยข้อมูลทั้ง 3 ปี พบว่า หน่วยงานที่ผลิตเมล็ดงอกทั้ง 5 หน่วยงานใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกต่อเมล็ดในอัตราที่ต่างกัน เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีขั้นตอนและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน (ตารางผนวกที่ 1) โดยหน่วยงาน D มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงที่สุดทั้ง 3 ปี โดยใช้น้ำน้อยที่สุดเท่ากันที่ 0.20 ลิตรต่อเมล็ด คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.20 ลิตรต่อเมล็ด รองลงมาคือ หน่วยงาน E C A และ B โดยปีที่ 1 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.68 และ 0.92 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.68 และ 0.92 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ

ปีที่ 2 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.45 และ 0.64 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.45 และ 0.64 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ และในปีที่ 3 ใช้น้ำ 0.25 0.36 0.48 และ 0.58 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.25 0.36 0.48 และ 0.58 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1-1 และ 1.1-2) ซึ่งหน่วยงาน D C และ E มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่าเดิม เนื่องจากหน่วยงานดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนกระบวนผลิตเมล็ด ส่วนหน่วยงาน A และ B มีค่าการใช้น้ำลดลง เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในกระบวนการผลิตเมล็ด เช่น ลดระยะเวลาการแช่น้ำในการเพิ่มความชื้น จำนวนเมล็ดต่อหน่วยปริมาตรน้ำที่ใช้ หรือลดขั้นตอนบางขั้นตอนลง ซึ่งแต่ละหน่วยงานมีขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสะดวกทั้งต้นทุน แรงงานและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยงาน ส่งผลให้การใช้น้ำและต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน ขณะที่เปอร์เซ็นต์เมล็ดงอกเฉลี่ยที่ได้อยู่ในช่วง 60-80 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1.1-1 ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน (ลิตรต่อเมล็ด) 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอก		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
A	0.68	0.45	0.48
B	0.92	0.64	0.58
C	0.36	0.36	0.36
D	0.20	0.20	0.20
E	0.25	0.25	0.25

ตารางที่ 1.1-2 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลิตรต่อเมล็ด) ของการผลิตเมล็ดงอกปาล์มน้ำมัน 5 หน่วยงาน รอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
A	0	0	0	0.68	0.45	0.48	0	0	0	0.68	0.45	0.48
B	0	0	0	0.92	0.64	0.58	0	0	0	0.92	0.64	0.58
C	0	0	0	0.36	0.36	0.36	0	0	0	0.36	0.36	0.36
D	0	0	0	0.20	0.20	0.20	0	0	0	0.20	0.20	0.20
E	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0.25	0.25	0.25

กรมวิชาการเกษตร

ขั้นตอนที่ 2 ระยะการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

จากการสำรวจและสัมภาษณ์ข้อมูลจากแหล่งผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงาน F G H I J K และ L เก็บข้อมูลต่อเนื่อง 3 ปี พบว่า หน่วยงาน H มีการใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่อต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.74 0.05 และ 0.04 ลิตรต่อต้นต่อวัน ในรอบผลิตปี 2559 2560 และ 2561 ตามลำดับ รองลงมาคือ หน่วยงาน J มีการใช้น้ำต่อต้น 0.81 1.21 และ 0.08 ลิตรต่อต้นต่อวันตามลำดับ (ตารางที่ 1.1-3) เนื่องจากแต่ละหน่วยงานมีระบบการจัดการแปลงเพาะที่แตกต่างกัน เช่น มีการวางถุงในรูปแบบและระยะที่แตกต่างกัน ทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่แตกต่างกัน ลดพื้นที่การสูญเสียน้ำ ส่งผลให้ต้นกล้าได้รับน้ำเต็มที่ การใช้น้ำระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์และแบบน้ำหยด (ตารางภาคผนวกที่ 2 และ 3 และภาพที่ 1.1-1) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสะดวกทั้งต้นทุน แรงงานและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานของแต่ละแห่ง ส่งผลให้การใช้น้ำและต้นทุนในการผลิตแตกต่างกัน โดยหน่วยงาน H และ J มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด ส่วนอีก 5 หน่วยงานใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 3.40 - 24.07 ลิตรต่อต้นต่อวัน (ตารางที่ 1.1-3) ซึ่งสูงกว่าหน่วยงาน H และ J โดยให้น้ำโดยใช้ระบบน้ำแบบมินิสปริงเกอร์ หน่วยงานที่ผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 7 หน่วยงาน มีระบบการจัดการแปลงเพาะชำที่แตกต่างกัน ทั้งการอนุบาลกล้าแบบ 2 ครั้ง คือ มีการอนุบาลกล้าเล็กและการอนุบาลกล้าใหญ่ จำนวน 5 หน่วยงาน และอนุบาลกล้าครั้งเดียว คือ การเพาะเมล็ดงอกลงในถุงใหญ่ครั้งเดียว จำนวน 2 หน่วยงาน โดยในแปลงอนุบาลแรกมีทั้งการเพาะเมล็ดงอกในถุงดำและกระบะเพาะ ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ แบบสายยางรด และแบบพ่นหมอก จำนวนการวางต้นต่อหน่วยพื้นที่แตกต่างกัน ซึ่งต่างมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำต่อต้นกล้าทั้งสิ้น

ตารางที่ 1.1-3 ปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

อายุต้นกล้า	ปริมาณการให้น้ำเฉลี่ยในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ลิตรต่อต้นต่อวัน)						
(สัปดาห์หลังปลูก)	F	G	H	I	J	K	L
ปี 2559	24.07	10.19	0.74	9.27	0.81	3.40	10.60
ปี 2560	0.99	1.34	0.05	2.73	1.21	6.34	10.98
ปี 2561	1.33	1.20	0.04	2.73	0.08	1.16	11.62

ภาพที่ 1.1-1 ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลแรก

ภาพที่ 1.1-2 ลักษณะระบบการจัดการแปลงเพาะกล้าในแปลงอนุบาลหลัก

คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่า หน่วยงาน K วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมน้อยที่สุด 0.16 0.19 และ 0.13 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ในรอบการผลิตปี 59-61 ตามลำดับ โดยมีค่ากรีน 0.08 0.09 และ 0.09 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น และบลู 0.08 0.10 และ 0.04 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ในรอบการผลิตปี 59 60 และ 61 ตามลำดับ ซึ่งค่อนข้างต่ำ รองลงมา คือ หน่วยงาน J ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 0.37 0.37 และ 0.31 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ในรอบการผลิตปี 59-61 ตามลำดับ แต่ต้นกล้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดทั้งจำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พื้นที่ใบและความสูงต้นมีค่าสูงที่สุด โดยหน่วยงาน J มีระบบให้น้ำแบบน้ำหยดส่งผลให้ใช้น้ำปริมาณน้อย แต่เมื่อเทียบกับหน่วยงาน H ที่ระบบให้น้ำแบบน้ำหยดเช่นกันแต่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่าสูง 0.46 0.42 และ 0.43

กรมวิชาการเกษตร

ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ในรอบการผลิตปี 59-61 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1-4 และ 1.1-5) และต้นกล้ามีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการผลิตมากกว่า จากการสังเกตพบว่าอาจมีผลมาจากการจัดการทั้งการจัดวางต้นกล้า ระยะห่างต้น ส่งผลให้จำนวนต้นต่อพื้นที่แตกต่างกัน จึงพบว่าสาเหตุที่ทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันขึ้นกับระบบการจัดการดูแลแปลงและต้นกล้าเป็นสำคัญ ทั้งการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะในการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าที่ได้ต่อพื้นที่มากน้อยต่างกันเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ให้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำมากน้อยต่างกันด้วย เช่น หน่วยงานที่ทำการเพาะเมล็ดงอกลงในกระบะเพาะสามารถวางต้นกล้าต่อพื้นที่ได้จำนวนมากกว่าการเพาะเมล็ดในถุงดำ ทำให้เป็นการประหยัดการใช้น้ำต่อพื้นที่และแรงงานในการดูแลได้มากกว่าการเพาะเมล็ดงอกลงถุงขนาดใหญ่ และเมื่อย้ายต้นกล้าลงถุงใหญ่ในแปลงอนุบาลกล้าหลักค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของหน่วยงานที่มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดจึงมีค่าน้อยกว่าการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ ซึ่งจะช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำ ทำให้การใช้น้ำน้อยลง และการจัดการปุ๋ยแต่ละหน่วยงานแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแตกต่างกันด้วย เช่น หน่วยงานที่ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ใช้น้ำมากกว่าระบบน้ำหยดแต่การเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อยู่ในระบบน้ำหยดที่ประหยัดน้ำมากกว่าและมีการให้ปุ๋ยเพียงพอสามารถเจริญเติบโตได้เร็วและดีกว่า ดังนั้นหากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยให้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและต้นกล้ามีประสิทธิภาพด้วย รวมทั้งปริมาณฝนที่ต่างก็ส่งผลต่อการให้น้ำ หากฝนตกน้อยจำเป็นต้องให้น้ำเพิ่มมากกว่าแหล่งที่มีฝนและวันฝนตกมากกว่า ส่งผลต่อความชื้นของดินในถุงต้นกล้า (ตารางภาคผนวกที่ 4-7) ซึ่งปัจจัยต่างๆ มีความแตกต่างจึงส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันได้ดังเช่น Halimah *et al.* (2014) ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า บลู กรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีค่า 1.57×10^{-1} 3.10×10^{-1} และ 1.83×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อตันปาล์มน้ำมัน ตามลำดับ

ตารางที่ 1.1-4 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อต้น) 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์			เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์		
	2559	2560	2561	2559	2560	2561	2559	2560	2561	2559	2560	2561
F	0.37	0.35	0.25	1.48	0.07	0.15	0.00	0.00	0.00	1.85	0.42	0.40
G	0.44	0.42	0.43	0.27	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.71	0.46	0.47
H	0.44	0.42	0.43	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.42	0.43
I	0.35	0.34	0.34	0.20	0.10	0.09	0.00	0.00	0.00	0.55	0.44	0.42
J	0.23	0.27	0.24	0.15	0.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.37	0.37	0.31
K	0.08	0.09	0.09	0.08	0.10	0.04	0.00	0.00	0.00	0.16	0.19	0.13
L	0.30	0.29	0.16	0.14	0.14	0.26	0.00	0.00	0.00	0.44	0.43	0.42

ตารางที่ 1.1-5 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 6 เดือน 7 หน่วยงาน ในรอบการผลิตปี 2559-2561

หน่วยงาน	ใบหอก	ใบสองแฉก	ใบขนนก	ใบแห้ง	ขนาดลำต้น (ซม.)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)
F	4.18	1.14	0.00	0.52	1.52	248.54	65.16
G	2.20	5.33	0.70	1.03	3.34	221.54	52.99
H	1.72	5.63	0.00	1.81	2.05	189.12	38.49
I	1.35	7.06	0.87	1.65	4.70	290.91	67.25
J	3.14	8.80	0.20	1.12	5.11	354.30	67.93
K	2.25	6.67	1.60	1.25	3.80	194.67	78.67
L	1.14	6.32	1.45	0.68	3.92	114.04	60.10

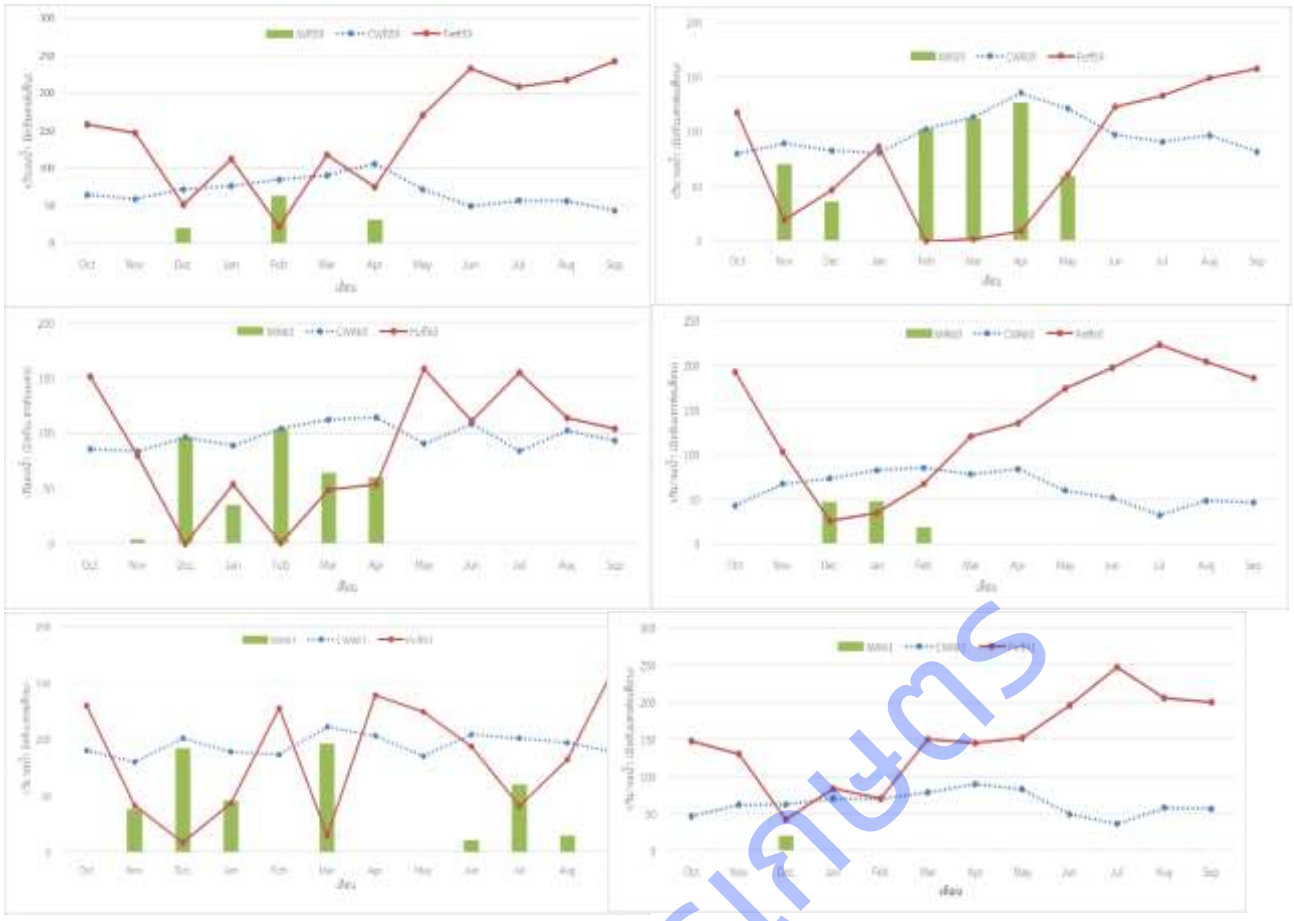
กรมวิชาการเกษตร

คำนวณปริมาณฝนใช้การ (Precipitation Effective) ความต้องการน้ำ (Crop water requirement) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigated water requirement) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดกระบี่ พบว่า ปี 2559 และ 2561 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ ในขณะที่ความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันเริ่มเพิ่มสูงขึ้น จึงต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน และการให้น้ำชลประทานจะไม่จำเป็นหากฝนใช้การมีค่าสูงกว่าความต้องการน้ำ ซึ่งสามารถใช้น้ำจากธรรมชาติได้ ปี 2560 พบว่า ปริมาณฝนค่อนข้างมากเกือบตลอดปี ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าสูง ไม่จำเป็นต้องให้น้ำชลประทานเพิ่มเช่นเดียวกับจังหวัดกระบี่ (ภาพที่ 1.1-3 a-f)

ภาพที่ 1.1-3 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ด้านซ้าย) และจังหวัดกระบี่ (ด้านขวา) ปี 2559-2561

สำหรับปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดชลบุรี พบว่า ในปี 2559-2561 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงประมาณเดือนธันวาคมถึงเมษายน ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ ในขณะที่ความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายน และการให้น้ำชลประทานจะไม่จำเป็นหากปริมาณฝนใช้การมีค่าสูงกว่าความต้องการน้ำของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งสามารถใช้น้ำจากธรรมชาติได้ และจังหวัดตราด พบว่า ในปี 2559 ปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม ส่งผลให้ปริมาณฝนใช้การมีค่าต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการให้น้ำชลประทานเพิ่มในช่วงเดือนดังกล่าว (ภาพที่ 1.1-4 a-f)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.1-4 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทาน ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในจังหวัดชลบุรี (ด้านซ้าย) และจังหวัดตราด (ด้านขวา) ปี 2559-2561

การทดลองที่ 1.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

1) พิกัดแปลงของสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน และผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

1.1) พิกัดแปลงสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา

ผลการคัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ใช้ข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษ๖ร (2558) โดยคัดเลือกจำนวน 8 จังหวัด (อำเภอ) ดังนี้ สุราษฎร์ธานี (พระแสง) กระบี่ (คลองท่อม) ชุมพร (ท่าแซะ) นครศรีธรรมราช (สิชล) พังงา (คุระบุรี) ตรัง (สิเกา) สตูล (มะนัง) และระนอง (กระบุรี) (ตารางที่ 1.2-1) โดยหลักเกณฑ์การคัดเลือกอำเภอ เป็นอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในจังหวัดนั้น และส่งพิกัดสวนปาล์ม (ภาพที่ 1.2-1 และ 1.2-2) ไปจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มตามเกณฑ์จำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.2-2)

ตารางที่ 1.2-1 เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2558 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคใต้

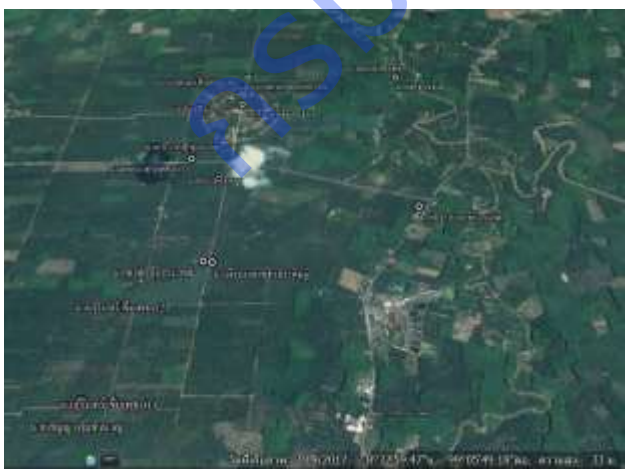
จังหวัด	เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)		แปลงเกษตรกร (ราย)
	2558	2561	
สุราษฎร์ธานี	1,061,355	1,179,458	20
กระบี่	984,694	1,086,190	28
ชุมพร	843,668	971,251	23
นครศรีธรรมราช	347,290	530,058	25
พังงา	178,819	234,566	32
ตรัง	168,318	191,989	24

กรมวิชาการเกษตร

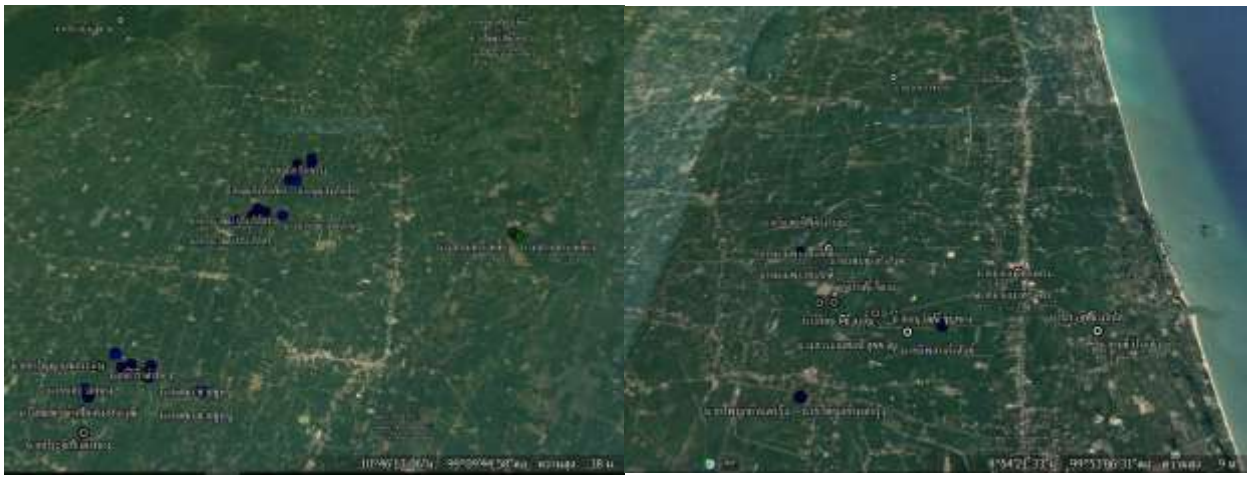
สตูล	106,251	108,266	29
ระนอง	87,775	119,055	26
รวมแปลงเกษตรกร (ราย)			209

ตารางที่ 1.2-2 จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 209 แปลง

จังหวัดเขตภาคใต้	ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
สุราษฎร์ธานี	เหมาะสมมาก	3	3	1	2	9
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	2	4	1	4	11
กระบี่	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	-
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	6	7	8	7	28
ชุมพร	เหมาะสมมาก	1	2	3	3	9
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	2	4	4	14
นครศรีธรรมราช	เหมาะสมมาก	4	6	7	5	22
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	1	1	-	1	3
พังงา	เหมาะสมมาก	4	6	2	5	17
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	3	5	3	15
ตรัง	เหมาะสมมาก	7	7	3	7	24
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	-	-	-	-	-
สตูล	เหมาะสมมาก	5	4	1	1	11
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	8	3	4	5	18
ระนอง	เหมาะสมมาก	6	3	7	4	20
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	2	1	2	1	6
รวม 8 จังหวัดภาคใต้	เหมาะสมมาก	30	31	24	27	112
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	27	21	24	25	97



กรมวิชาการเกษตร



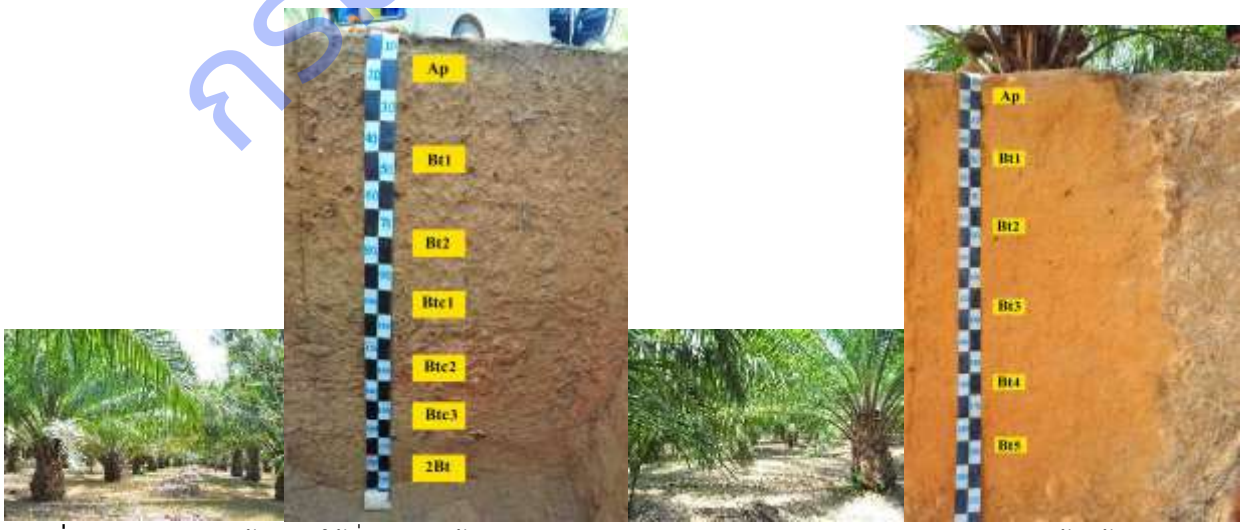
ภาพที่ 1.2-1 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภาพที่ 1.2-2 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล และอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง

1.2) ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน

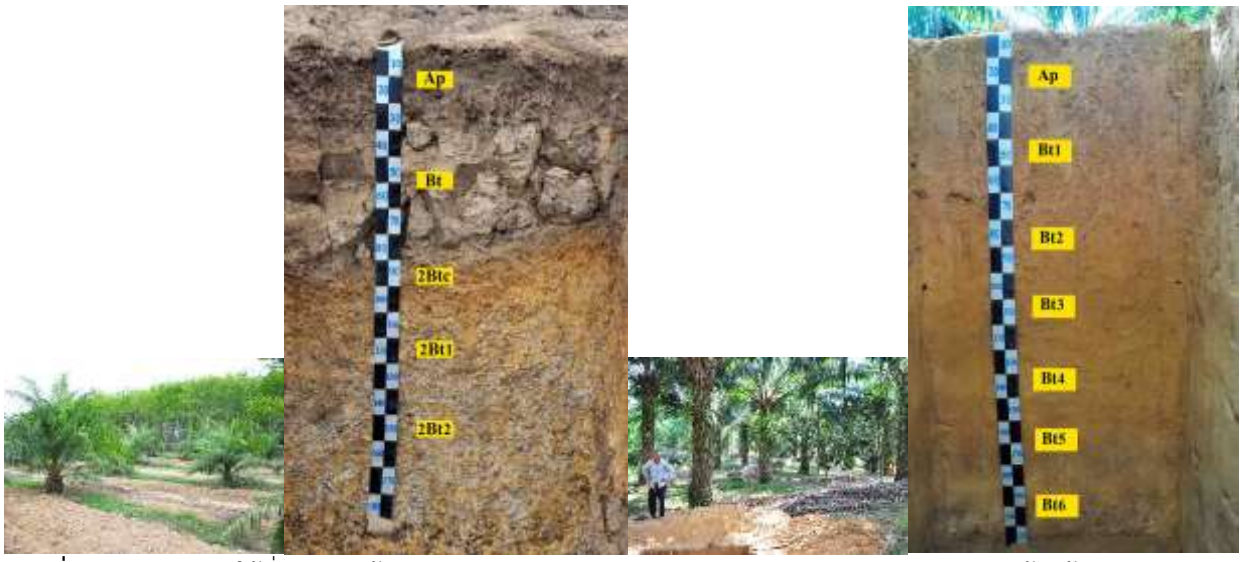
ภาพที่ 1.2-3 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 1/2559 ม. 5 ต.ไทรขึง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี (ด้านซ้าย) และ 2/2559 ม. 5 ต.เพหลา อ.คลองท่อม จ.กระบี่ (ด้านขวา)

ภาพที่ 1.2-4 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 3/2559 ม.8 ต.สลุย อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร (ด้านซ้าย) และ 4/2559 ม.4 ต.เสาเภา อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช (ด้านขวา)



ภาพที่ 1.2-5 สภาพแวดล้อมการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 5/2559 ม.7 ต.คุระ อ.คุระบุรี จ.พังงา (ด้านซ้าย) และ 6/2559 ม. 7 ต.กะลาเส อ.สิเกา จ.ตรัง (ด้านขวา)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.2-6 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 7/2559 ม.4 ต.นิคมพัฒนา อ.มะนัง จ.สตูล (ด้านซ้าย) และ 8/2559 ม.8 ต.ลำเลียง อ.กระบุรี จ.ระนอง (ด้านขวา)

ลักษณะสภาพการใช้ที่ดินในสวนปาล์มน้ำมันของตัวแทนทั้ง 8 จังหวัด มีทั้งพื้นที่ราบ เนินลาดชันเล็กน้อย รวมถึงสภาพที่ลุ่ม และหน้าตัดของดินมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นของหน้าตัดดินทั้ง 8 pedon (ภาพที่ 1.2-3 - 1.2-6)

สมบัติทางกายภาพระดับความลึกที่ใกล้ผิวดินชั้นบน (0-20 หรือ 0-30 เซนติเมตร) ของสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ประกอบด้วยดิน Loamy fine sand, Loam, Sandy loam, Sandy clay Loam, Silt loam, Loamy sand, Sandy clay loam และ Loam ตามลำดับ ซึ่งด้วยลักษณะดังกล่าวค่อนข้างเหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน สำหรับความลึกของระดับน้ำใต้ดินชุดดิน 8 ชุด ซึ่งมีการศึกษาชุดดินในช่วงแล้ง มีความลึก 180-220 เซนติเมตร โดยสุราษฎร์ธานีและตรังมีความลึกของระดับน้ำใต้ดินกว่า 220 เซนติเมตร (ตารางภาคผนวกที่ 1-8) ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการดูดน้ำของระบบรากปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 1.2-3 สมบัติทางกายภาพของชุดดินที่ศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution (g kg^{-1}) (USDA grading)			Textural class
		Sand	Silt	Clay	
Pedon 1/2559 นายสุรินทร์ เข็มเพชร ม. 5 ต.ไทรขึง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี					
0-30	Ap	767	170	63	Loamy fine sand
30-80	Bt	715	35	250	Sandy clay loam
80-110/125	Btc	520	323	157	Loam
110/125-130/150	Bv	519	198	282	Sandy clay loam
150-170	2Bt1	400	131	469	Clay
170-220+	2Bt2	375	186	439	Clay
Pedon 2/2559 นายบุญธรรม ชัยขาว บ้านพรุเตียว หมู่ 5 ต. เพหลา อ.คลองท่อม จ.กระบี่					
0-25	Ap	404	471	125	Loam
25-60	Bt1	392	514	94	Silt loam
60-85	Bt2	391	420	189	Loam
85-110	2Bt1	299	450	251	Loam
110-135	2Bt2	192	525	283	Silty clay loam

กรมวิชาการเกษตร

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution (g kg^{-1}) (USDA grading)			Textural class
		Sand	Silt	Clay	
135-190+	2Bt3	138	580	282	Silty clay loam
Pedon 3/2559 นายคำรณ นาคหาญ ม.8 ต. สลุย อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร					
0-35	Ap	689	186	126	Sandy loam
35-75	Bt1	488	199	314	Sandy clay loam
75-110	Bt2	400	256	344	Clay loam
110-140	Bv1	492	163	345	Sandy clay loam
140-200+	Bv2	367	161	472	Clay
Pedon 4/2559 นายจำแลง เที่ยงตรง หมู่ 4 ต.เสาเภา อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช					
0-35	Apg	461	224	315	Sandy clay Loam
35-75	Btg1	502	152	346	Sandy Clay
75-100	Btg2	507	147	345	Sandy Clay
100-130	Btg3	424	136	440	Clay
130-160	Btg4	333	133	534	Clay
160-200+	Btg5	211	163	627	Clay
Pedon 5/2559 นายสมคิด คุ้มพร้อม ม.7 ต.คุระ อ.คุระบุรี จ.พังงา					
0-30	Ap	96	654	250	Silt loam
30-60	Bt1	462	288	251	Loam
60-90	Bt2	279	312	410	Clay
90-110	Btc1	251	373	376	Clay loam
110-140	Btc2	270	229	501	Clay
140-160	Btc3	303	257	439	Clay
160-200+	2Bt	210	319	471	Clay
Pedon 6/2559 นายเฉลิม ศรีไทย 106 ม.7 ต.กะลาเส อ.สิเกา จ.ตรัง					
0-20	Ap	671	15	313	Loamy sand
20-60	Bt1	608	79	313	Sandy clay Loam
60-105	Bt2	621	129	250	Sandy clay Loam
105-140	Bt3	586	132	282	Sandy clay Loam
140-178	Bt4	598	88	314	Sandy clay Loam
178-200+	Bt5	614	72	314	Sandy clay Loam
Pedon 7/2559 นายละออง ยืนยง ม.4 ต.นิคมพัฒนา อ.มะนัง จ.สตูล					
0-25	Ap	197	427	376	Sandy clay loam
25-75	Bt	148	379	473	Clay
75-100	2Btc	85	410	505	Silty clay
100-140	2Bt1	43	456	501	Silty clay
140-180	2Bt2	44	451	505	Silty clay

กรมวิชาการเกษตร

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution (g kg^{-1}) (USDA grading)			Textural class
		Sand	Silt	Clay	
Pedon 8/2559 นายบุญเลิศ สิทธิเวช 279/9 ม.8 ต.ลำเลียง อ. กระบุรี จ.ระนอง					
0-30	Ap	359	390	251	Loam
30-65	Bt1	330	355	315	Clay loam
65-90	Bt2	556	193	251	Sandy loam
90-125	Bt3	798	76	125	Sandy loam
125-145	Bt4	847	59	94	Loamy fine sand
145-175	Bt5	812	0	188	Sandy loam
175-210+	Bt6	764	57	179	Sandy Loam

1.3) ผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

สัมภาษณ์เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคใต้ 8 จังหวัด ในการจัดการธาตุอาหารและน้ำตลอด 4 ปีที่ผ่านมา พบว่าเกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่มีหลายรายที่มีการใช้ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ยแทนการใช้ปุ๋ยสูตรผสมแบบเดิมเนื่องจากต้องการลดต้นทุน บางรายใช้ปุ๋ยรองและปุ๋ยเสริมเช่น กีเซอไรท์ โบรอนมากขึ้นตามอัตราแนะนำ เนื่องจากเห็นผลกระทบที่เกิดกับใบปาล์มน้ำมันที่แสดงอาการขาดปรากฏออกมาให้เกษตรกรทราบ และมีการเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ-เคมีของดินในสวนปาล์มน้ำมัน และตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรทราบสถานการณ์ความสมบูรณ์ในการจัดการสวนในส่วนการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จึงมีทั้งเกษตรกรที่ต้องใส่ปุ๋ยหลักบางรายการเพิ่มมากจากเดิมเพื่อรักษาสถานะของธาตุอาหารในดินและใบให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน และหลายรายต้องลดการใช้ปุ๋ยหลักบางรายการลงจากเดิม หรือต้องงดใส่เนื่องจากในดินมีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวมากเกินพอ และในเกษตรกรบางรายพบว่า มีความไม่สมดุลของธาตุอาหารเกิดขึ้น เช่น แคลเซียมต่อแมกนีเซียมหรือแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม จึงต้องลดการใส่ปุ๋ยบางรายการ รวมถึงเกษตรกรหลายรายที่พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป ซึ่งเกษตรกรจะต้องปรับเปลี่ยนชนิดของปุ๋ยตามคำแนะนำของผู้ดำเนินการ เพื่อช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักอีกปัจจัยที่จะช่วยให้เกษตร กรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ดีขึ้น และช่วยให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อรอยเท้าน้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณการใช้น้ำลดลงในการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากรอยเท้าน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยให้เกษตรกรมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัด นำเสนอผลวิเคราะห์เป็นภาพรวมเปรียบเทียบเทียบกันเฉพาะปี 2559 และ 2562 ซึ่งเป็นปีแรกและปีสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัย

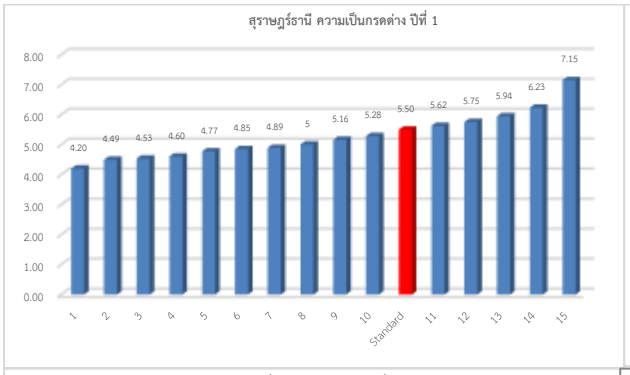
1.3.1) ผลวิเคราะห์ดิน สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ผ่านมาตรฐานมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน

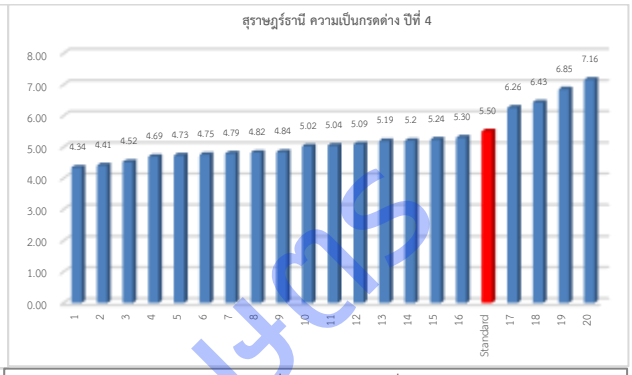
ความเป็นกรดด่างของดิน ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 5.5 หรืออยู่ในช่วง 5.0-6.0 หากค่ากรดด่างต่ำกว่า 5.0 จะแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 (ค่ากรดด่าง 7.0) ซึ่งช่วยให้ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้น แทน 21-0-0 (ค่ากรดด่าง 5.0) โดยใช้ร่วมกับปูนโดโลไมท์ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งช่วยทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น แต่หากความเป็นกรดด่างของดินมีค่ามากกว่า 6.0 จะแนะนำให้เกษตรกรงดหรือลดการใส่แคลเซียมในดินก่อนเป็นลำดับแรก เนื่องจากส่วนใหญ่ความเป็นด่างของดินจะมาพร้อมกับปริมาณแคลเซียมในดินที่มีปริมาณมากเกินพอ และให้

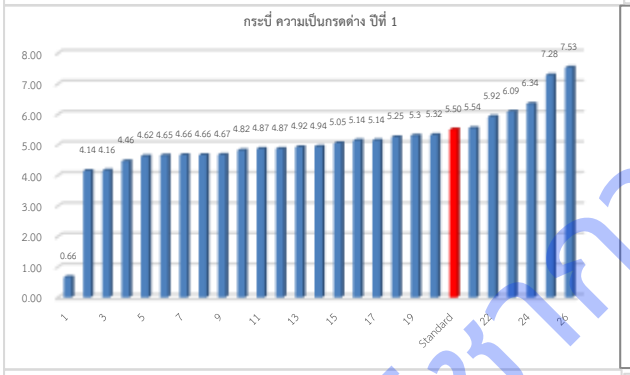
กรมวิชาการเกษตร

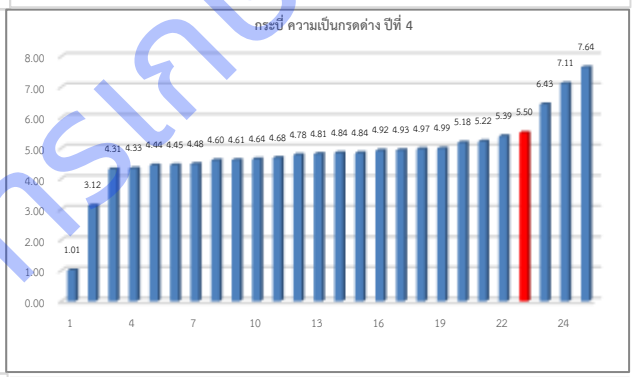
เกษตรกรใช้แหล่งไนโตรเจนเป็นปุ๋ยเคมีเกรด 21-0-0 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 45-0-0 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แหล่งโพแทสเซียม เนื่องจากความเป็นกรดด่างของปุ๋ยเคมีทั้ง 2 รายการ มีค่า 5.0 ซึ่งจะช่วยปรับสภาพความเป็นกลางหรือด่างของดินให้มีค่าลดลง และเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น หรือช่วยให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

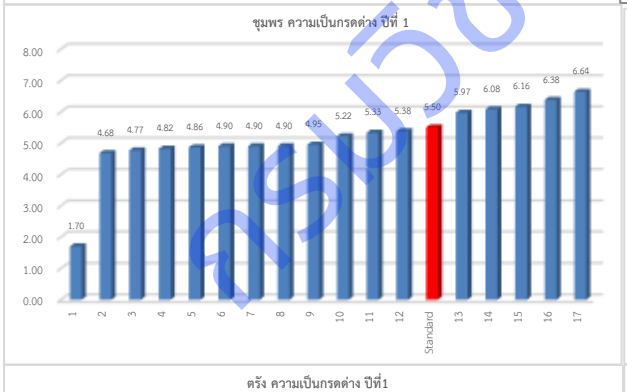
ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีความเหมาะสมตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน (4.20-5.50) ร้อยละ 66.7 65.4 64.7 และ 91.3 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และมีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 80.0 80.0 76.5 และ 90.5 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับในปี 2562 (ภาพที่ 1.2-8) อย่างไรก็ตาม สำหรับเกษตรกรที่ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าน้อยกว่า 5.00 จะมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 แทน 21-0-0 เพื่อให้ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 5.50 ซึ่งดินจะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ปาล์มน้ำมันได้เพิ่มมากขึ้น

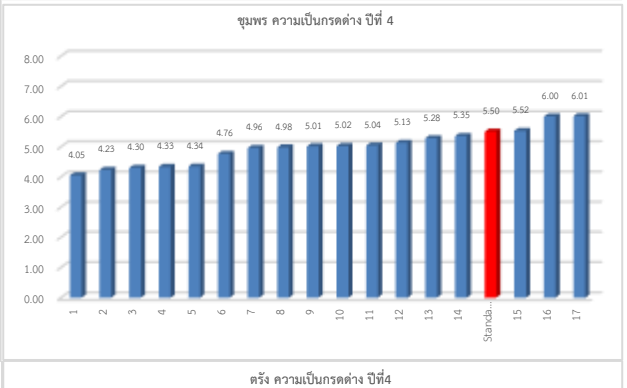


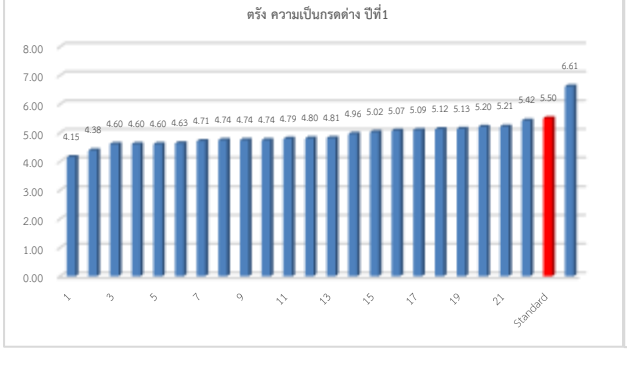


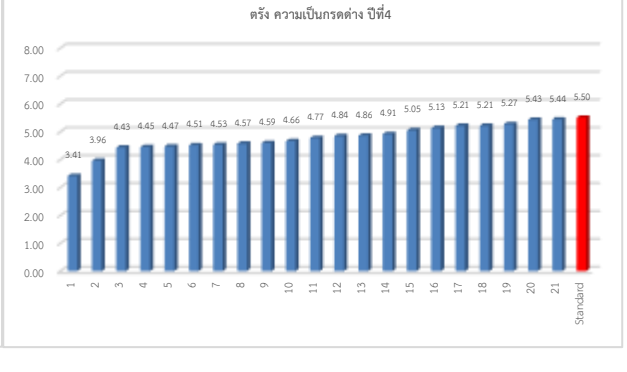










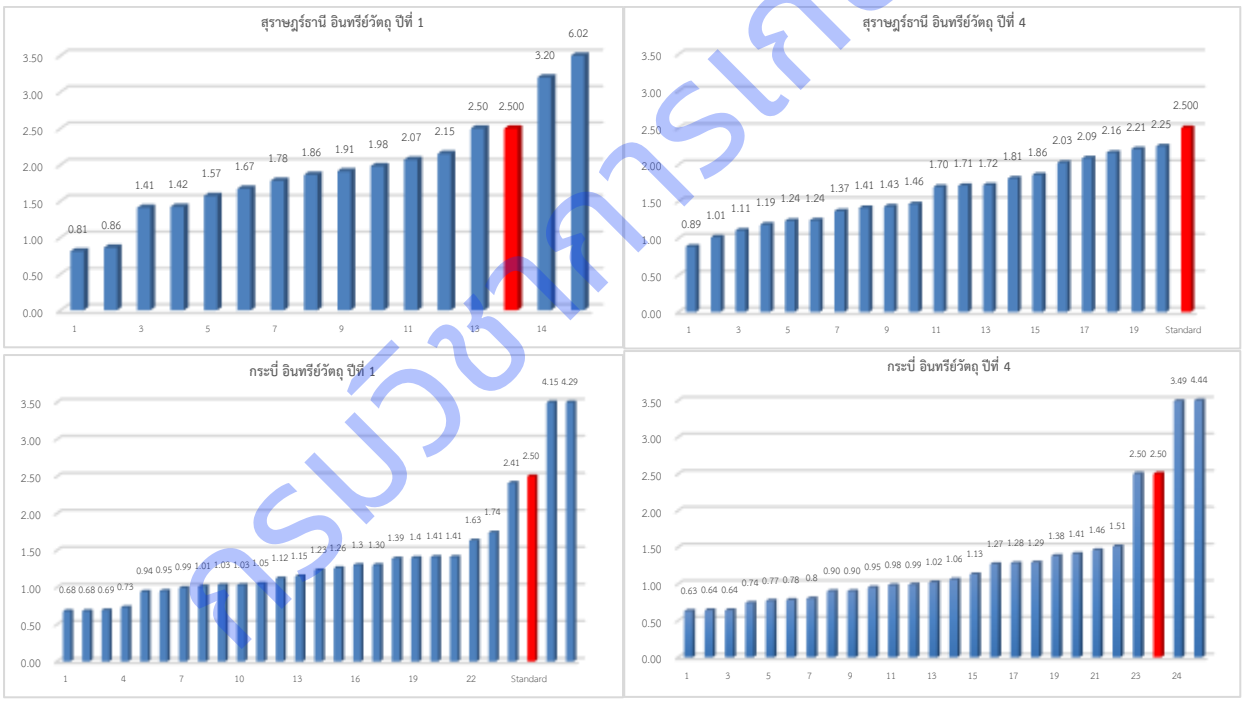


กรมวิชาการเกษตร

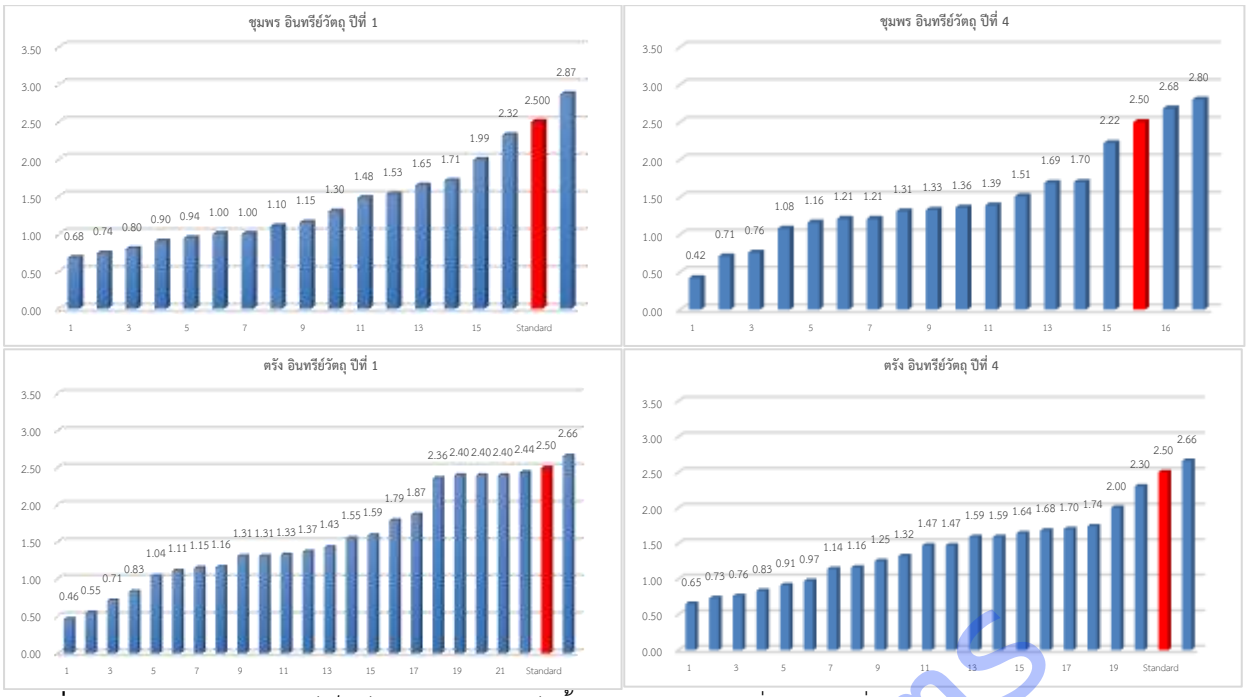
ภาพที่ 1.2-7 ความเป็นกรดด่างของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 5.5)

อินทรียวัตถุ ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 2.5 และหากมีค่าสูงกว่า 2.5 จะยิ่งดีต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในดิน และปริมาณอินทรียวัตถุมีประโยชน์ในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำได้ดี ช่วยปรับโครงสร้างดินให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของภาคใต้ส่วนใหญ่มีค่าข้องต่ำ เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์จากปลูกพืชมายาวนาน และไม่มีการบำรุงรักษาดินอย่างถูกต้อง ทำให้ศักยภาพในการผลิตของดินมีค่าลดลง ดินมีความเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชอย่างเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นในกรณีที่พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำมาก เกษตรกรต้องบำรุงดินด้วยวัสดุเหลือใช้จากพืช ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ที่มีและหาได้ง่ายนท้องถิ่น มีราคาถูก

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า อินทรียวัตถุของดินในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีความเหมาะสมระดับปานกลาง (2.0-2.5 เปอร์เซ็นต์) ขึ้นไป ร้อยละ 33.3 11.5 11.8 และ 26.1 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และมีจำนวนร้อยละ 25.0 12.0 17.6 และ 14.3 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับในปี 2562 (ภาพที่ 1.2-8) โดยภาพรวมพบว่า ส่วนใหญ่อินทรียวัตถุในดินมีค่าค่อนข้างต่ำ เกษตรกรสมควรปรับปรุงดินให้มีความสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นกว่านี้ ด้วยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสดในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งจะช่วยให้ดินมีศักยภาพในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ช่วยในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เกษตรกรจะนิยมใช้ทางใบปาล์มน้ำมันในการคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน รวมถึงทะลายเปล่าที่สามารถหาซื้อได้ง่ายในการคลุมดินบริเวณทรงพุ่ม เพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุ



กรมวิชาการเกษตร

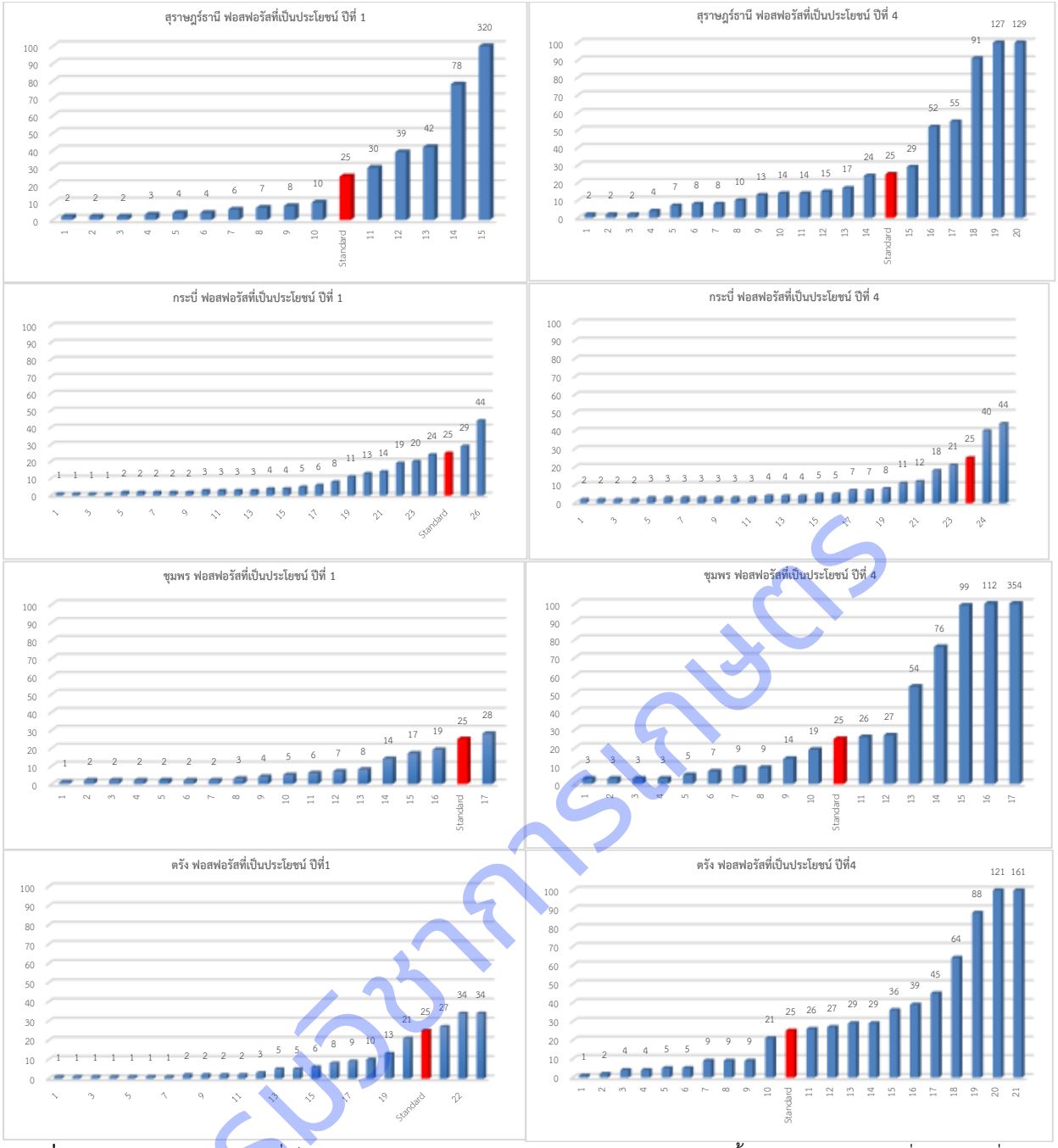


ภาพที่ 1.2-8 อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะจังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ความต้องการฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสูงมีค่า 20-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปุ๋ยเกรด 18-46-0 เป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากละลายง่าย ปลดปล่อยเร็ว เหมาะสมกับดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ แต่หากในดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมากพอ (มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถลดปุ๋ยฟอสฟอรัสจากอัตราที่ใส่เดิมลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ 0-3-0 (หินฟอสเฟต) แทน 18-46-0 เนื่องจากมีราคาถูกกว่า และช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างของดินให้มีค่าเพิ่มขึ้นได้ แต่หากดินมีค่ากรดด่างมากกว่า 6.0 ไม่ควรใช้ 0-3-0 เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (ต่ำกว่า 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร้อยละ 66.7 80.8 82.3 และ 82.6 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และพบว่า ในปี 2562 เกษตรกรร้อยละ 40.0 16.0 47.1 และ 57.1 มีค่าในเกณฑ์ที่เหมาะสมปานกลางขึ้นไป (ภาพที่ 1.2-9) แสดงว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติในการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับดินเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นในระดับที่น่าพอใจ ยกเว้นอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของเกษตรกรอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ร้อยละ 84 ของจำนวนเกษตรกร สำหรับเกษตรกรที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงกว่า 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะแนะนำให้ลดปุ๋ยฟอสฟอรัสลง 25 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร



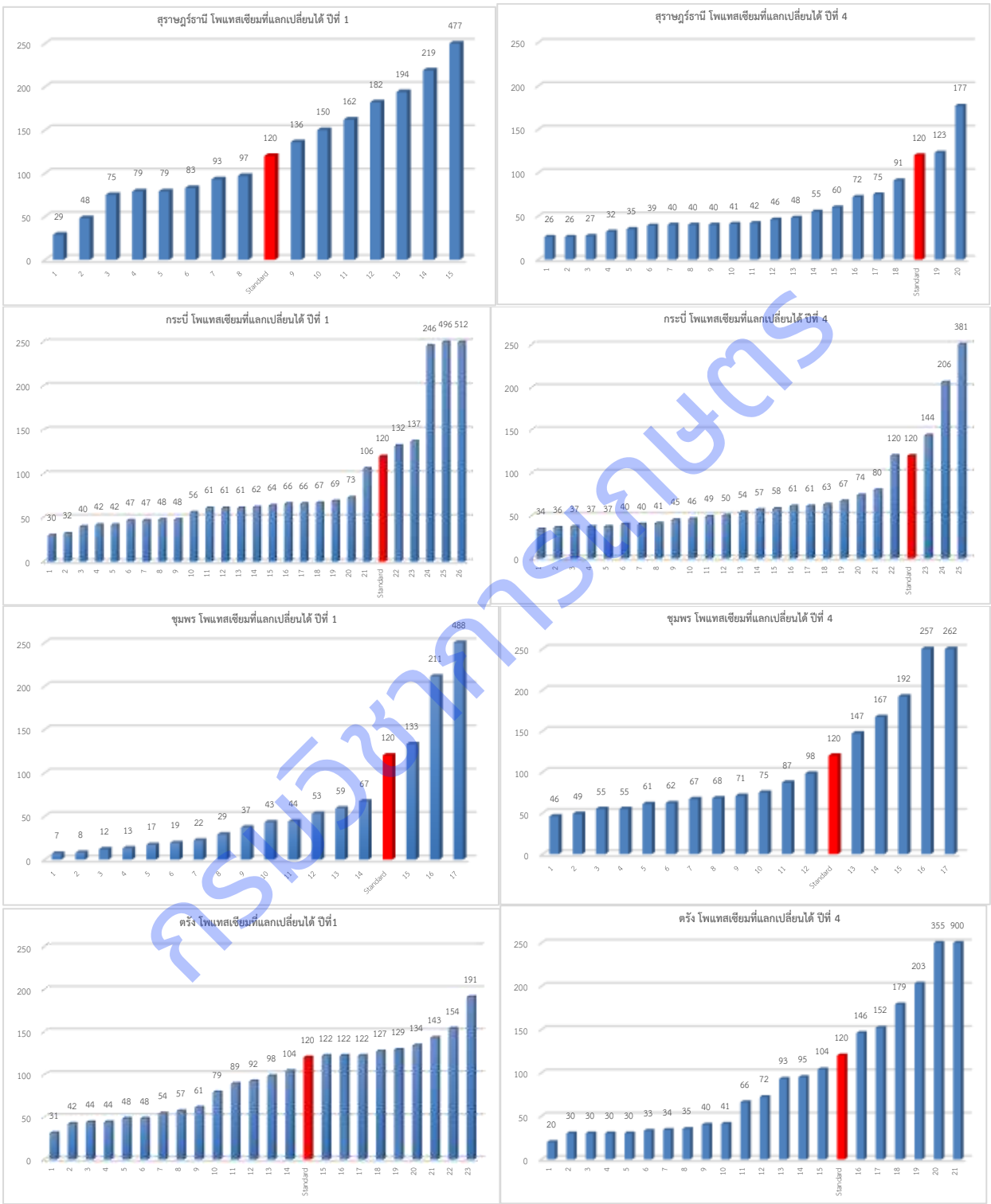
ภาพที่ 1.2-9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

<u>ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้</u> ความต้องการโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 100-120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปุ๋ยเกรด 0-0-60 (โพแทสเซียมคลอไรด์) เป็นแหล่งของธาตุโพแทสเซียม เนื่องจากมีราคาถูก สัดส่วนของโพแทสเซียมสูง แต่หากดินมีปริมาณโพแทสเซียมมากพอ (มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถลดปุ๋ยโพแทสเซียมจากอัตราที่ใส่เดิมลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ และหากพบว่า ดินมีความเป็นกรดด่างสูงกว่า 6.0 เกษตกรรควรใช้ 0-0-45 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แทน 0-0-60 เนื่องจากมีค่ากรดด่าง 5.0 และไม่ควรใช้ 0-0-45 ในกรณีที่ค่าความเป็นกรดด่างของดินมีค่าน้อยกว่า 5.0

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ร้อยละ 33.3 76.9 82.3 และ 43.5 ของจำนวนเกษตรกรมีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งได้แนะนำให้เกษตรกรเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย 0-0-60

กรมวิชาการเกษตร

มากกว่าเดิมร้อยละ 25-50 ในปี 2559 สำหรับผลวิเคราะห์ในปี 2562 พบว่า เกษตรกรร้อยละ 85.0 80.0 58.8 และ 57.1 มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก ซึ่งมีเพียงเกษตรกรของอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพรที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีการปรับตัวดีขึ้น เนื่องจากเกษตรกรที่โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมากมีอัตราลดลงจากร้อยละ 82.3 เป็น 58.8 ในปี 2562 (ภาพที่ 1.2-10) และเกษตรกรที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องลด 0-0-60 ลงร้อยละ 25-50 ของอัตราเดิม

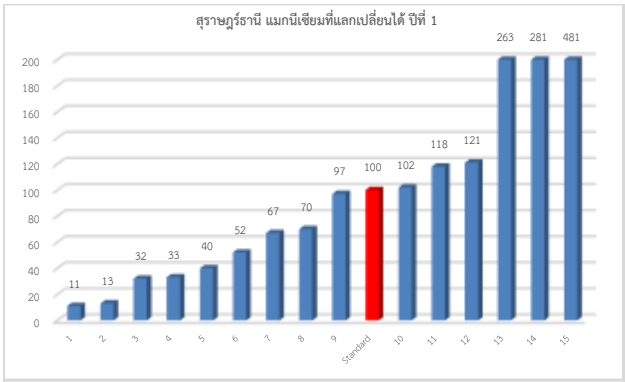


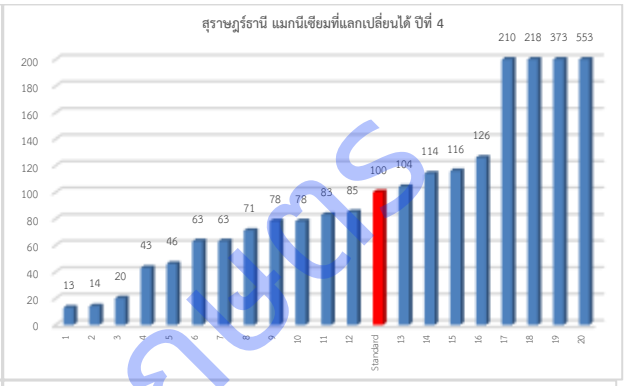
ภาพที่ 1.2-10 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

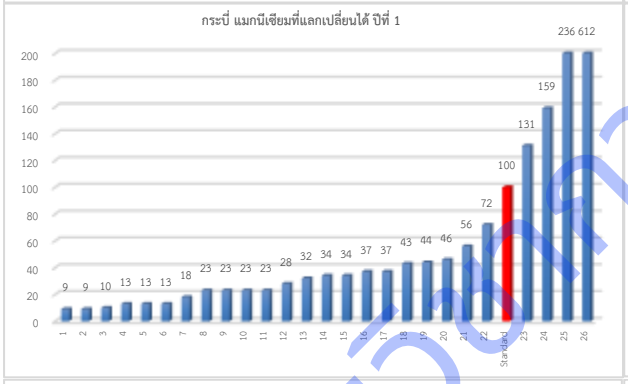
กรมวิชาการเกษตร

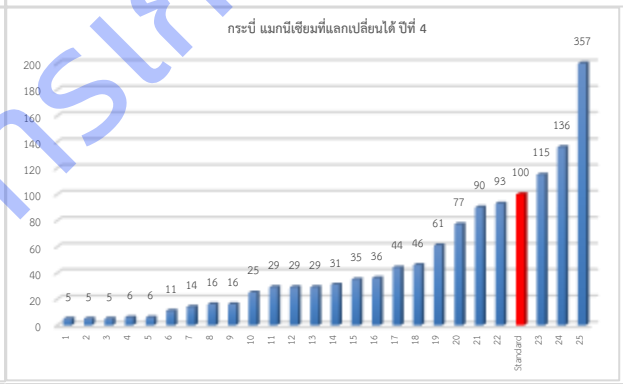
ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความต้องการแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 75-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปุ๋ยกีเซอไรท์เป็นแหล่งของธาตุแมกนีเซียม เนื่องจากความสามารถในการปลดปล่อยธาตุแมกนีเซียมสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับปูนโดโลไมท์ แต่หากดินมีปริมาณแมกนีเซียมมากพอ (มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถลดปุ๋ยแมกนีเซียมมจากอัตราที่ใส่เดิมลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ปูนโดโลไมท์เป็นแหล่งธาตุแมกนีเซียมแทนกีเซอไรท์ได้ แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ควรใช้ปูนโดโลไมท์หากดินมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 6.0

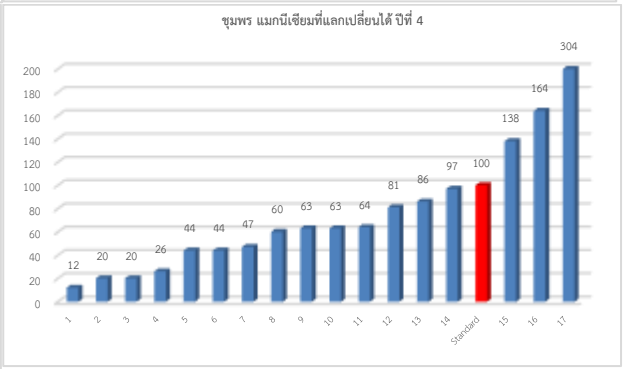
ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ร้อยละ 33.3 76.9 29.4 และ 60.9 มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในปี 2562 พบว่า เกษตรกรร้อยละ 25.0 72.0 41.1 และ 61.9 มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (ภาพที่ 1.2-11) โดยอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการปรับตัวได้ดี



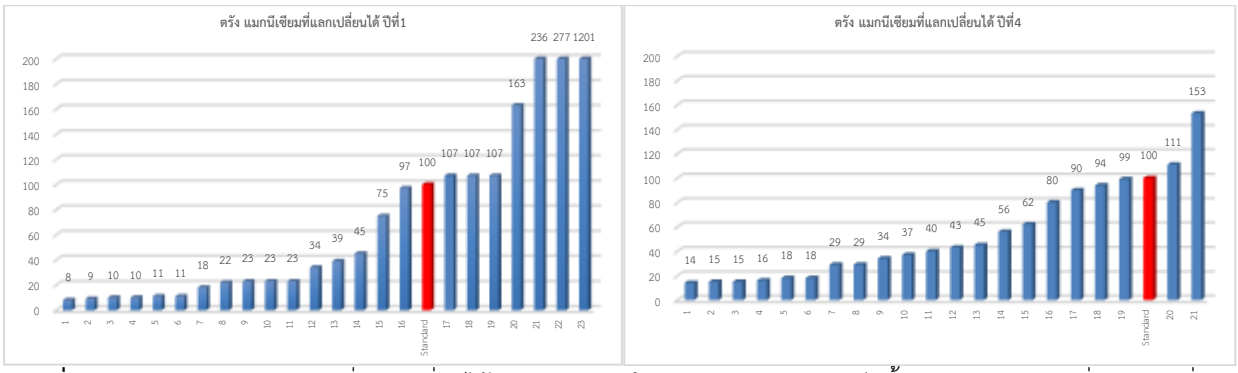








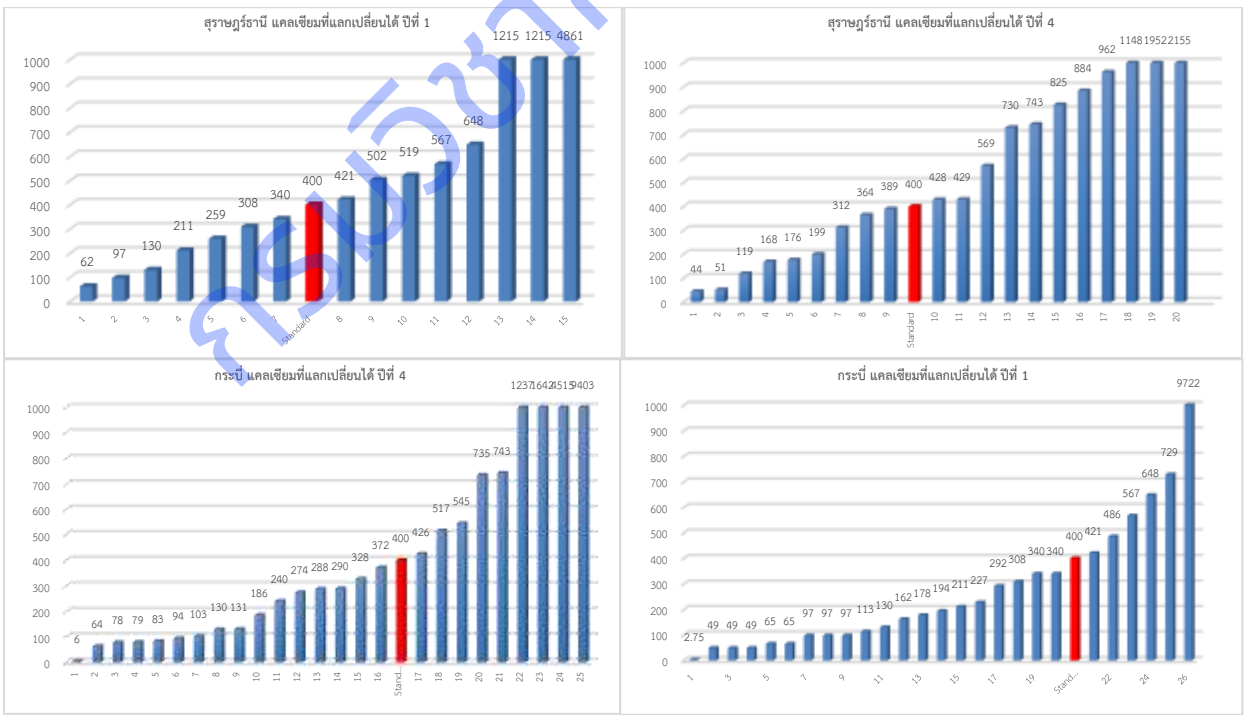
กรมวิชาการเกษตร



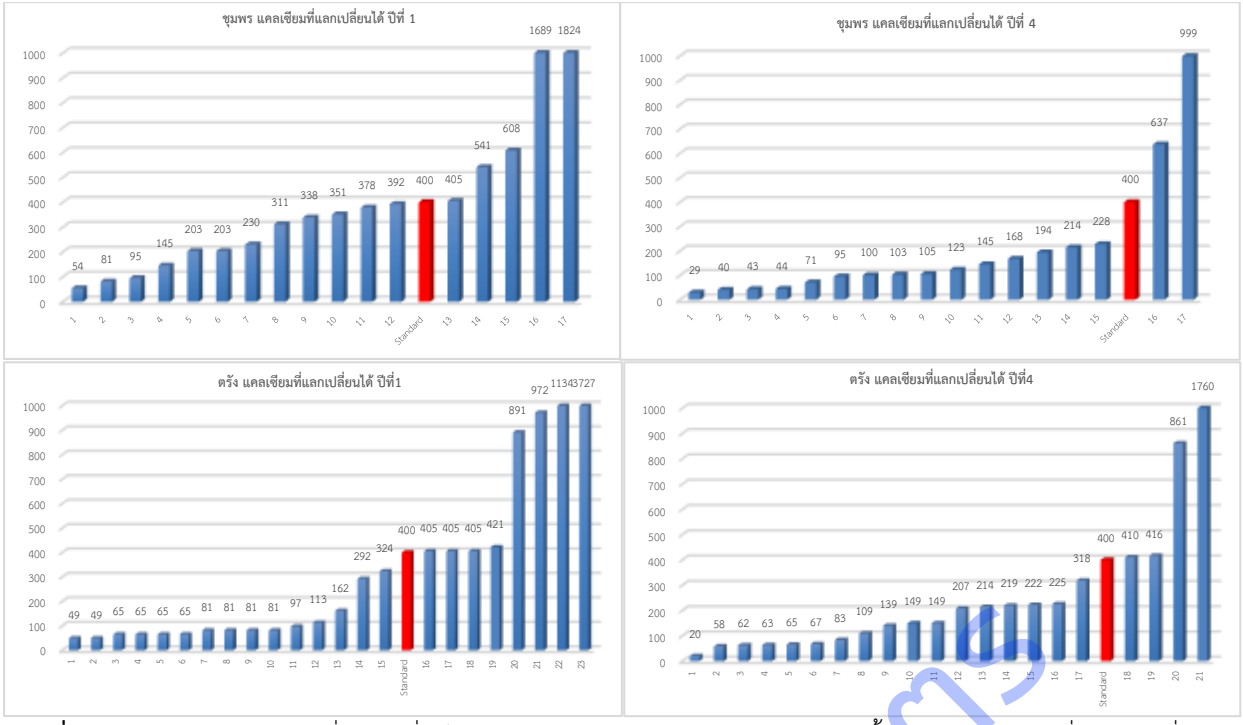
ภาพที่ 1.2-11 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

<u>ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้</u> ความต้องการแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟตเป็นแหล่งของธาตุแคลเซียม แต่หากดินมีปริมาณแคลเซียมเหมาะสม (200-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถใช้หินฟอสเฟตในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เพื่อรักษาระดับแคลเซียมให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมได้ หากมีปริมาณแคลซียมมากเกินไปจะส่งผลต่อความเป็นกรดด่างของดิน และความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียม ดังนั้นเกษตรกรควรงดการใส่แคลเซียม

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีค่าสูงกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 53.3 36.0 29.4 และ 34.8 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และพบว่าในปี 2562 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรร้อยละ 45.0 76.9 88.2 และ 80.9 มีค่าในเกณฑ์ที่เหมาะสม (ต่ำกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 1.2-12) อย่างไรก็ตาม หากปริมาณแคลซียมมีค่าต่ำเกินไป เกษตรกรต้องใช้หินฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสฟอรัส และปูนโดโลไมท์เป็นแหล่งของแมกนีเซียม เนื่องจากมีส่วนประกอบของแคลเซียมผสมอยู่ด้วย



ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

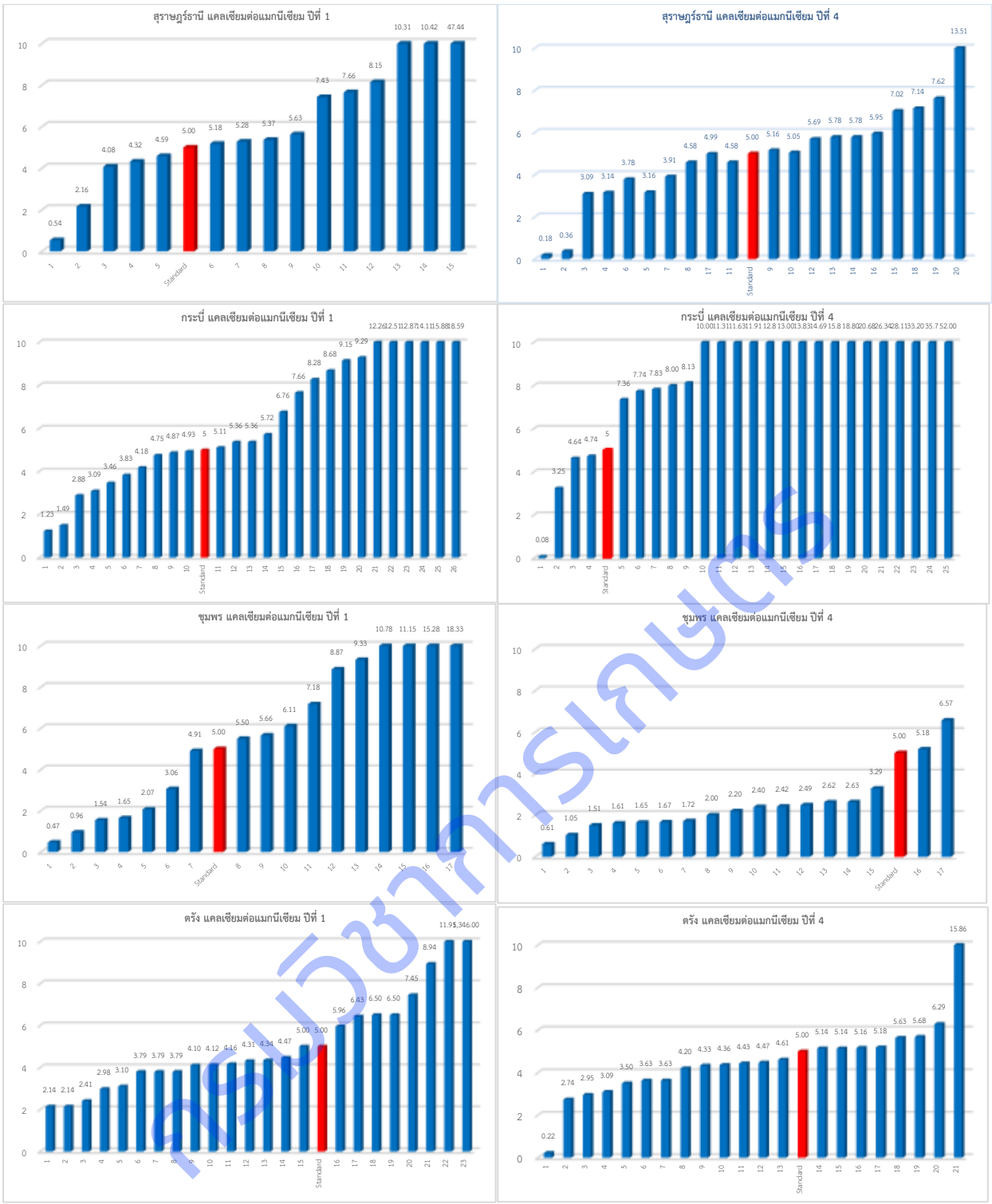


ภาพที่ 1.2-12 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

<u>ความสมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียม</u> ความต้องการแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟตเป็นแหล่งของธาตุแคลเซียม แต่หากดินมีปริมาณแคลเซียมเหมาะสม (200-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถใช้หินฟอสเฟตในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เพื่อคงปริมาณแคลเซียมให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมได้ หากมีปริมาณแคลซียมมากเกินพอจะมีผลต่อความเป็นกรดด่างของดิน และความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียม ดังนั้นเกษตรกรควรงดการใส่แคลเซียม

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า แคลเซียมต่อแมกนีเซียมใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีค่าสมดุลร้อยละ 33.3 38.5 41.2 และ 65.2 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ปี 2562 พบว่า แคลเซียมต่อแมกนีเซียมในสวนปาล์มน้ำมันมีความสมดุลร้อยละ 55.5 16.0 88.2 และ 61.9 ตามลำดับ โดยสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอคลองท่อม (กระบี่) ความไม่สมดุลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.5 เป็นร้อยละ 84.0 ในปี 2562 (ภาพที่ 1.2-13) ซึ่งสังเกตว่าเป็นผลจากปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าต่ำกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก โดยเกษตรกรน้อยรายที่มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงส่งผลต่อความไม่สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมที่มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น สำหรับสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) และท่าแซะ (ชุมพร) มีความสมดุลเพิ่มขึ้นกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ จากร้อยละ 33.3 และ 41.2 เป็นร้อยละ 55.5 และ 88.2 ตามลำดับในปี 2562

กรมวิชาการเกษตร

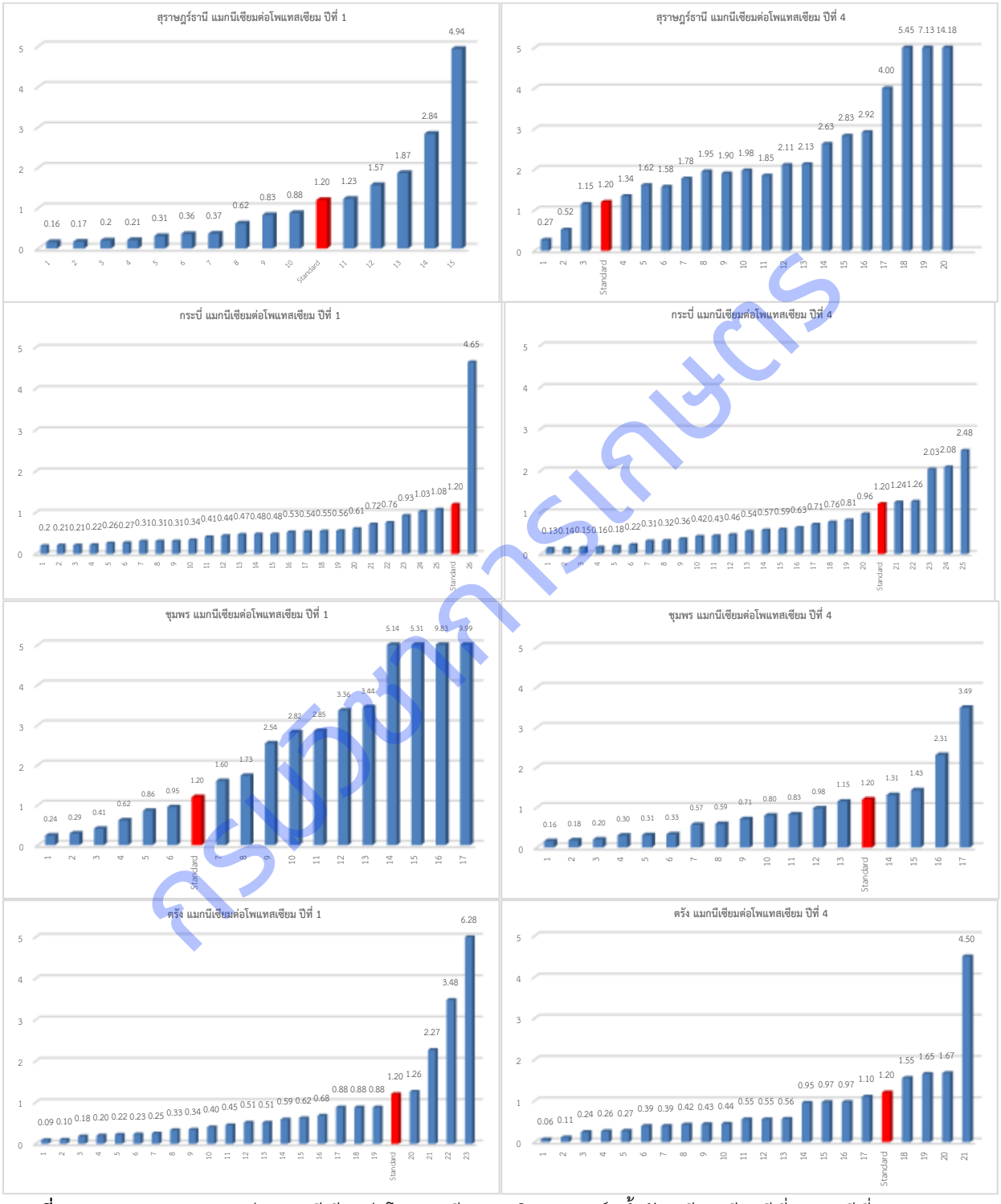


ภาพที่ 1.2-13 ความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)

<u>ความสมดุลของแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม</u> ความสมดุลของแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมควรมีค่าต่ำกว่า 1.2 (นั่นคือปริมาณความต้องการโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่เหมาะสม 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่ควรเกิน 144 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หากอัตราส่วนมีค่ามากกว่า 1.2 เท่า และปริมาณโพแทสเซียมเหมาะสม เกษตรกรต้องการใส่ปุ๋ยกีเซอไรท์ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุแมกนีเซียม และหากปริมาณแมกนีเซียมเหมาะสม แสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมต่ำเกินไป เกษตรกรต้องเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย 0-0-60 เพื่อเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมในดิน

กรมวิชาการเกษตร

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีความสมดุล (ค่าต่ำกว่า 1.2) ร้อยละ 66.7 96.1 35.3 และ 82.6 ตามลำดับ และจากผลวิเคราะห์ปี 2562 พบว่า แมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมในสวนปาล์มน้ำมันมีความสมดุล ร้อยละ 15.0 80.0 76.5 และ 80.9 ตามลำดับ โดยสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) มีความไม่สมดุลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.3 ในปี 2559 เป็น 85.0 ในปี 2562 และสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอท่าแซะ (ชุมพร) มีความสมดุลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 35.3 เป็น 76.5 ในปี 2562 (ภาพที่ 1.2-14)

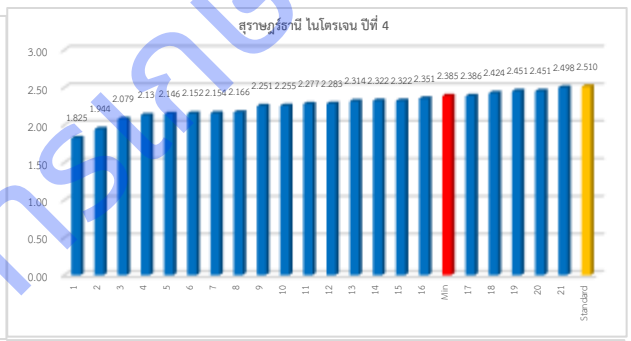


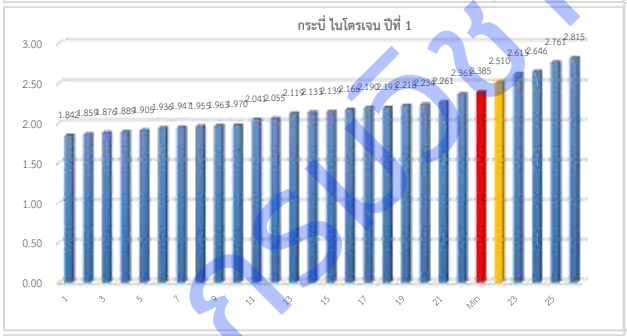
ภาพที่ 1.2-14 ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)

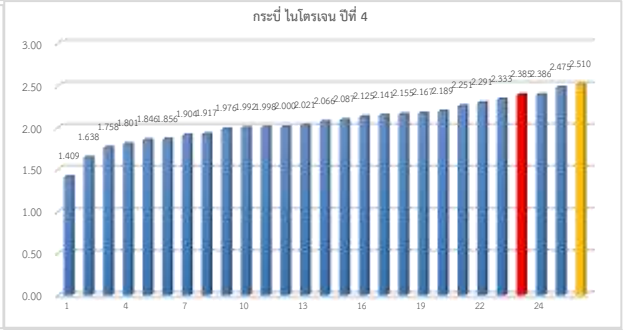
กรมวิชาการเกษตร

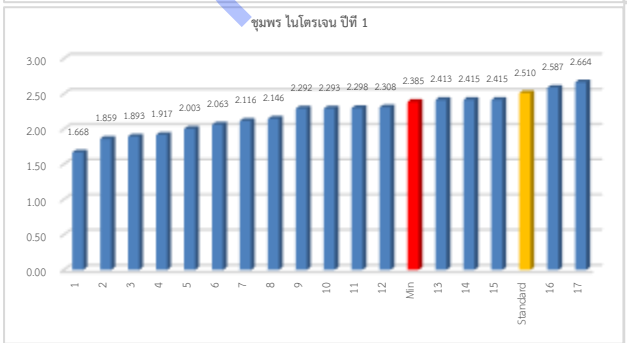
1.3.2) ผลวิเคราะห์ใบ สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ ปริมาณธาตุอาหารในใบจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมันมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน (ปี 2559) เนื่องจากเป็นการนำเสนอเป็นภาพรวมของแต่ละจังหวัด และมีปาล์มน้ำมันหลายช่วงอายุ ดังนั้นจึงได้ใช้ค่าวิกฤตของใบปาล์มน้ำมันที่อายุ 8 ปีเป็นตัวแทนในการประเมินความเหมาะสมของธาตุอาหารในใบ

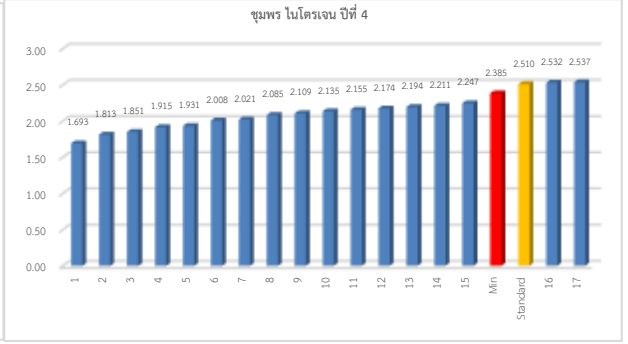
ไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 2.385-2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดไนโตรเจน และหากปริมาณไนโตรเจนสูงกว่า 2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณไนโตรเจนสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมในใบมีค่า 2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตของเกษตรกรทั้ง 4 พื้นที่ดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 26.7 15.4 29.4 และ 0 ตามลำดับ และจากการให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินใบตลอด 4 ปี ซึ่งเกษตรกรบางรายได้ปฏิบัติตามคำแนะนำ บางรายปฏิบัติตามบางส่วน และบางรายไม่สามารถปฏิบัติตามได้เนื่องจากราคาจำหน่ายผลผลิตค่อนข้างต่ำ และไม่มีเงินใส่ปุ๋ย ซึ่งผลวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนในใบในปี 2562 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 23.8 8.0 11.8 และ 23.8 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุไนโตรเจนต่ำกว่าค่าวิกฤตมากกว่าในช่วงเริ่มต้น มีเฉพาะอำเภอสิเกา ที่ปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงกว่าค่าวิกฤตมากกว่าช่วงเริ่มต้น (ภาพที่ 1.2-15)



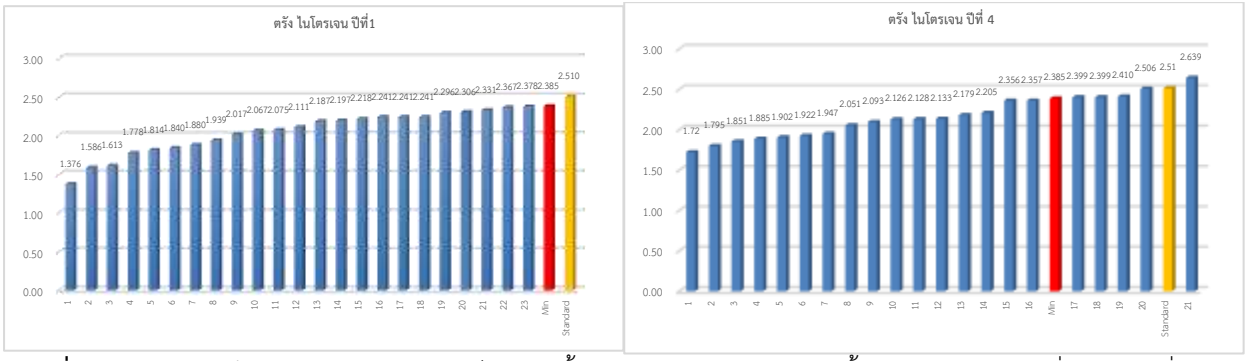






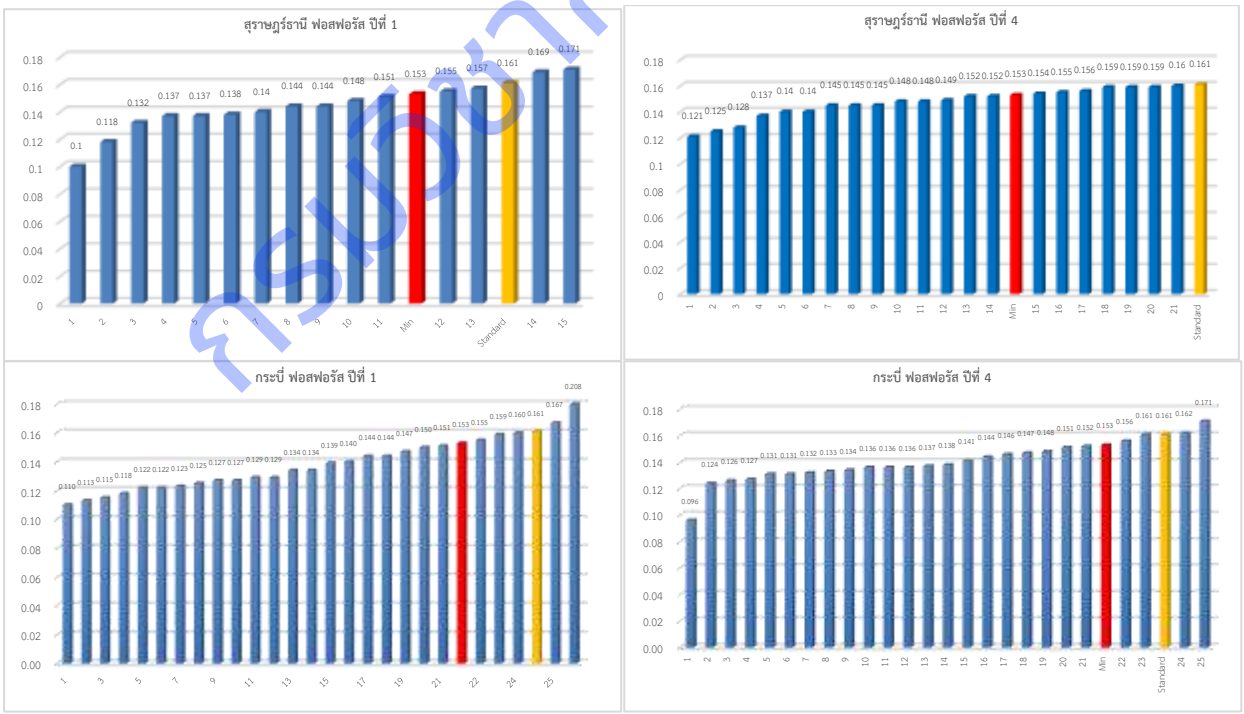


กรมวิชาการเกษตร

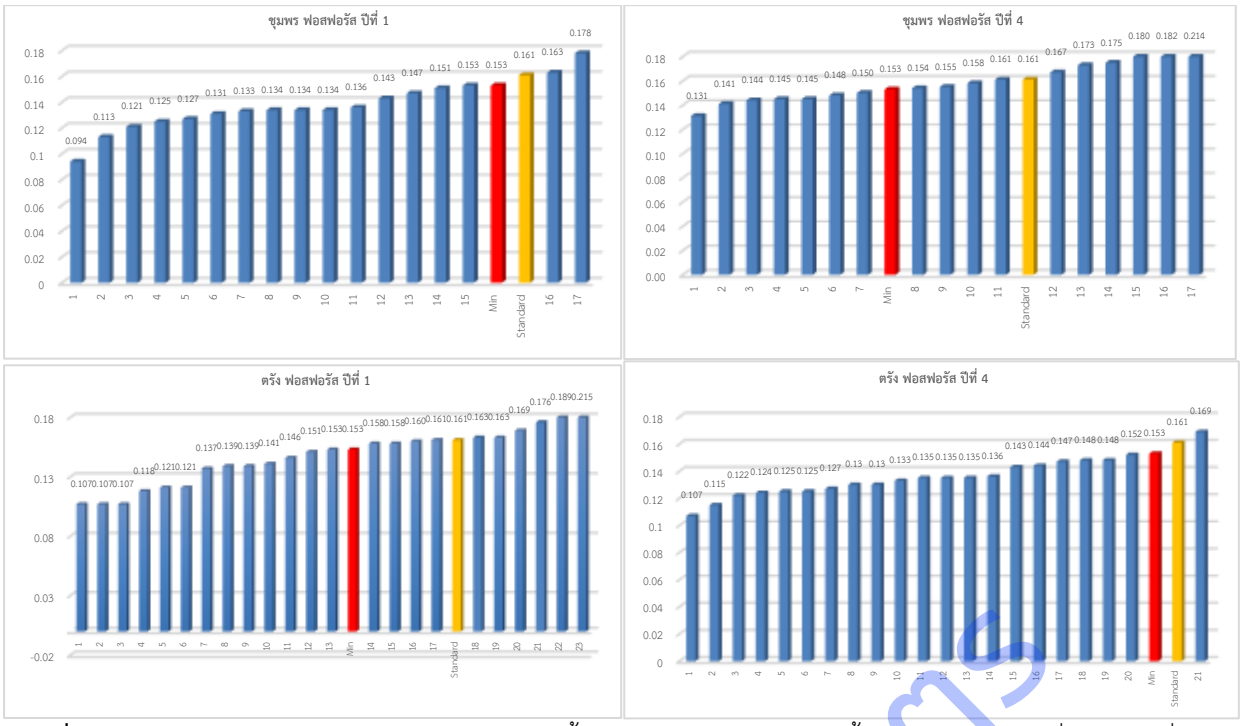


ภาพที่ 1.2-15 ปริมาณไนโตรเจนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.153-0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดฟอสฟอรัสและหากปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในใบมีค่า 0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตของเกษตรกรทั้ง 4 พื้นที่ดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 26.7 19.2 11.8 และ 40.0 ตามลำดับ และจากการให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินใบตลอด 4 ปี ซึ่งเกษตรกรบางรายได้ปฏิบัติตามคำแนะนำ บางรายปฏิบัติตามบางส่วน และบางรายไม่สามารถปฏิบัติตามได้เนื่องจากราคาจำหน่ายผลผลิตค่อนข้างต่ำ และไม่มีเงินใส่ปุ๋ย ซึ่งผลวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสในใบในปี 2562 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 33.3 16.0 58.8 และ 4.8 ตามลำดับ ซึ่งอำเภอคลองท่อมและอำเภอสิเกา ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนลดต่ำกว่าช่วงเริ่มต้นปี 2559 มีเฉพาะอำเภอพระแสงและอำเภอท่าแซะ ที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนเพิ่มมากกว่าช่วงเริ่มต้น (ภาพที่ 1.2-16)



กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.2-16 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>โพแทสเซียม</u> ปริมาณโพแทสเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.900-1.100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 0.900 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดโพแทสเซียมและหากปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่า 1.100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณโพแทสเซียมสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมในใบมีค่า 1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตของเกษตรกรทั้ง 4 พื้นที่ดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 26.7 53.8 11.8 และ 34.8 ตามลำดับ และจากการให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินใบตลอด 4 ปี ซึ่งเกษตรกรบางรายได้ปฏิบัติตามคำแนะนำ บางรายปฏิบัติตามบางส่วน และบางรายไม่สามารถปฏิบัติตามได้เนื่องจากราคาจำหน่ายผลผลิตค่อนข้างต่ำ และไม่มีเงินใส่ปุ๋ย ซึ่งผลวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมในใบในปี 2562 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 38.1 36.0 11.8 และ 47.6 ตามลำดับ ซึ่งอำเภอคลองท่อม ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนลดต่ำกว่าช่วงเริ่มต้น อำเภอท่าแซะ ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตมีอัตราเท่าเดิม มีเฉพาะอำเภอพระแสงและอำเภอสิเกาที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบ จำนวนเกษตรกรที่ใบปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนเพิ่มมากกว่าช่วงเริ่มต้น (ภาพที่ 1.2-17)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.2-17 ปริมาณโพแทสเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>แมกนีเซียม</u> ปริมาณแมกนีเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.238-0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่า 0.238 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดแมกนีเซียมและหากปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่า 0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณแมกนีเซียมสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณแมกนีเซียมที่เหมาะสมในใบมีค่า 0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ทั้ง 4 พื้นที่ ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมีปริมาณธาตุแมกนีเซียมสูงกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ และในปี 2562 มีเฉพาะอำเภอคลองท่อมที่ใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุแมกนีเซียมต่ำกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 36.0 (ภาพที่ 1.2-18)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.2-18 ปริมาณแมกนีเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>แคลเซียม</u> ปริมาณแคลเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.250-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณแคลเซียมต่ำกว่า 0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดแคลเซียม และหากปริมาณแคลเซียมสูงกว่า 1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณแคลเซียมสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมในใบมีค่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ทั้ง 4

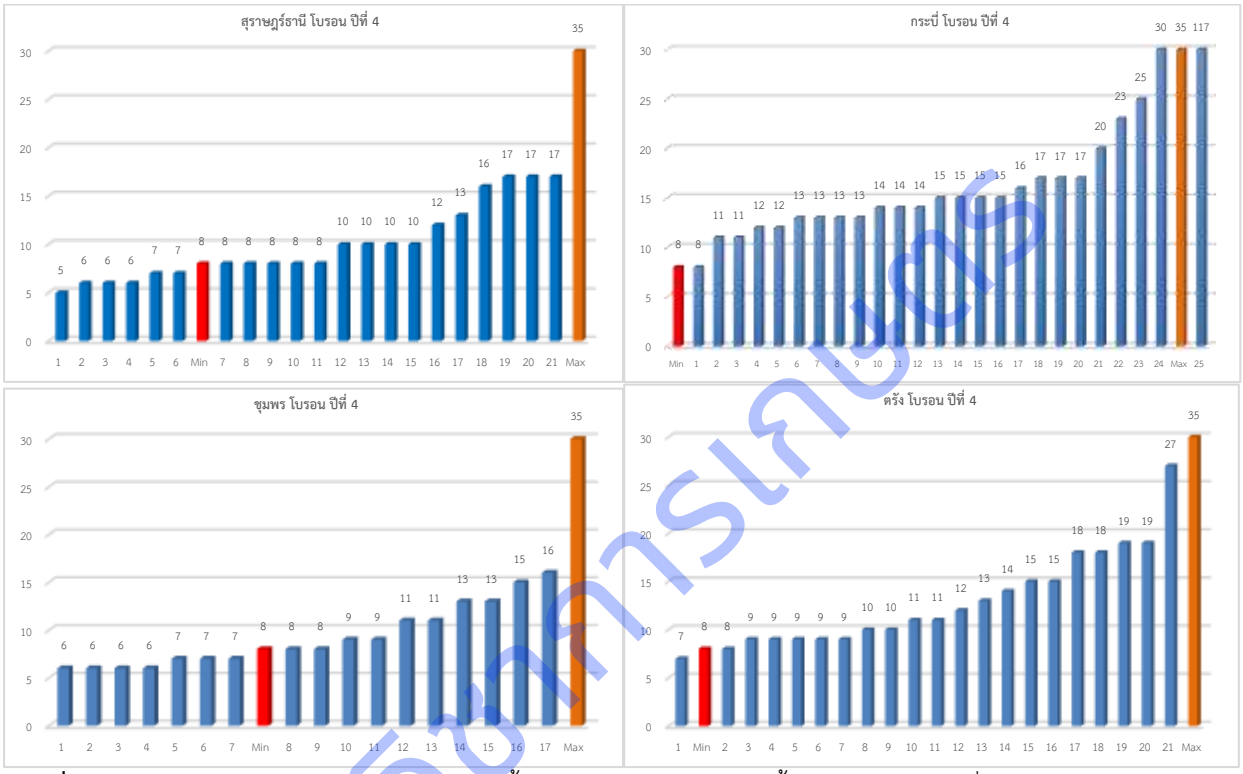
กรมวิชาการเกษตร

พื้นที่ ปริมาณธาตุแคลเซียมมีค่าเหมาะสม (0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ต่ำกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 13.3 26.9 5.9 และ 4.0 ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมในใบในปี 2562 พบว่า อำเภอพระแสง ท่าแซะและสิเกา ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำกว่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง มีเฉพาะอำเภอคลองท่อมที่ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบสูงกว่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และสูงกว่า 1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง คิดเป็นร้อยละ 12.0 โดยไม่มีเกษตรกรรายใดที่ปริมาณแคลเซียมในใบต่ำกว่าค่าวิกฤตเลย ในขณะที่อำเภอพระแสง ท่าแซะและสิเกา ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต (0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ร้อยละ 19.0 11.8 และ 33.3 ตามลำดับ (ภาพที่ 1.2-19) ซึ่งต้องปรับให้ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผนังเซลล์แข็งแรง โดยการใช้ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟต แต่ต้องระวังสมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมด้วย

ภาพที่ 1.2-19 ปริมาณแคลเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

กรมวิชาการเกษตร

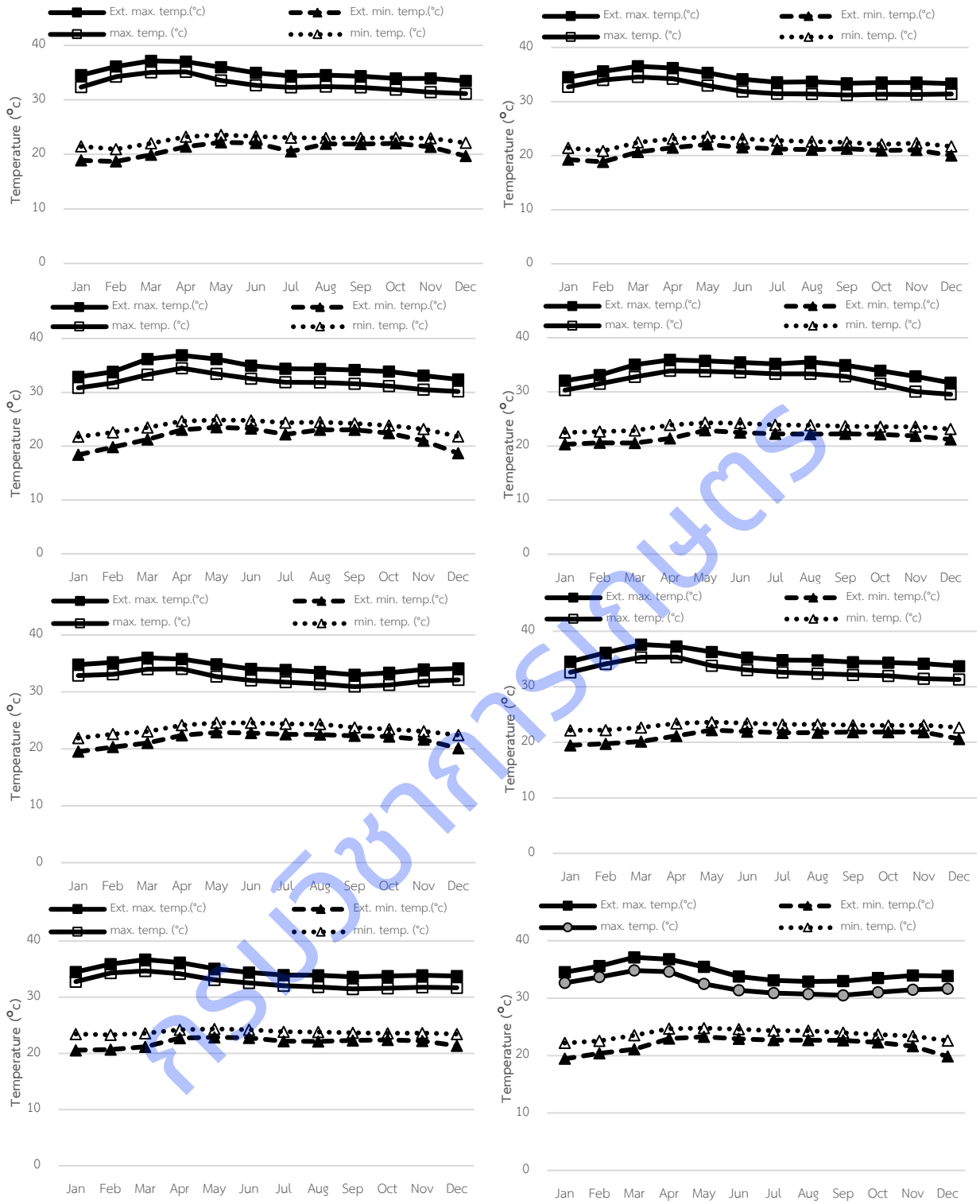
โบรอน ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากค่าต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งแสดงว่า โบรอนในใบขาดในระดับวิกฤต ต้องให้โบรอน 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี และหากโบรอนสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งแสดงว่า ปริมาณโบรอนในใบมีค่าสูงเกินกว่าค่าเหมาะสม เกษตรกรต้องลดหรืองดการใส่โบรอนทันที ซึ่งจะช่วยลดความเป็นพิษที่อาจส่งผลต่อปาล์มน้ำมันได้ และลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันด้วย ผลวิเคราะห์โบรอนในใบแสดงข้อมูลปีที่ 4 เนื่องจากช่วงแรกไม่ได้วิเคราะห์โบรอน ผลวิเคราะห์โบรอน ปี 2562 พบว่า อำเภอคลองท่อม โบรอนสูงกว่า 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และมีเพียง 1 ราย ที่โบรอนในใบมีค่าสูงมาก 117 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (ประวัติการใส่โบรอน 500 กรัมต่อต้นต่อปี) สำหรับอำเภอพระแสง ท่าแซะและสิเกาพบว่า เกษตรกรร้อยละ 28.6 41.2 และ 4.76 โบรอนในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต (ภาพที่ 1.2-20) ได้แนะนำให้ใส่โบรอนอัตรา 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี (ขึ้นกับวิธีการใส่) เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับการพัฒนาของใบใหม่และการพัฒนาของหลอดละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งส่งผลต่อการผสมเกสรและการผสมติดของช่อดอกตัวเมีย



ภาพที่ 1.2-20 ปริมาณโบรอนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

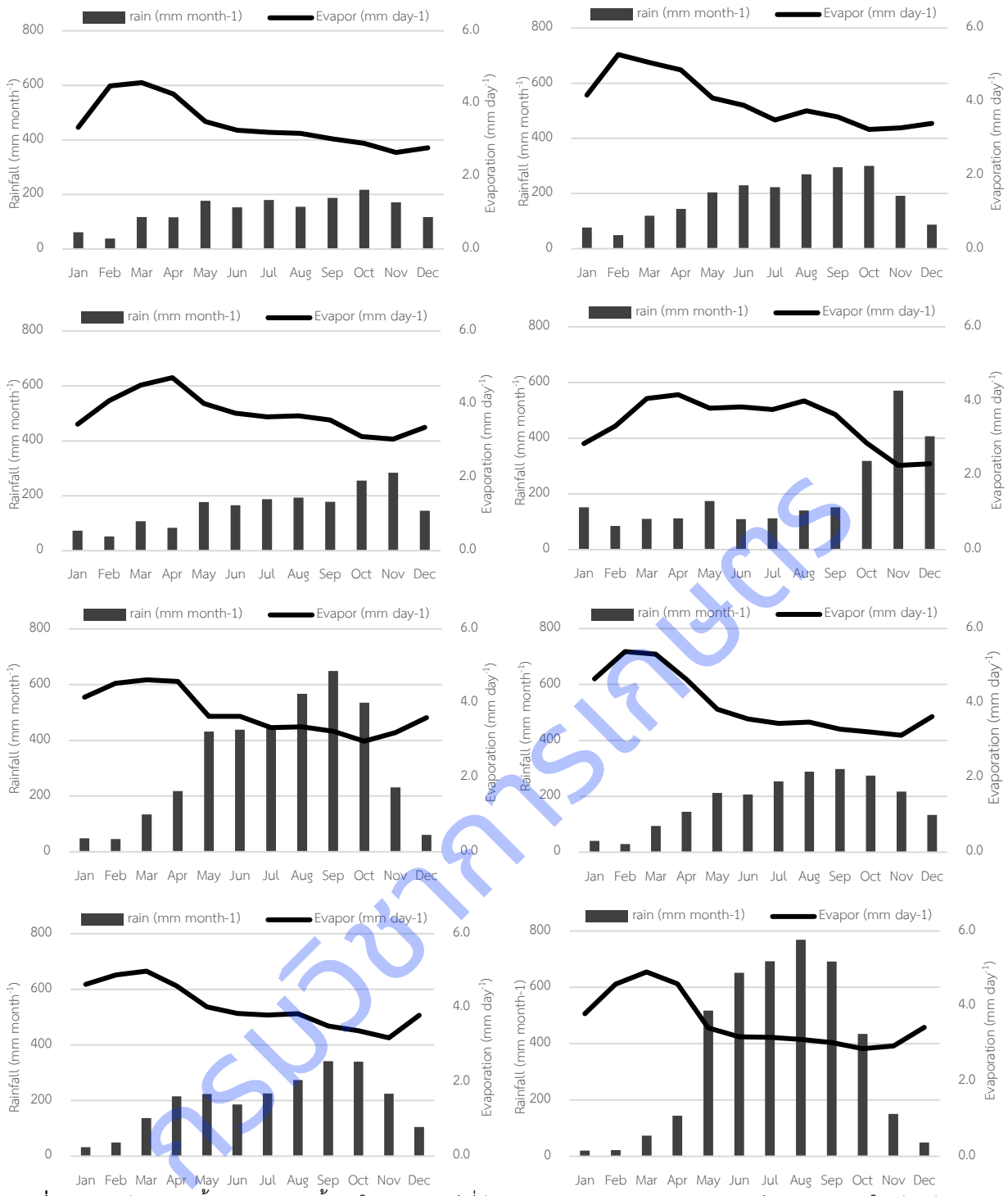
กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา



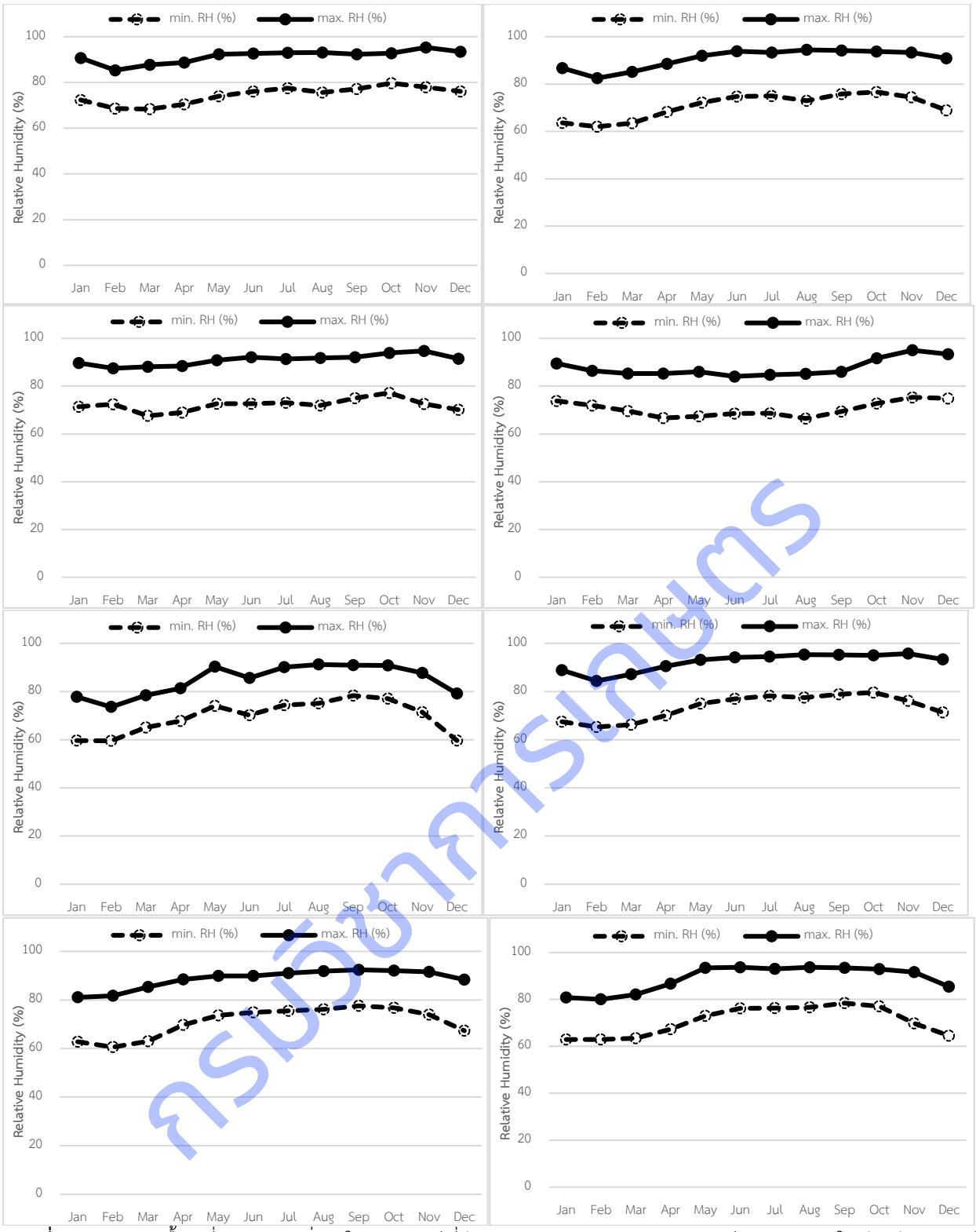
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.2-21 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)



ภาพที่ 1.2-22 ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)

กรมอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 1.2-23 ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)

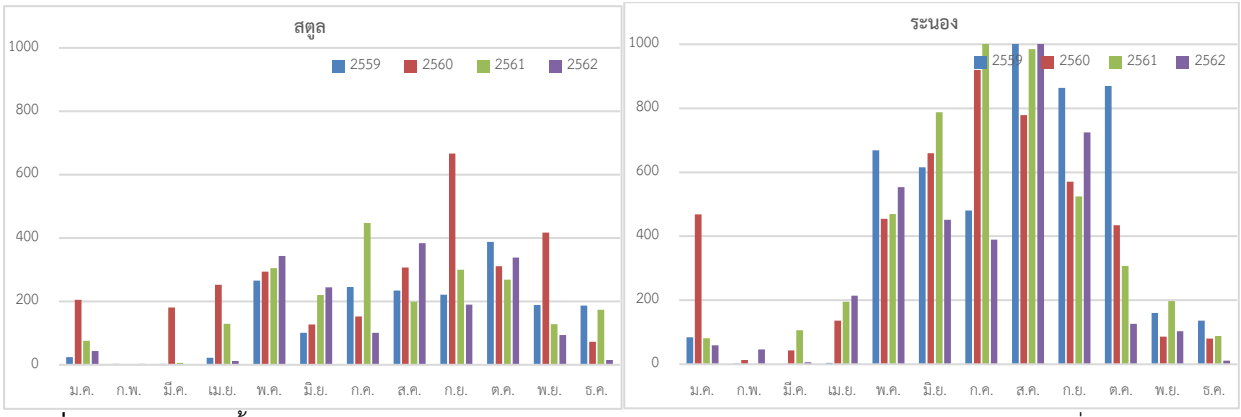
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณน้ำฝนต่อเดือนมีค่าน้อยมากในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน และพฤศจิกายน-ธันวาคม (บางจังหวัดปริมาณน้ำฝนสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน) และพบว่า ปริมาณฝนของจังหวัดชุมพรและนครศรีธรรมราช มีปริมาณค่อนข้างน้อยกว่าจังหวัดอื่นๆ ตลอด 4 ปี สำหรับปริมาณฝนในช่วง 4 ปี ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรังและสตูลมีค่าสูงกว่า 2 จังหวัดที่กล่าวข้างต้น และจังหวัดพังงาและระนองเป็น

กรมอุตุนิยมวิทยา

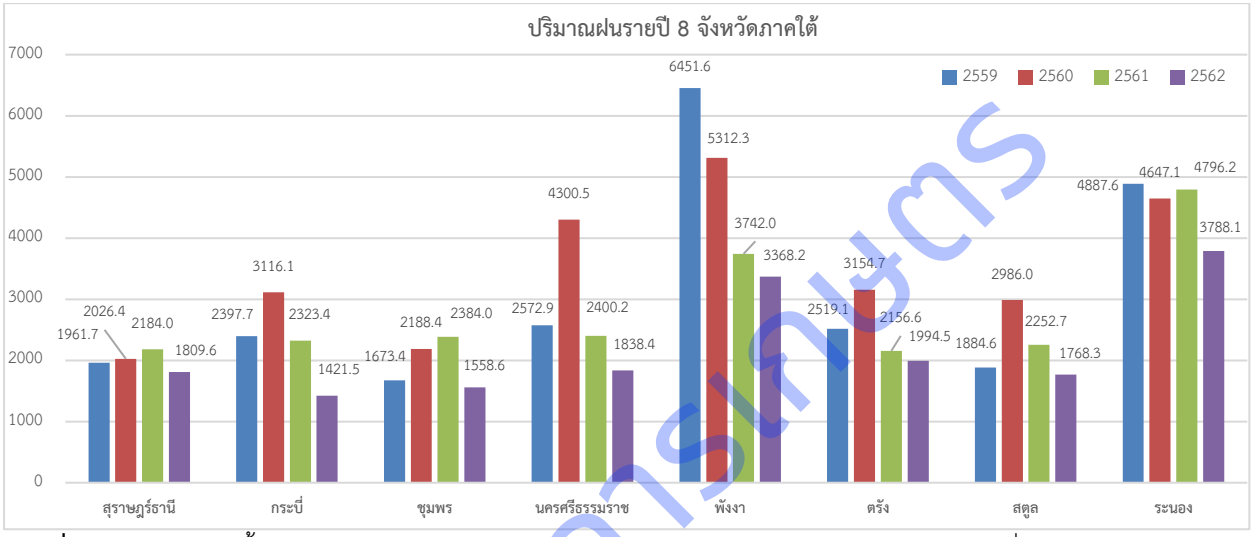
จังหวัดที่มีปริมาณฝนสูงมากในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม (ภาพที่ 1.2-25) ปริมาณน้ำฝนรายปีตลอด 4 ปี (2559-2562) ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 1,962 2,026 2,184 และ 1,810 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดกระบี่ มีค่า 2,398 3,116 2,323 และ 1,421 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดชุมพร มีค่า 1,673 2,188 2,384 และ 1,559 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 2,573 4,300 2,400 และ 1,838 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดพังงา มีค่า 6,452 5,312 3,742 และ 3,368 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดตรัง มีค่า 2,519 3,155 2,157 และ 1,994 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดสตูล มีค่า 1,885 2,986 2,253 และ 1,768 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดระนอง มีค่า 4,888 4,647 4,796และ 3,788 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.2-25)

ค่าระเหยน้ำ พบว่า จังหวัดนครศรีธรรมราช ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยตลอดปี มีค่าต่ำที่สุด และจังหวัดที่ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยรายเดือนตลอด 4 ปีค่อนข้างสูงคือ จังหวัดกระบี่และตรัง แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิโดยรอบทรงพุ่ม ที่มีค่าสูง ส่งผลให้ดินมีการระเหยน้ำเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 1.2-26 และ 1.2-27)

กรมอุทกวิทยา

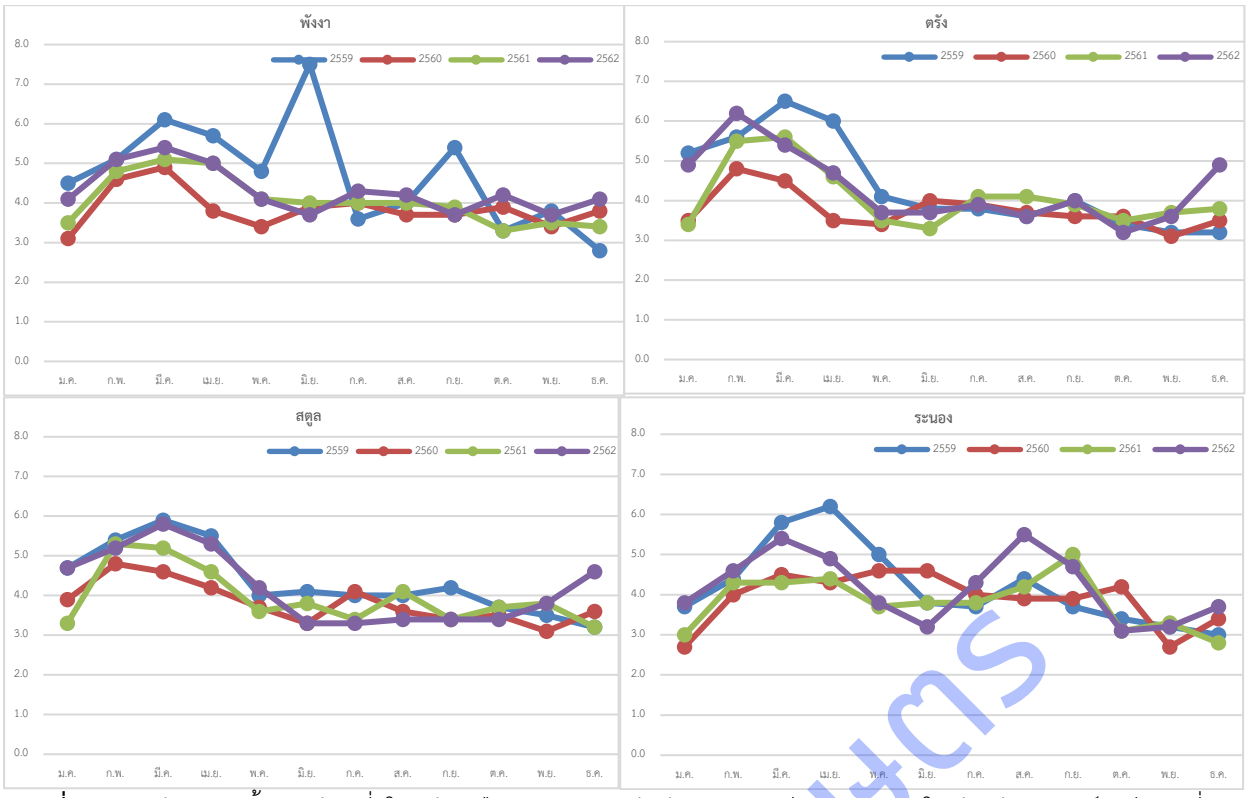


ภาพที่ 1.2-24 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ.2559-2562

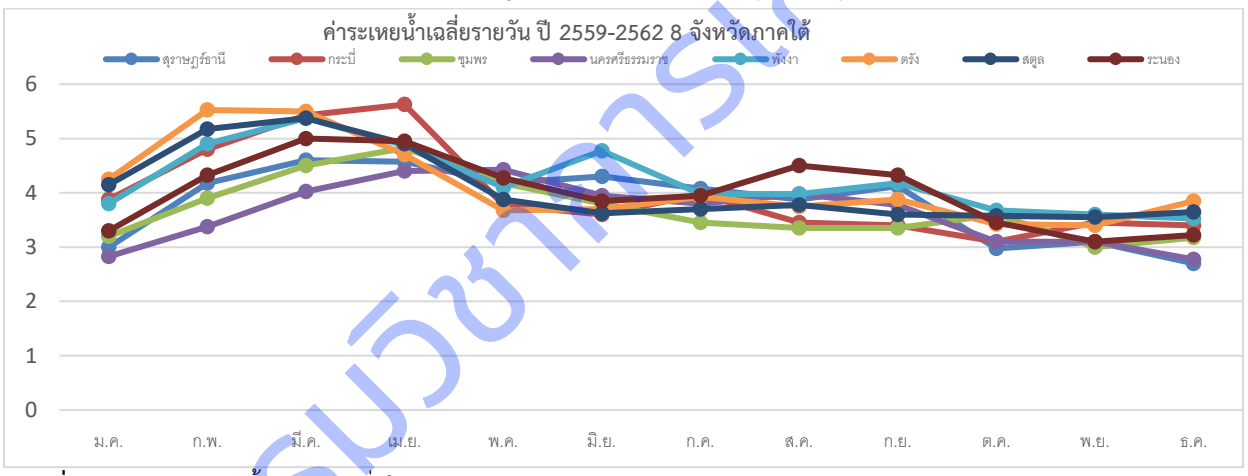


ภาพที่ 1.2-25 ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2559-2562

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.2-26 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2562

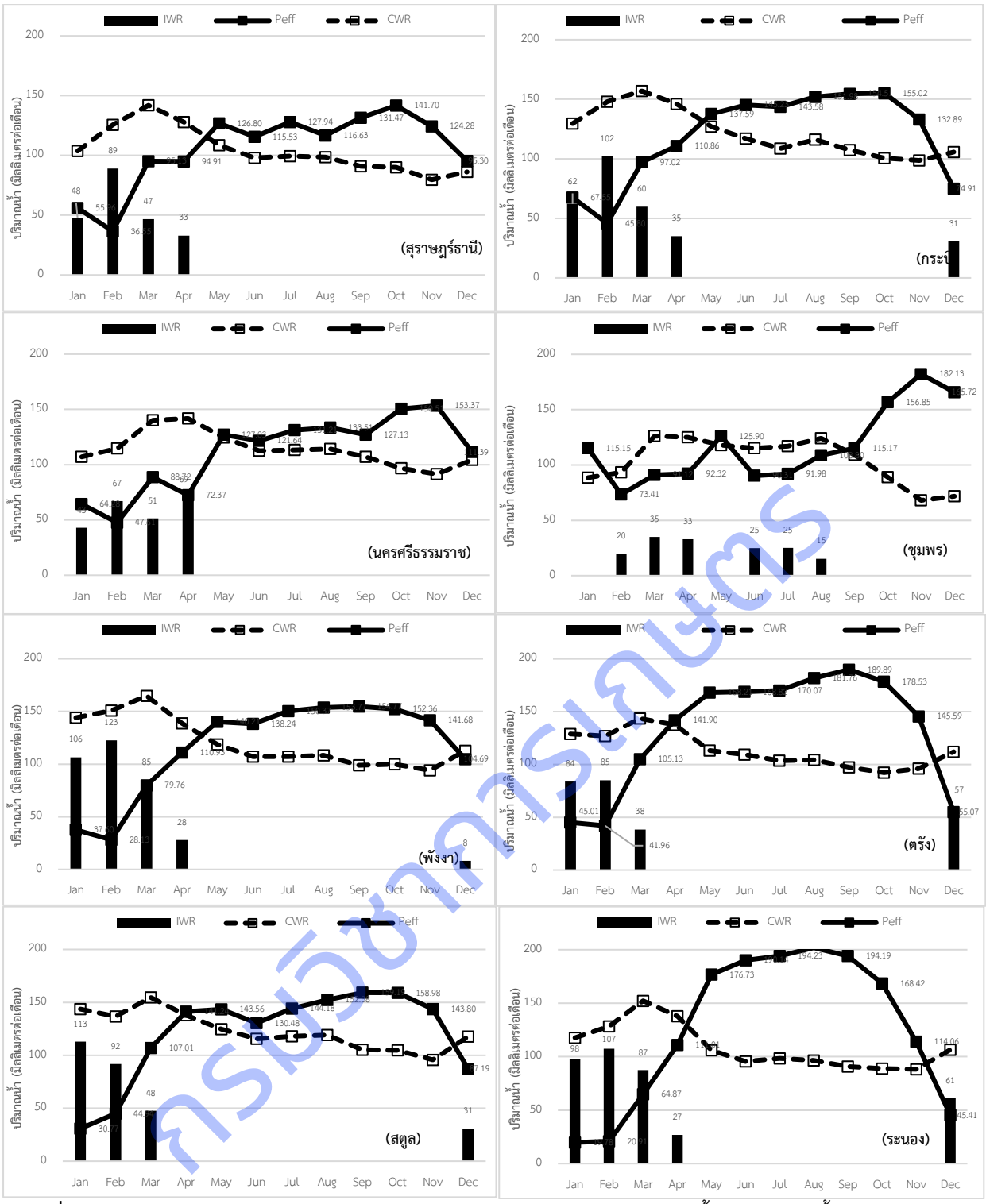


ภาพที่ 1.2-27 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

นำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำตลอด 30 ปี และค่า Kc ของปาล์มน้ำมัน มาคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Precipitation efficient; Peff) ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และค่าความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigated Water Requirement; IWR) หรือค่าการขาดน้ำ (Water deficit)ของปาล์มน้ำมันใน 8 จังหวัดภาคใต้ (ภาพที่ 1.2-28) พบว่า ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง มีค่า 1,250 1,461 1,368 1,245 1,446 1,365 1,474 และ 1,307 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ปริมาณฝนใช้การมีค่า 1,262 1,417 1,329 1,409 1,393 1,592 1,444 และ 1,502 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จึงส่งผลต่อค่าความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมัน โดยจังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ระนอง (380 มิลลิเมตรต่อปี) สำหรับตรัง กระบี่ สตูล พังงา ชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช มีค่าการขาดน้ำ 350 290 283 264 231 217 และ 153 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.2-28 ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation efficient; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี

ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

การเก็บตัวอย่างดินและใบเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือรอยเท้าน้ำของการผลิตปาล์มน้ำมันไปโดยปริยาย และช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์ม

กรมวิชาการเกษตร

น้ำมันได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้มีความสมดุลของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้านเงินทุน-ความตั้งใจจริงในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรหลายรายต่ำกว่าที่ควรจะเป็นทั้งที่ค่าการขาดน้ำมีค่าต่ำกว่าหลายพื้นที่ ซึ่งจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน สำหรับการนำปริมาณไนโตรเจนที่เกษตรกรให้แก่ปาล์มน้ำมันมาวิเคราะห์ Grey Water Footprint ซึ่งจะทราบข้อมูลการจัดการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มมาด้วย

จากตารางที่ 1.2-4 เห็นได้ว่า เกษตรกรใน 8 อำเภอที่เป็นตัวแทนของแต่ละจังหวัดใส่ปุ๋ยไม่ครบชนิดที่ปาล์มน้ำมันต้องการ โดยเฉพาะแมกนีเซียมและโบรอนที่เกษตรกรหลายรายไม่เห็นความสำคัญ สำหรับธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม พบว่า เกษตรกรมีทั้งไม่ใส่ ใส่เหมาะสมและใส่ในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และอาจส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย โดยภาพรวมเกษตรกรที่อำเภอสิเกาจังหวัดตรังเป็นกลุ่มเกษตรกรที่มีความใส่ใจในการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ และเกษตรกรอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร (บ้านหัวว่าว) ส่วนใหญ่ไม่ใส่กีเซอไรท์และโบรอน และเป็นพื้นที่เดียวที่เกษตรกร 5 รายไม่ใส่ปุ๋ยแหล่งฟอสฟอรัสทั้ง 18-46-0 หรือหินฟอสเฟต

ตารางที่ 1.2-4 ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 190 แปลง ใน 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2561

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
สุราษฎร์ธานี	**6**	**8**	**5**	**9**	**28**
ไนโตรเจน; N	255-2025	440-1020	480-2580	525-2025	255-2580
ฟอสฟอรัส; P	225-690 (1)	184-970	690-2160	180-690 (2)	0-2160
โพแทสเซียม; K	225-1800	720-2910	720-4320	225-1980	225-4320
แมกนีเซียม; Mg	-	270 (7)	-	-	0-270
โบรอน; B	109	11 (7)	-	3.63 (8)	0-109
กระบี่	**6**	**8**	**9**	**6**	**29**
ไนโตรเจน; N	189-1200	508-1160	300-1139	300-1080	189-1200
ฟอสฟอรัส; P	108-900	175-1580 (1)	210-1350 (1)	240-600	0-1580
โพแทสเซียม; K	108-3210	900-1650 (1)	300-3900	300-2250	0-3900
แมกนีเซียม; Mg	68 (5)	270-1000 (5)	11 (8)	-	0-1000
โบรอน; B	7.26 (4)	33 (7)	7.26 (8)	-	0-33
ชุมพร	**5**	**6**	**6**	**5**	**22**
ไนโตรเจน; N	420-840 (2)	420-840 (1)	630-1710	315-1435	0-1710
ฟอสฟอรัส; P	-	140-300 (2)	140-2760 (3)	140-420	0-2760
โพแทสเซียม; K	1200-2400 (2)	150-1800 (1)	700-2400	900-3300	0-3300
แมกนีเซียม; Mg	-	-	540 (5)	-	0-540
โบรอน; B	20 (4)	-	-	-	0-20
นครศรีธรรมราช	**5**	**7**	**6**	**7**	**21**
ไนโตรเจน; N	225-700 (1)	180-702 (3)	180-1380 (2)	61-1260 (1)	0-1380
ฟอสฟอรัส; P	60-350 (1)	80-576 (4)	90-1380 (2)	32-900 (1)	0-1380

กรมวิชาการเกษตร

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
โพแทสเซียม; K	105-1750 (1)	180-4557 (3)	225-2580 (1)	165-2520 (1)	0-4557
แมกนีเซียม; Mg	-	250 (6)	250-270 (3)	-	0-270
โบรอน; B	-	3.63 (6)	22 (5)	3.63 (6)	0-22
พังงา	**3**	**4**	**5**	**10**	**22**
ไนโตรเจน; N	420-468	260-840	525-1655	290-1800 (1)	0-1800
ฟอสฟอรัส; P	231-552 (1)	140-840	15-300 (2)	120-900 (3)	0-900
โพแทสเซียม; K	720-1200	600-2280	108-2100	600-2700 (1)	0-2700
แมกนีเซียม; Mg	-	540 (3)	125-135 (2)	125-250 (7)	0-540
โบรอน; B	-	-	22 (3)	22 (7)	0-22
ตรัง	**7**	**5**	**5**	**5**	**22**
ไนโตรเจน; N	200-1296 (1)	420-980	292-900 (2)	420-1020 (2)	0-1296
ฟอสฟอรัส; P	139-540 (1)	200-920 (1)	224-420 (2)	460 (3)	0-920
โพแทสเซียม; K	475-2532 (2)	1180-2100	540-2100 (2)	1200-1800 (2)	0-2532
แมกนีเซียม; Mg	11 (6)	270 (4)	270 (4)	-	0-270
โบรอน; B	3.6-7.3 (5)	22-44 (3)	31-44 (3)	7-33 (3)	0-44
สตูล	**4**	**5**	**6**	**6**	**21**
ไนโตรเจน; N	0.52-945	86-780 (3)	0.33-420 (3)	184-630 (2)	0-945
ฟอสฟอรัส; P	1.50-417 (1)	91-465 (3)	0.96-90 (4)	184-600 (3)	0-600
โพแทสเซียม; K	0.11-2910 (1)	144-1800 (2)	0.1-2700 (3)	240-4680 (2)	0-4680
แมกนีเซียม; Mg	-	250-800 (3)	75-240 (2)	75-125 (4)	0-800
โบรอน; B	-	-	11 (3)	11 (5)	0-11
ระนอง	**10**	**5**	**3**	**7**	**25**
ไนโตรเจน; N	42-810 (2)	840-1350 (1)	350-690 (1)	350-1600	0-1600
ฟอสฟอรัส; P	70-700 (7)	900-1520 (2)	250-1000 (1)	180-1520	0-1520
โพแทสเซียม; K	430-2016 (6)	1200-2700 (1)	600-2400	990-6320	0-6320
แมกนีเซียม; Mg	54-270 (6)	250-270 (3)	270 (2)	-	0-270
โบรอน; B	3.6 (9)	7.7-14.3 (2)	-	5.5-14.3 (5)	0-14.3

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการจัดการของเกษตรกร และช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน โดยช่วงอายุที่ให้ผลผลิตสูงคือ ช่วงอายุ 9-12 ปี รองลงมาคือ ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน 5-8 ปี และช่วงอายุมากกว่า 12 ปี ผลผลิตส่วนใหญ่คอนข้างลดลง ทั้งนี้สืบเนื่องจากสภาพอากาศและการจัดการของเกษตรกร (ตารางที่ 1.2-5)

ตารางที่ 1.2-5 ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2559-2562 ที่ผ่านมา

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4*
สุราษฎร์ธานี				

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4*
1-4 ปี				
5-8 ปี	0.50±0.26	1.50±1.11	1.34±1.01	1.53±1.02
9-12 ปี	2.76±1.45	4.42±1.53	3.06±0.53	2.11±0.64
มากกว่า 12 ปี	2.82±2.42	2.83±1.21	2.68±0.89	1.49±0.57
กระบี่				
1-4 ปี		0.65±0.38		1.02±0.93
5-8 ปี	3.44±0.98	4.43±1.66	2.93±2.26	1.98±1.36
9-12 ปี	3.07±1.28	3.57±1.00	4.91±2.21	2.67±1.53
มากกว่า 12 ปี	3.38±1.36	3.18±0.94	4.53±2.08	2.52±2.10
ชุมพร				
1-4 ปี				
5-8 ปี	1.93±1.65	1.80±1.73	2.39±1.05	0.93±0.27
9-12 ปี	3.29±1.65	3.38±1.07	2.31±2.17	1.88±1.56
มากกว่า 12 ปี	2.15±0.78	2.77±0.96	2.94±1.48	1.81±1.06
นครศรีธรรมราช				
1-4 ปี				
5-8 ปี	3.02±0.91	3.02±1.49	1.35±1.39	1.52±0.94
9-12 ปี	3.92±1.18	4.57±2.10	3.35±1.18	2.37±1.39
มากกว่า 12 ปี	2.71±1.26	3.25±1.58	4.08±1.47	2.11±1.41
ตรัง				
1-4 ปี				1.26±0.01
5-8 ปี	2.24±0.82	5.05±4.71	4.81±2.47	0.82±0.37
9-12 ปี	2.13±0.70	3.18±1.75	5.80±2.19	3.72±0.91
มากกว่า 12 ปี	3.11±1.10	3.85±2.06	4.01±1.84	2.59±1.99
พังงา				
1-4 ปี				0.79
5-8 ปี	1.48±0.84	1.54	1.08±0.47	0.91±0.76
9-12 ปี	3.36±1.20	2.89±2.01	3.07±1.29	2.09±1.38
มากกว่า 12 ปี	1.17±0.61	2.71±1.22	3.04±1.71	2.48±1.33
สตูล				
1-4 ปี				
5-8 ปี	1.28±0.76	1.57±0.75	1.51±0.71	1.21±1.09
9-12 ปี	3.19±0.89	3.59±1.91	4.21±1.85	2.26±0.83
มากกว่า 12 ปี	2.26±1.17	1.81±1.29	1.92±1.43	2.83±2.19
ระนอง				
1-4 ปี				0.45±0.06
5-8 ปี	2.02±2.80	4.53	4.6	0.67±0.54

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4*
9-12 ปี	1.67±1.7	1.42±0.97	1.28±0.72	2.57±1.59
มากกว่า 12 ปี	2.97±1.52	3.70±2.05	3.35±1.49	1.31±0.66

* ผลผลิตปีที่ 4 เป็นผลผลิตในรอบ 6 เดือน

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จากผลวิเคราะห์ Blue WF Green WF และ Grey WF ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ และเสนอในรูปผลรวมของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Total WF) และเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 8 จังหวัดภาคใต้ตลอดช่วงอายุ 25 ปีมีค่า 567-1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ใกล้เคียงกับการรายงานของ Sattayakul และคณะ (2016) ที่ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกตลอดช่วงอายุ 25 ปี มีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และหากเกษตรกรใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันลดลงเหลือ 888 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และจากการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันทางตอนกลางของเกาะกาลิมันตัน โดย Safitri และคณะ (2018) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 560-1,140 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ขึ้นกับสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัว และสามารถจำแนกเป็นภาพรายจังหวัดได้ดังนี้

อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,477 774 580 และ 678 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 805 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,128 653 และ 643 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,290 697 709 และ 797 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ มีค่า 846 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 790 971 และ 858 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,080 938 793 และ 1,018 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร มีค่า 979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,060 821 และ 875 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 854 570 447 และ 626 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 625 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 670 522 และ 513 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,007 857 855 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอสิเกา จังหวัดตรังมีค่า 799 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,171 845 และ 548 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,126 957 673 และ 771 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา มีค่า 842 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,003 756 และ 683 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 2,186 932 650 และ 1,086 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอมะนัง จังหวัดสตูล มีค่า 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,053 1,177 และ 1,410 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 597 430 664 และ 570 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง มีค่า 567 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 657 541 และ 497 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.2-6)

ตารางที่ 1.2-6 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-3 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) **ใน** 8 จังหวัดภาคใต้ ในปี 2559- 2561 ที่ผ่านมา

ช่วงอายุ	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)					
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี	จำนวนปีแต่ละช่วง	แต่ละช่วงอายุ
สุราษฎร์ธานี						
1-4 ปี	2,433	520.5	-	**1,476.8**	4	5,907.0
5-8 ปี	702.9±320.6	864.1±591.6	756.2±354.8	**774.4**	4	3,097.6
9-12 ปี	750.3±392.4	434.2±169.9	555.8±116.6	**580.1**	4	2,320.4
มากกว่า 12 ปี	624.9±917.5	791.5±432.5	617.1±165.8	**677.8**	13	8,811.8
เฉลี่ย	**1,127.8**	**652.6**	**643.0**	**877.3**		**805.5**
กระบี่						
1-4 ปี	628.8±72.5	1,637.9±1259.6	1,602.2±992.3	**1,289.6**	4	5,158.5
5-8 ปี	705.3±186.1	783.6±262.8	602.0±283.0	**697.0**	4	2,787.9
9-12 ปี	951.9±450.5	642.7±158.3	532.9±193.9	**709.2**	4	2,836.7
มากกว่า 12 ปี	875.5±321.5	821.9±272.3	693.6±236.7	**797.0**	13	10,361.0
เฉลี่ย	**790.4**	**971.5**	**857.7**	**873.2**		**845.76**
ชุมพร						
1-4 ปี	1,080.1±822.4			**1080.1**	4	4,320.4
5-8 ปี	1,070.1±642.6	772.5±483.0	970.5±328.0	**937.7**	4	3,750.8
9-12 ปี	856.9±305.2	794.3±227.1	726.6±275.6	**792.6**	4	3,170.4
มากกว่า 12 ปี	1,232.6±525.6	894.9±340.4	927.6±339.3	**1018.4**	13	13,238.8
เฉลี่ย	**1059.9**	**820.6**	**874.9**	**957.2**		**979.21**
นครศรีธรรมราช						

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)					
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี	จำนวนปีแต่ละช่วง	แต่ละช่วงอายุ
1-4 ปี	854.5			**854.5**	4	3,418.0
5-8 ปี	508.9±48.7	584.6±205.4	615.8±179.2	**569.8**	4	2,279.1
9-12 ปี	528.1±176.1	412.0±145.5	401.6±138.2	**447.2**	4	1,788.9
มากกว่า 12 ปี	787.5±338.7	568.6±120.0	520.7±148.0	**625.6**	13	8,132.8
เฉลี่ย	**669.8**	**521.7**	**512.7**	**624.3**		**624.7**
ตรัง						
1-4 ปี	1,707.1	809.7±754.7	503.7±245.8	**1,006.8**	4	4,027.3
5-8 ปี	1,032.1±386.7	1,048.5±540.1	490.9±252.9	**857.2**	4	3,428.7
9-12 ปี	1,161.6±238.1	847.5±450.3	554.7±320.5	**854.6**	4	3,418.4
มากกว่า 12 ปี	782.3±237.6	673.6±280.4	643.3±174.4	**699.7**	13	9,096.5
เฉลี่ย	**1,170.8**	**844.8**	**548.2**	**854.6**		**798.8**
พังงา						
1-4 ปี	1,126.5			**1,126.5**	4	4,506.0
5-8 ปี	1,224.1±451.0	863.8±499.0	783.6±380.9	**957.2**	4	3,828.7
9-12 ปี	564.1±167.4	786.8±450.1	669.4±415.9	**673.4**	4	2,693.7
มากกว่า 12 ปี	1098	618.8±99.8	596.0±52.5	**770.9**	13	10,022.1
เฉลี่ย	**1,003.2**	**756.5**	**683.0**	**882.0**		**842.0**
สตูล						
1-4 ปี	1,547.8	2,088.5	2,922.3	**2,186.2**	4	8,744.8
5-8 ปี	948.9±284.6	677.3±264.8	1,169.3±276.1	**931.8**	4	3,727.3
9-12 ปี	779.5	732.3	438.2±66.7	**650.0**	4	2,600.0
มากกว่า 12 ปี	937.2±253.6	1,211.4±655.1	1,109.7±545.8	**1,086.1**	13	14,119.3
เฉลี่ย	**1,053.4**	**1,177.4**	**1,409.9**	**1,213.5**		**1,167.7**
ระนอง						
1-4 ปี	663.4±538.6	558.1±213.6	568.8±348.6	**596.8**	4	2,387.1
5-8 ปี	495.9±171.5	464.6±128.0	328.2	**429.6**	4	1,718.3
9-12 ปี	638.5±323.9	700.5±631.3	652.3±488.9	**663.8**	4	2,655.1
มากกว่า 12 ปี	830.4±401.7	440.8±240.8	439.9±192.5	**570.4**	13	7,414.8
เฉลี่ย	**657.1**	**541.0**	**497.3**	**565.1**		**567.0**

การทดลองที่ 1.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและภาคตะวันตก

1) พิกัดแปลงของสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน และผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

1.1) พิกัดแปลงสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา

คัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ใช้ข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) โดยคัดเลือก 4 จังหวัด (อำเภอ) ดังนี้ ตราด (บ่อไร่และเมืองตราด) ชลบุรี (หนองใหญ่) กาญจนบุรี (ทองผาภูมิ) และประจวบคีรีขันธ์ (บางสะพานและบางสะพานน้อย) (ตารางที่ 1.3-1) โดยคัดเลือกอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในจังหวัดนั้น และส่งพิกัด

กรมวิชาการเกษตร

สวนปาล์ม (ภาพที่ 1.3-1 และ 1.3-2) ไปจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มตามเกณฑ์จำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.3-2)

ตารางที่ 1.3-1 เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2559 และ 2562 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคตะวันออกและตะวันตก

จังหวัด	เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)		แปลงเกษตรกร (ราย)
	2559	2562	
ตราด	61,074	62,481	**20**
ชลบุรี	103,322	104,956	**28**
กาญจนบุรี	12,669	18,849	**23**
ประจวบคีรีขันธ์	99,315	135,975	**25**
รวมแปลงเกษตรกร (ราย)			**89**

ตารางที่ 1.3-2 จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 89 แปลง

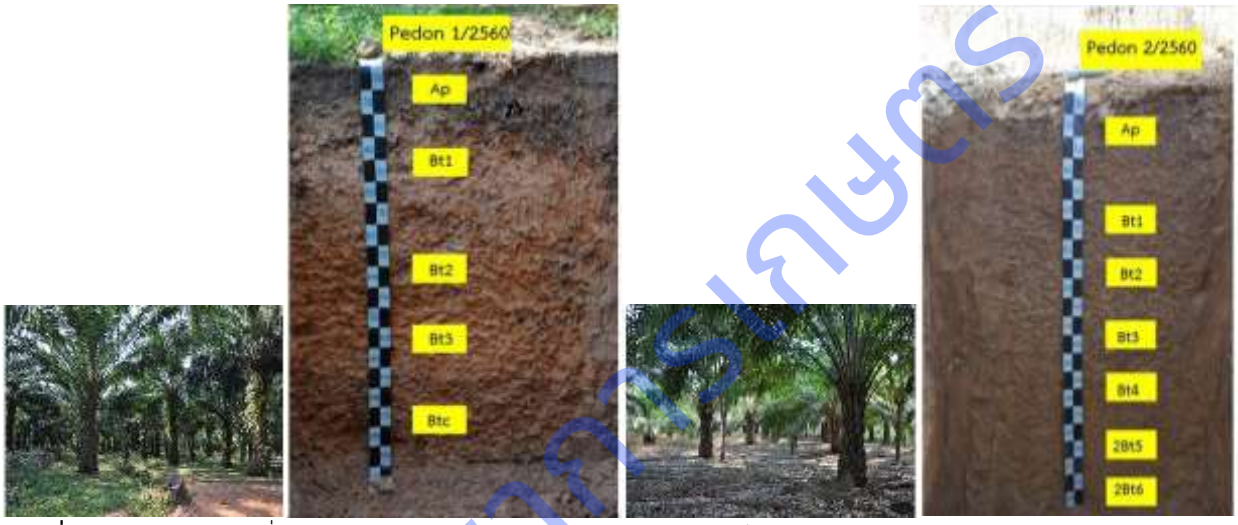
จังหวัด ภาคตะวันออก-ตะวันตก	ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
ตราด	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	5	9	7	2	**23**
ชลบุรี	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	5	5	9	**23**
กาญจนบุรี	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	5	12	2	1	**20**
ประจวบคีรีขันธ์	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	1	10	8	**23**
รวม 4 จังหวัด	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	**18**	**27**	**24**	**20**	**89**

ภาพที่ 1.3-1 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร งานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอบ่อไร่ และอำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด และอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี

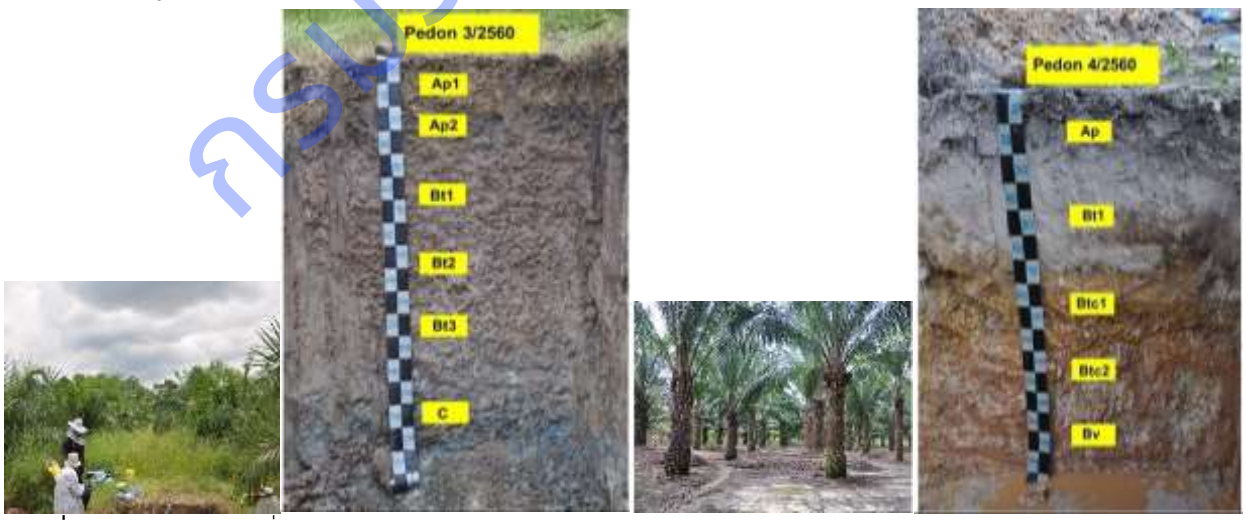
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.3-2 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพานและบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.2) ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน



ภาพที่ 1.3-3 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 1/2560 บ้านบ่อไพร ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พิกัด 47P 546150 1217236 และพีดอน 2/2560 บ้านนามกุย ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พิกัด 47P 476150 1606348



ภาพที่ 1.3-4 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 3/2560 บ้านหนองใหญ่ ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พิกัด 47P 756394 1454817 และพีดอน 4/2560 บ้านเนินทราย อำเภอเมือง จังหวัดตราด พิกัด 47Q 283744 136143

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะสภาพการใช้ที่ดินในสวนปาล์มน้ำมันของตัวแทนทั้ง 4 จังหวัด มีทั้งพื้นที่ราบ เนินลาดชันเล็กน้อย รวมถึงสภาพที่ลุ่ม และหน้าตัดของดินมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นของหน้าตัดดินทั้ง 4 pedon (ภาพที่ 1.3-3 และ 1.3-4)

1.3) ผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

สัมภาษณ์เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคตะวันออกและตะวันตก 4 จังหวัด ในการจัดการธาตุอาหารและน้ำตลอด 4 ปีที่ผ่านมา พบว่า เกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่มีหลายรายที่มีการใช้ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ยแทนการใช้ปุ๋ยสูตรผสมแบบเดิมเนื่องจากต้องการลดต้นทุน บางรายใช้ปุ๋ยรองและปุ๋ยเสริมเช่น กีเซอไรท์ โบรอนมากขึ้นตามอัตราแนะนำ เนื่องจากเห็นผลกระทบที่เกิดกับใบปาล์มน้ำมันที่แสดงอาการขาดปรากฏออกมาให้เกษตรกรทราบ และมีการเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ-เคมีของดินในสวนปาล์มน้ำมัน และตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรทราบสถานการณ์ความสมบูรณ์ในการจัดการสวนในส่วนการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จึงมีทั้งเกษตรกรที่ต้องใส่ปุ๋ยหลักบางรายการเพิ่มมากจากเดิมเพื่อรักษาสถานะของธาตุอาหารในดินและใบให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน และหลายรายต้องลดการใช้ปุ๋ยหลักบางรายการลงจากเดิม หรือต้องงดใส่เนื่องจากในดินมีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวมากเกินพอ และในเกษตรกรบางรายพบว่า มีความไม่สมดุลของธาตุอาหารเกิดขึ้น เช่น แคลเซียมต่อแมกนีเซียม หรือแมกนีเซียมต่อโพแทสซียม จึงต้องลดการใส่ปุ๋ยบางรายการ รวมถึงเกษตรกรหลายรายที่พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป ซึ่งเกษตรกรจะต้องปรับเปลี่ยนชนิดของปุ๋ยตามคำแนะนำของผู้ดำเนินการ เพื่อช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักอีกปัจจัยที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ดีขึ้น และช่วยให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อรอยเท้าน้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณการใช้น้ำลดลงในการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากรอยเท้าน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยให้เกษตรกรมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัด นำเสนอผลวิเคราะห์เป็นภาพรวมเปรียบเทียบเทียบกันเฉพาะปี 2560 และ 2563 ซึ่งเป็นปีแรกและปีสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัย

1.3.1) ผลวิเคราะห์ดิน สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ผ่านมาตรฐานมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน

<u>ความเป็นกรดด่างของดิน</u> ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 5.5 หรืออยู่ในช่วง 5.0-6.0 หากค่ากรดด่างต่ำกว่า 5.0 จะแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 (ค่ากรดด่าง 7.0) ซึ่งช่วยให้ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้น แทน 21-0-0 (ค่ากรดด่าง 5.0) โดยใช้ร่วมกับปูนโดโลไมท์ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งช่วยทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น แต่หากความเป็นกรดด่างของดินมีค่ามากกว่า 6.0 จะแนะนำให้เกษตรกรงดหรือลดการใส่แคลเซียมในดินก่อนเป็นลำดับแรก เนื่องจากส่วนใหญ่ความเป็นด่างของดินจะมาพร้อมกับปริมาณแคลเซียมในดินที่มีปริมาณมากเกินพอ และให้เกษตรกรใช้แหล่งไนโตรเจนเป็นปุ๋ยเคมีเกรด 21-0-0 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 45-0-0 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แหล่งโพแทสเซียมเนื่องจากความเป็นกรดด่างของปุ๋ยเคมีทั้ง 2 รายการ มีค่า 5.0 ซึ่งจะช่วยปรับสภาพความเป็นกลางหรือด่างของดินให้มีค่าลดลงและเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น หรือช่วยให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

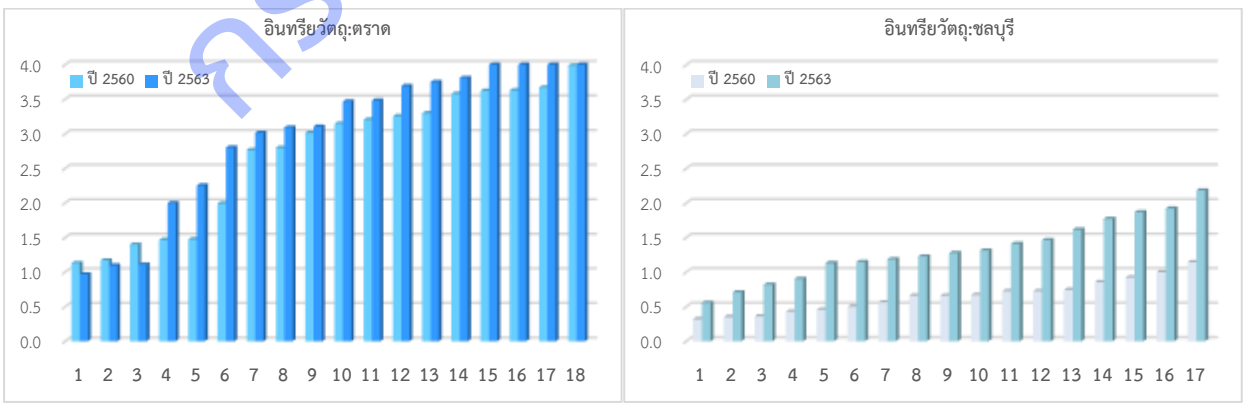
ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2560 พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันของจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีค่า 4.05-5.22 4.44-6.18 5.71-6.92 และ 4.60-7.01 ตามลำดับ โดยจังหวัดตราด ดินค่อนข้างมีค่าความเป็นกรดมากกว่าอีก 3 จังหวัด ทั้งนี้เป็นผลจากปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูงจึงส่งผลต่อความเป็นกรดของดิน สำหรับจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าในช่วงที่ค่อนข้างกว้างและปรับสภาพให้ตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมันได้ดีขึ้นหลังมีการจัดการ สำหรับผลวิเคราะห์ดินปี 2563 ความเป็นกรดด่างมีค่า 3.92-5.65 4.85-6.54 5.58-7.93

กรมวิชาการเกษตร

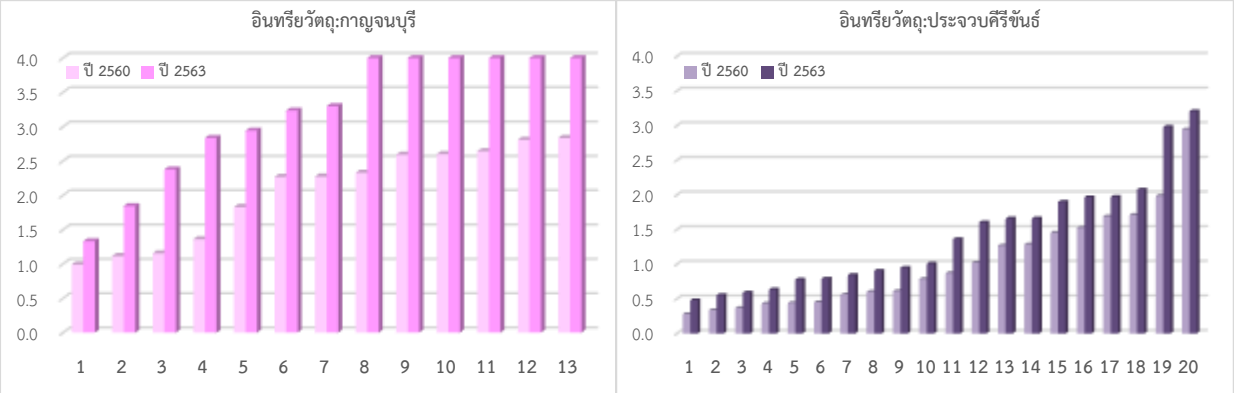
และ 4.47-7.61 ตามลำดับ ซึ่งมีความเหมาะสมตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ยกเว้นสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดตราดที่ความเป็นกรดด่างลดลงน้อยมากและเกินความต้องการของปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 1.3-5)

ภาพที่ 1.3-5 ความเป็นกรดด่างของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอบ่อไร่-เมืองตราด จังหวัดตราด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพาน-บางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 5.5)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุของจังหวัดตราดมีค่าในระดับเหมาะสมกว่าจังหวัดอื่น (1.13-3.99 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ กาญจนบุรี 0.99-2.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับประจวบคีรีขันธ์ และชลบุรีอินทรียวัตถุมีค่า 0.28-2.94 และ 0.32-1.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในปี 2563 ปริมาณอินทรียวัตถุของสวนปาล์มน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นทุกจังหวัด ซึ่งเป็นผลจากการจัดการธาตุอาหารของเกษตรกร โดยจังหวัดกาญจนบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์และชลบุรีมีค่าสูงขึ้นเป็น 1.33-4.92 0.97-4.70 0.48-3.21 และ 0.55-2.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-6) โดยภาพรวมส่วนใหญ่ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างน่าพอใจ ยกเว้นชลบุรีที่มีค่าเพ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้ดินมีศักยภาพการผลิตเพิ่มมากขึ้น ช่วยดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

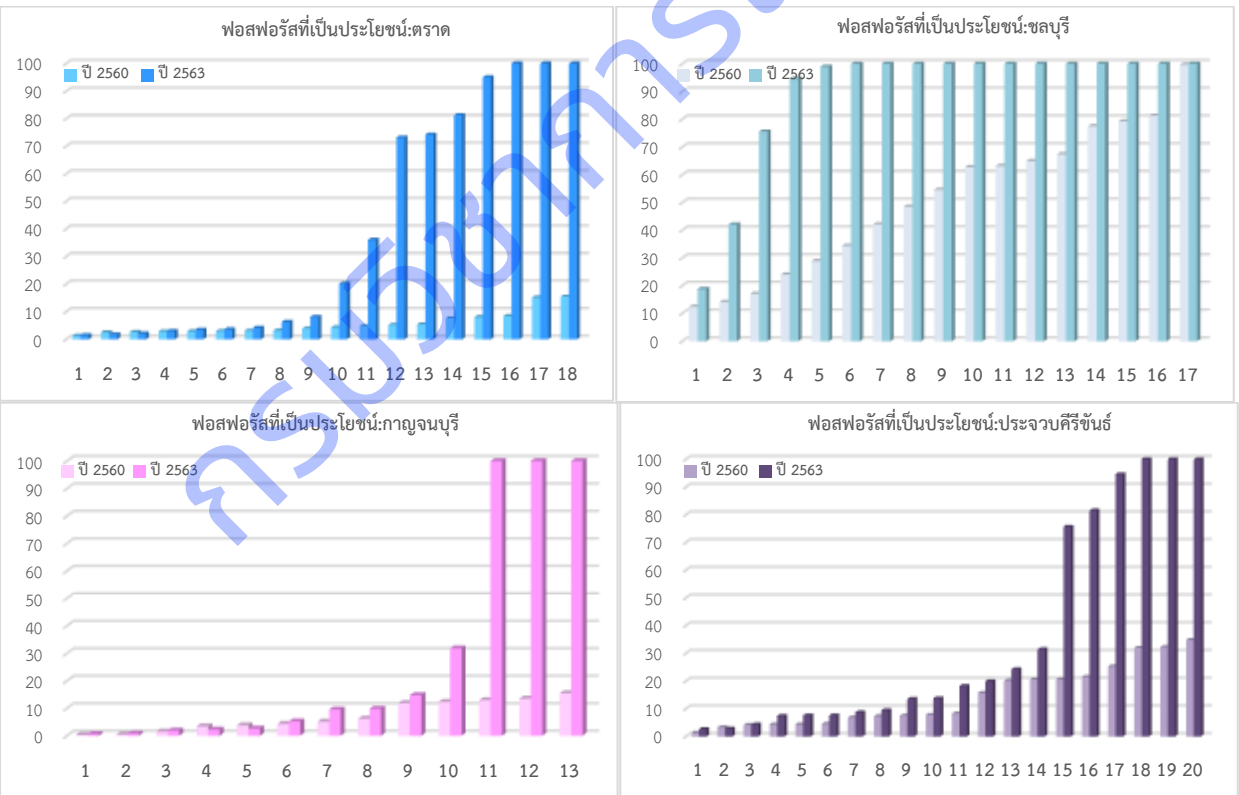


กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.3-6 อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอบ่อไร่-เมืองตราด จังหวัดตราด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอบางสะพาน-บางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของสวนปาล์มน้ำมันในจังหวัดตราด และกาญจนบุรีมีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก 0-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมทุกราย และเกษตรกรร้อยละ 45 ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยกว่า 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเกษตรกรในจังหวัดชลบุรีมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 3 จังหวัด โดยมีค่า 12-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่มีค่าต่ำมากในปี 2560 จึงแนะนำให้เกษตรกรเพิ่มปุ๋ย 18-46-0 แก่ปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์ในปี 2563 มีค่าเพิ่มขึ้น 1-122 19-222 1-148 และ 3-844 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-7) อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรที่ปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือมีค่าสูงเกินไปจะแนะนำให้ลดปุ๋ยหรืองดปุ๋ยฟอสฟอรัสลงอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์

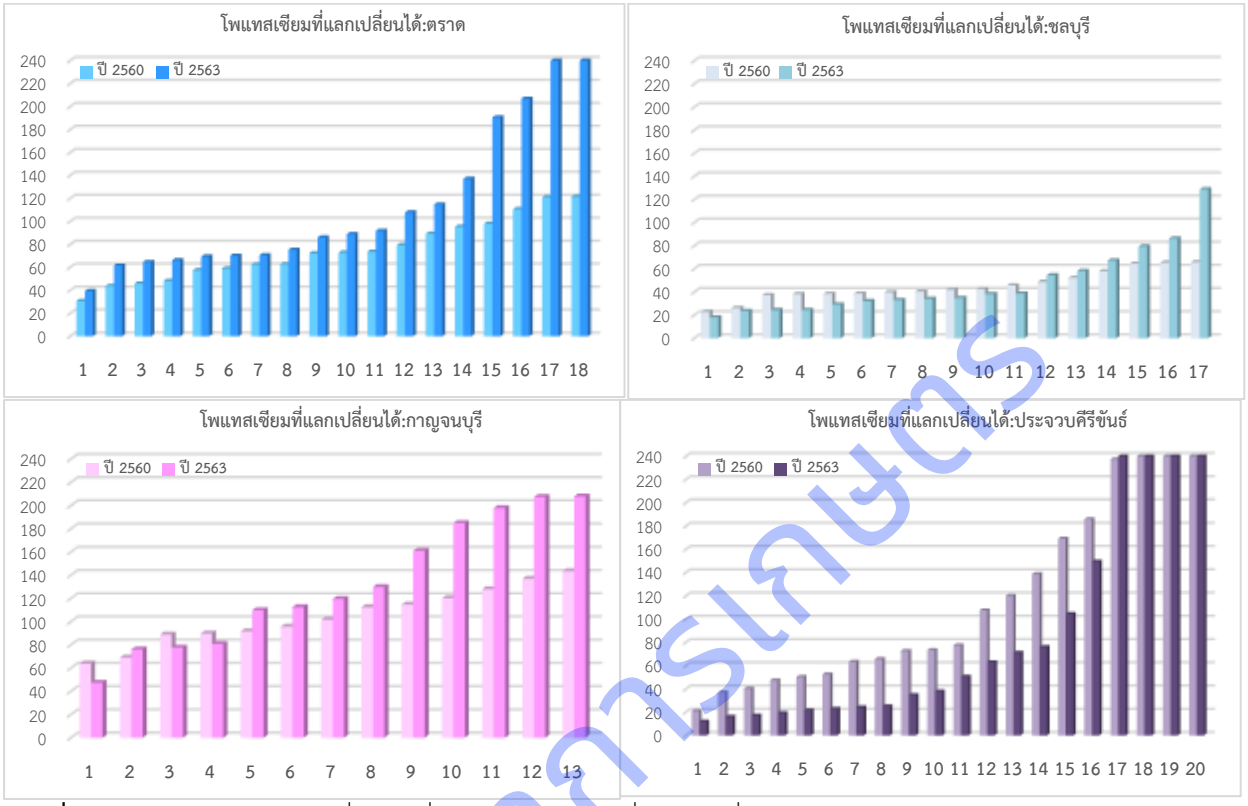


ภาพที่ 1.3-7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของจังหวัดชลบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์และกาญจนบุรี ร้อยละ 100 67 55 และ 15 ของจำนวนเกษตรกรมีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (<80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งได้แนะนำให้เกษตรกร

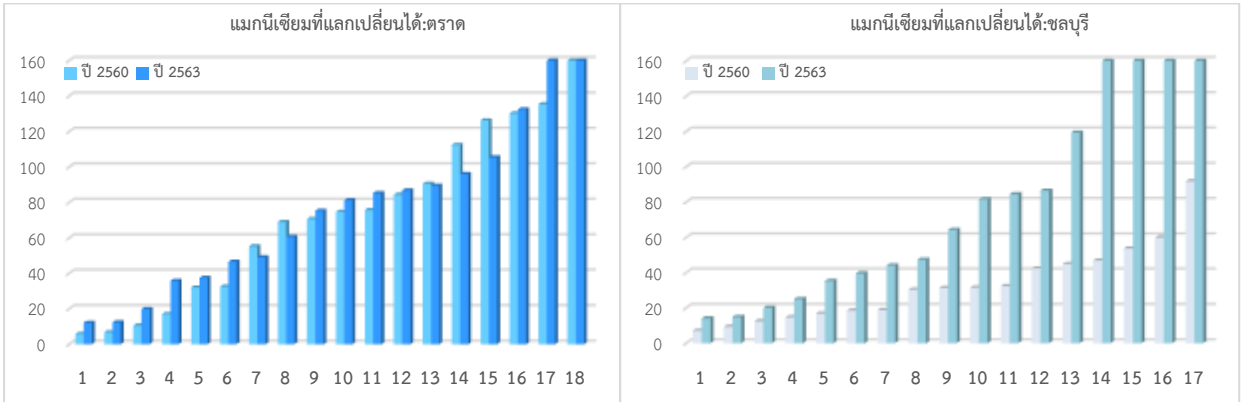
กรมวิชาการเกษตร

เพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย 0-0-60 มากกว่าเดิมร้อยละ 25-50 สำหรับผลปี 2563 พบว่า เกษตรกรจังหวัดตราดและกาญจนบุรีมีการจัดการธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมฯ ที่ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลดลงเหลือร้อยละ 44 และ 23 ของจำนวนเกษตรกร สำหรับเกษตรกรจังหวัดชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์ ปริมาณโพแทสเซียมฯ ที่ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 88 และ 70 ของจำนวนเกษตรกร (ภาพที่ 1.3-8) และแนะนำให้เกษตรกรที่ปริมาณโพแทสเซียมฯ ในดินสูงกว่า 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต้องลด 0-0-60 ลงร้อยละ 25-50 ของอัตราเดิม และหากสูงเกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แนะนำให้เกษตรกรงดใส่โพแทสเซียม ยกเว้นมีปัญหาความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมและโพแทสเซียม

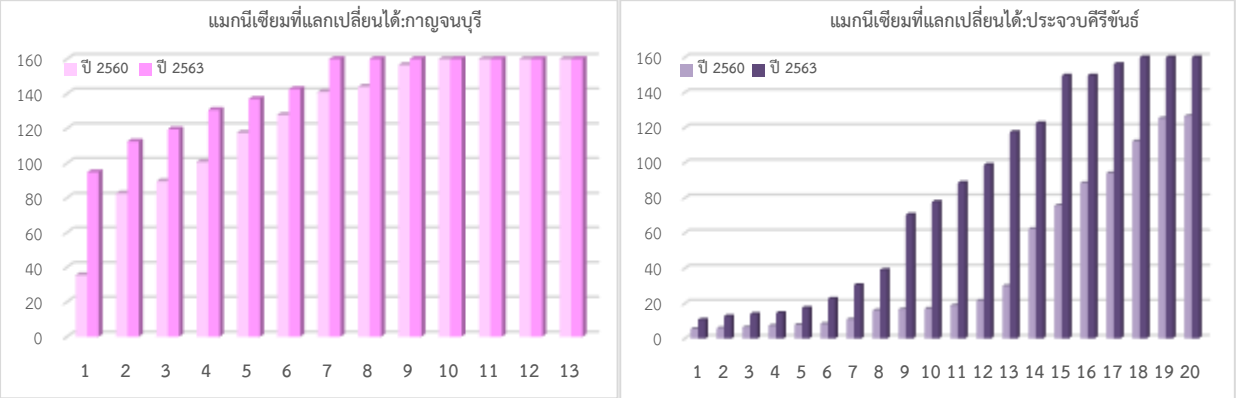


ภาพที่ 1.3-8 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของจังหวัดชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์มีค่าค่อนข้างต่ำ (7-92 และ 5-127 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับตราดและกาญจนบุรี (6-161 และ 35-191 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ) ปี 2563 ปริมาณแมกนีเซียมฯ ของจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม (14-464 95-450 และ 11-381 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) แสดงว่า เกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารที่ดีขึ้น ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมฯ ของจังหวัดตราดมีค่า 12-759 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สัดส่วนเกษตรกรที่ปริมาณแมกนีเซียมฯ ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมากลดลงจากร้อยละ 55 เป็น 50 (ภาพที่ 1.3-9)

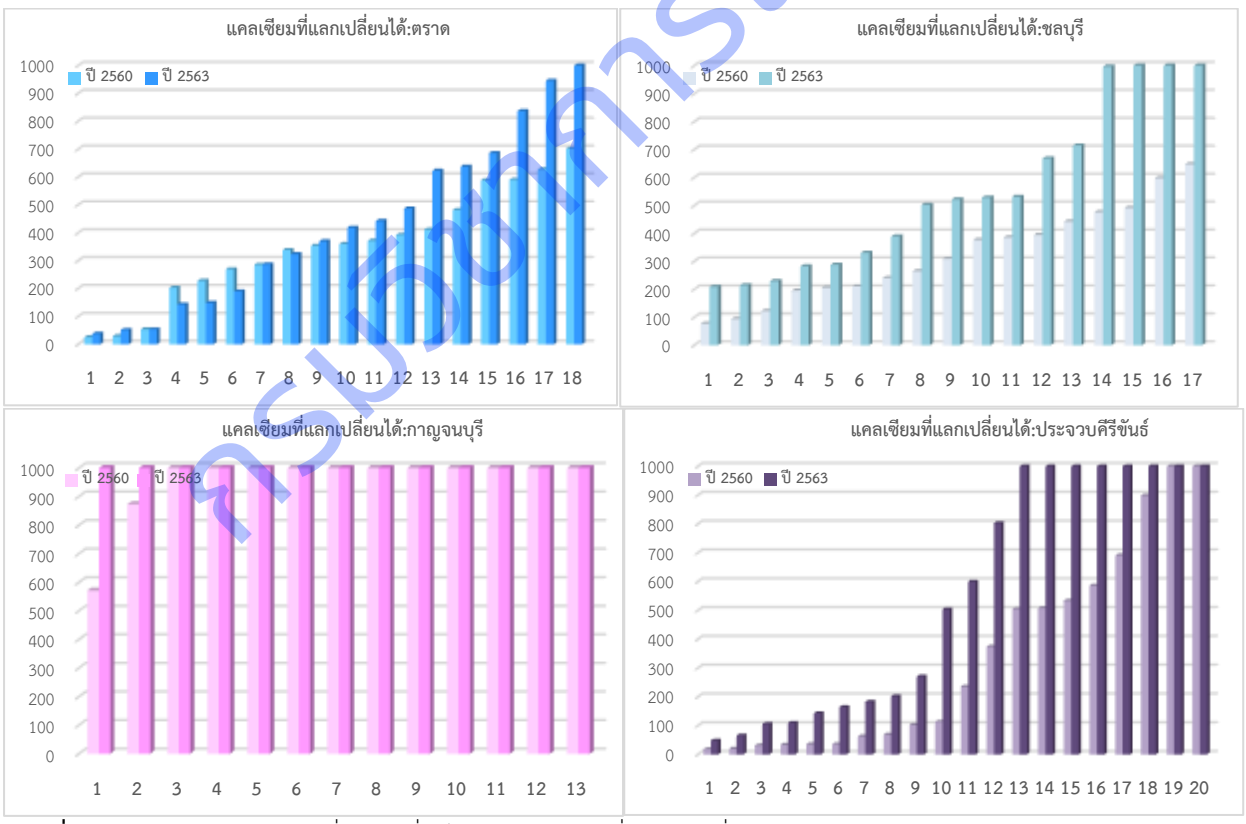


ศูนย์วิทยทรัพยากร



ภาพที่ 1.3-9 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2560 พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรีมีค่าสูงมาก 571-1,583 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าค่าที่เหมาะสมและส่งผลต่อความเป็นกรดด่างของดินที่ไม่เหมาะสมต่อความต้องการของปาล์มน้ำมัน และมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของธาตุแมกนีเซียม สำหรับจังหวัดตราด ชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 16 12 และ 40 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และพบว่าในปี 2563 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ร้อยละ 67 41 0 และ 45 มีค่าในเกณฑ์ที่เหมาะสม (ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ภาพที่ 1.3-10) อย่างไรก็ตาม หากปริมาณแคลซียมมีค่าต่ำเกินไป เกษตรกรต้องใช้หินฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสฟอรัส และปูนโดโลไมท์เป็นแหล่งของแมกนีเซียม เนื่องจากมีส่วนประกอบของแคลเซียมผสมอยู่ด้วย และหากปริมาณแคลเซียมสูงเกินไป ต้องงดการใส่แคลเซียมทุกชนิด เนื่องจากจะมีผลต่อความเป็นกรดด่างของดิน และความสมดุลของแคลเซียมและแมกนีเซียม

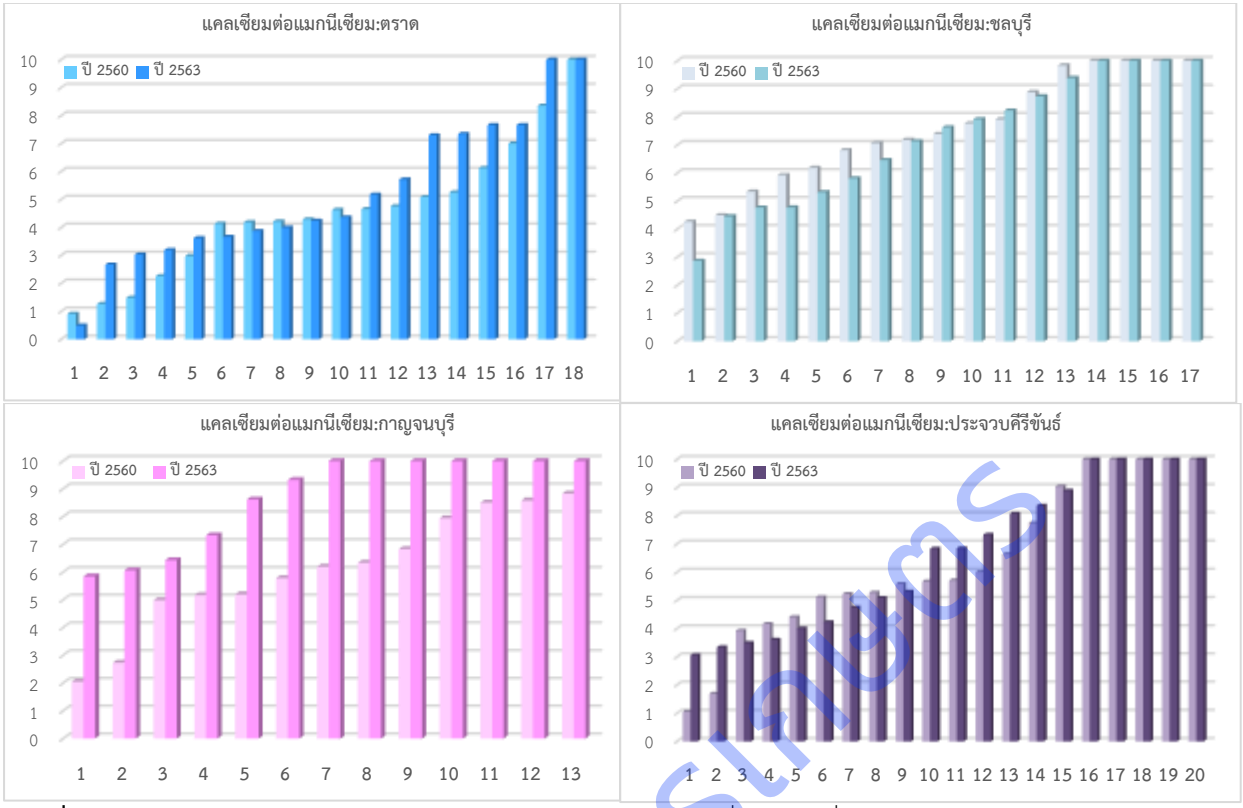


ภาพที่ 1.3-10 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2560 พบว่า สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ที่มีความสมดุลหรือผ่านเกณฑ์เหมาะสม (ต่ำกว่า 5.0) ร้อยละ 67 12 8 และ 25 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ

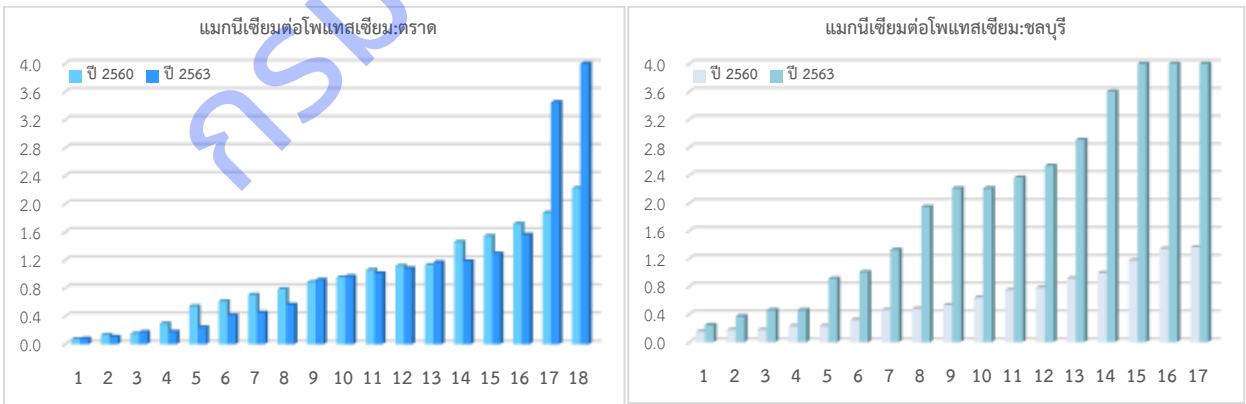
กรมวิชาการเกษตร

ผลวิเคราะห์ดินปี 2563 สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของเกษตรกรจังหวัด ชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 24 และ 35 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของเกษตรกรจังหวัดตราดและกาญจนบุรีมีปริมาณลดลงเหลือเป็นร้อยละ 56 และ 0 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-11)

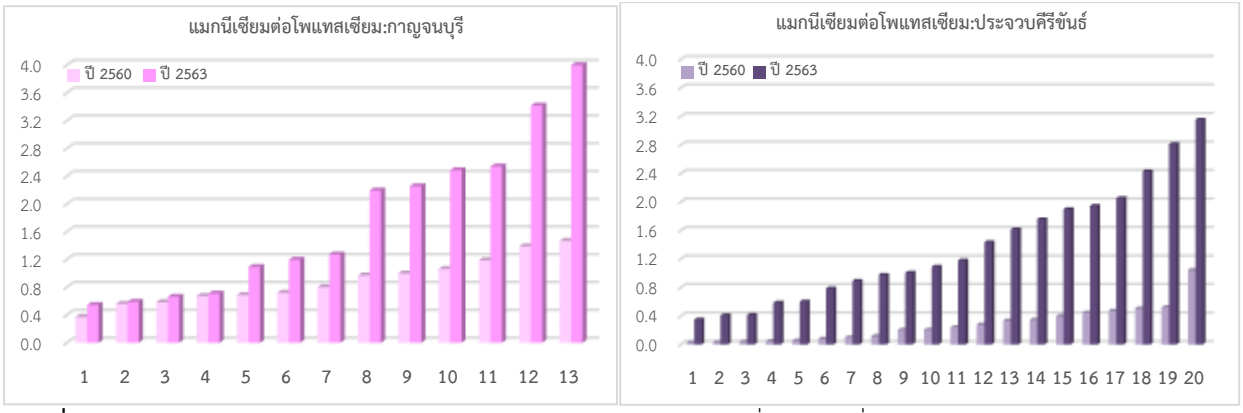


ภาพที่ 1.3-11 ความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียม เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560 พบว่า สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีความสมดุลหรือผ่านเกณฑ์เหมาะสม (ต่ำกว่า 1.2) ร้อยละ 72 88 85 และ 100 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดินปี 2563 สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของเกษตรกรจังหวัดตราดมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 78 ของจำนวนเกษตรกร และจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์ มีสัดส่วนสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมลดลงคงเหลือร้อยละ 35 46 และ 55 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-12)



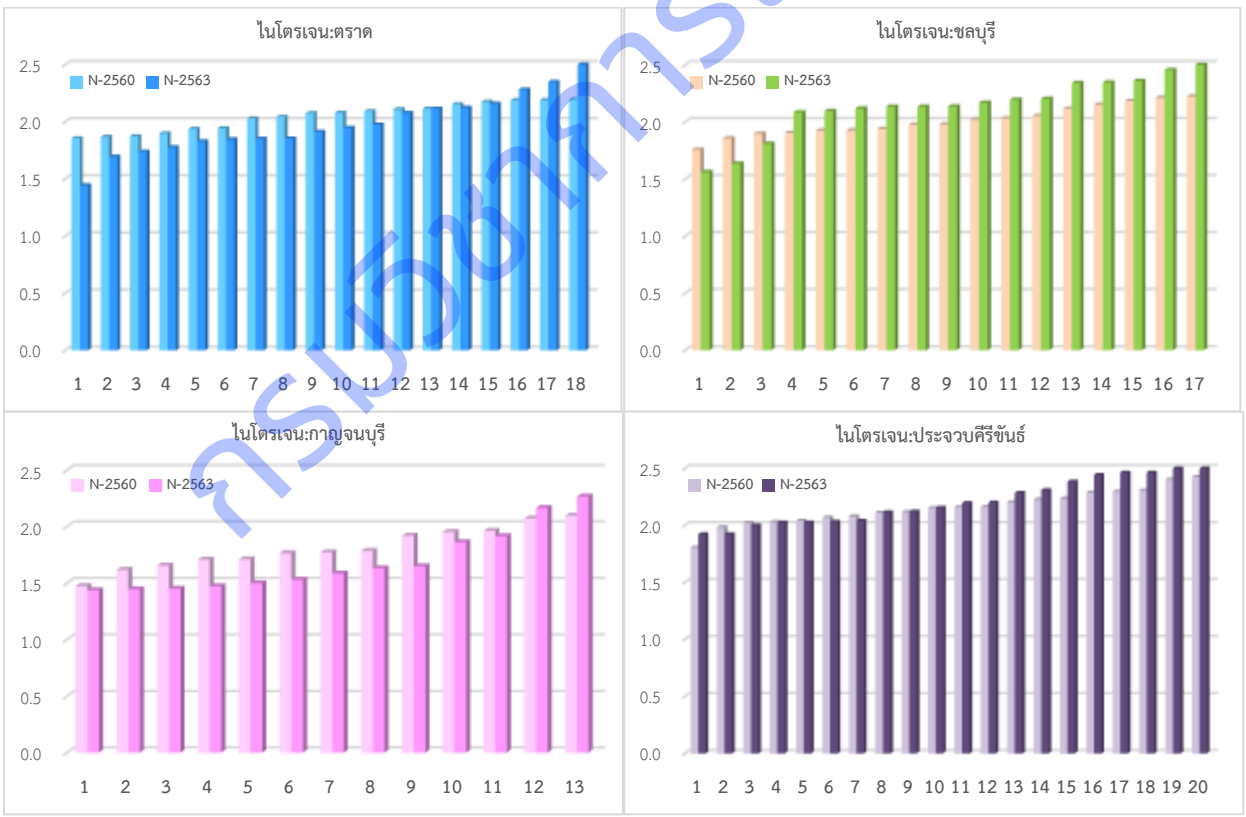
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.3-12 ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม เปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)

1.3.2) ผลวิเคราะห์ใบ หากเกษตรกรปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ ปริมาณธาตุอาหารในใบจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางบวกตามความต้องการของปาล์มน้ำมันมากกว่าปีที่เริ่มดำเนินงาน (2560) และเนื่องจากมีปาล์มน้ำมันหลายช่วงอายุ จึงใช้ค่าวิกฤตใบปาล์มน้ำมันที่อายุ 8 ปีเป็นตัวแทนประเมินความเหมาะสม

<u>ไนโตรเจน</u> ปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมมีค่า 2.385-2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบที่มีค่าสูงกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง พบเฉพาะสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่ประจวบคีรีขันธ์เพียง 2 ราย (ร้อยละ 12) เท่านั้น ที่เหลือมีค่าต่ำกว่า และในปี 2563 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบต่ำกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งร้อยละ 100 ในจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตราด ชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบที่มีค่าสูงกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งร้อยละ 6 12 และ 30 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-13) จากการติดตามการจัดการธาตุอาหารตลอด 4 ปี บางรายปฏิบัติตามคำแนะนำและบางรายปฏิบัติบางส่วน



ภาพที่ 1.3-13 ปริมาณไนโตรเจนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

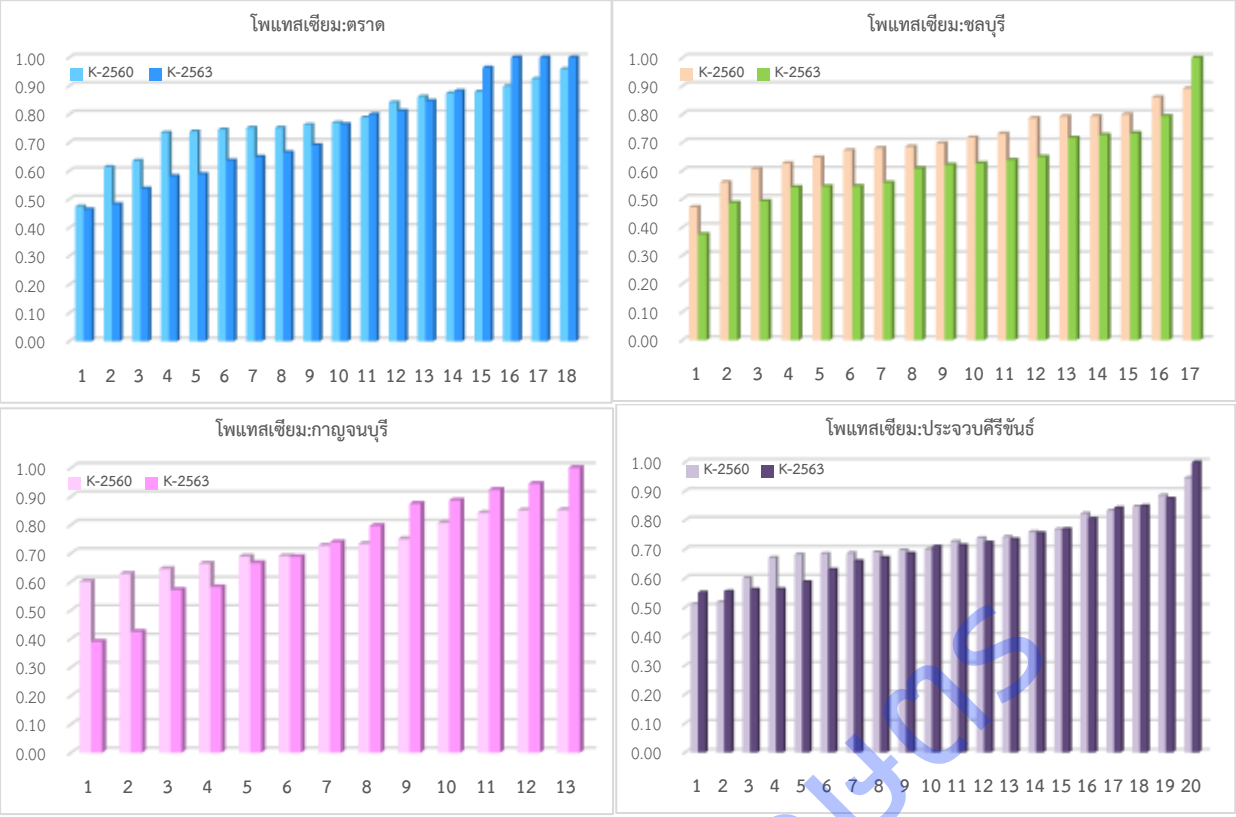
กรมวิชาการเกษตร

ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.153-0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า จังหวัดตราด ชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ร้อยละ 61 18 และ 20 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และเกษตรกรทุกรายของจังหวัดกาญจนบุรีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต (0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) สำหรับผลวิเคราะห์ปี 2563 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี 2560 และจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ร้อยละ 94 94 17 และ 70 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ แสดงว่า เกษตรกรมีการจัดการที่เหมาะสมมากขึ้นจากเดิม (ภาพที่ 1.3-14)

ภาพที่ 1.3-14 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

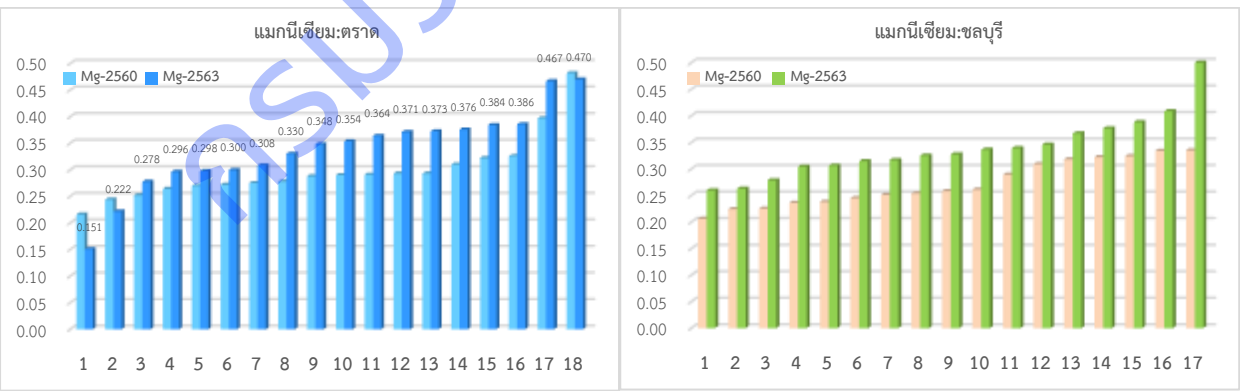
โพแทสเซียม ปริมาณโพแทสเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.90-1.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบของเกษตรกรจังหวัดชลบุรีและกาญจนบุรีทุกรายมีค่าต่ำกว่า 0.90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และมีเกษตรกรในจังหวัดตราด และประจวบคีรีขันธ์ ร้อยละ 11 และ 5 ของจำนวนเกษตรกรที่มีปริมาณโพแทสเซียมในใบสูงกว่า 0.90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2563 พบว่า เกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีการจัดการธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมในใบมีการปรับตัวสูงกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 22 6 23 และ 5 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมปริมาณโพแทสเซียมในใบยังมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤตค่อนข้างมาก (ภาพที่ 1.3-15)

กรมวิชาการเกษตร

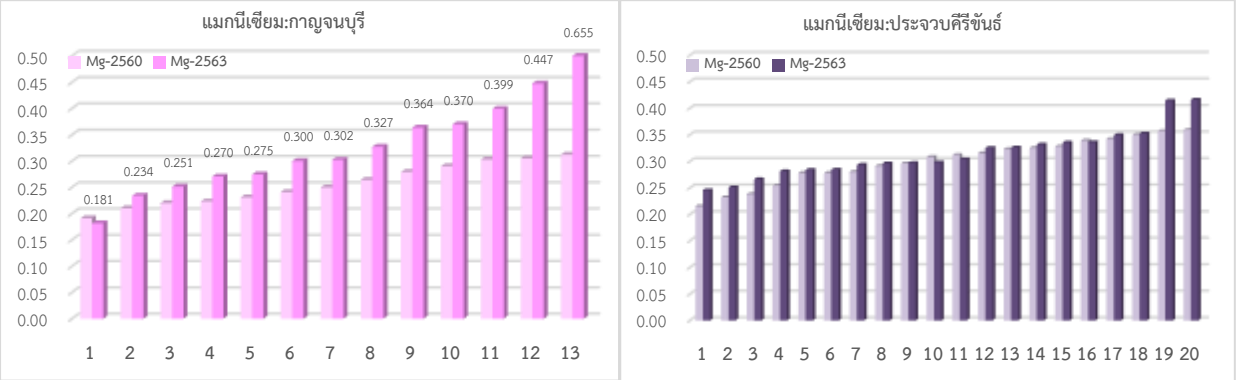


ภาพที่ 1.3-15 ปริมาณโพแทสเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>แมกนีเซียม</u> ปริมาณแมกนีเซียมในใบที่เหมาะสมมีค่า 0.238-0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง โดยภาพรวมปริมาณแมกนีเซียมในใบของปี 2563 มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดทุกจังหวัด ยกเว้นจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในใบของเกษตรกรในจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีค่าต่ำกว่า 0.238 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ร้อยละ 6 24 38 และ 10 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และในปี 2563 ปริมาณแมกนีเซียมในใบของเกษตรกรเฉพาะในจังหวัดตราดและกาญจนบุรีที่มีค่าต่ำกว่า 0.238 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ร้อยละ 15 และ 11 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ แสดงว่าเกษตรกรจัดการใส่กีเซอไรท์ได้เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารอื่นที่ปาล์มน้ำมันต้องการ (ภาพที่ 1.3-16)

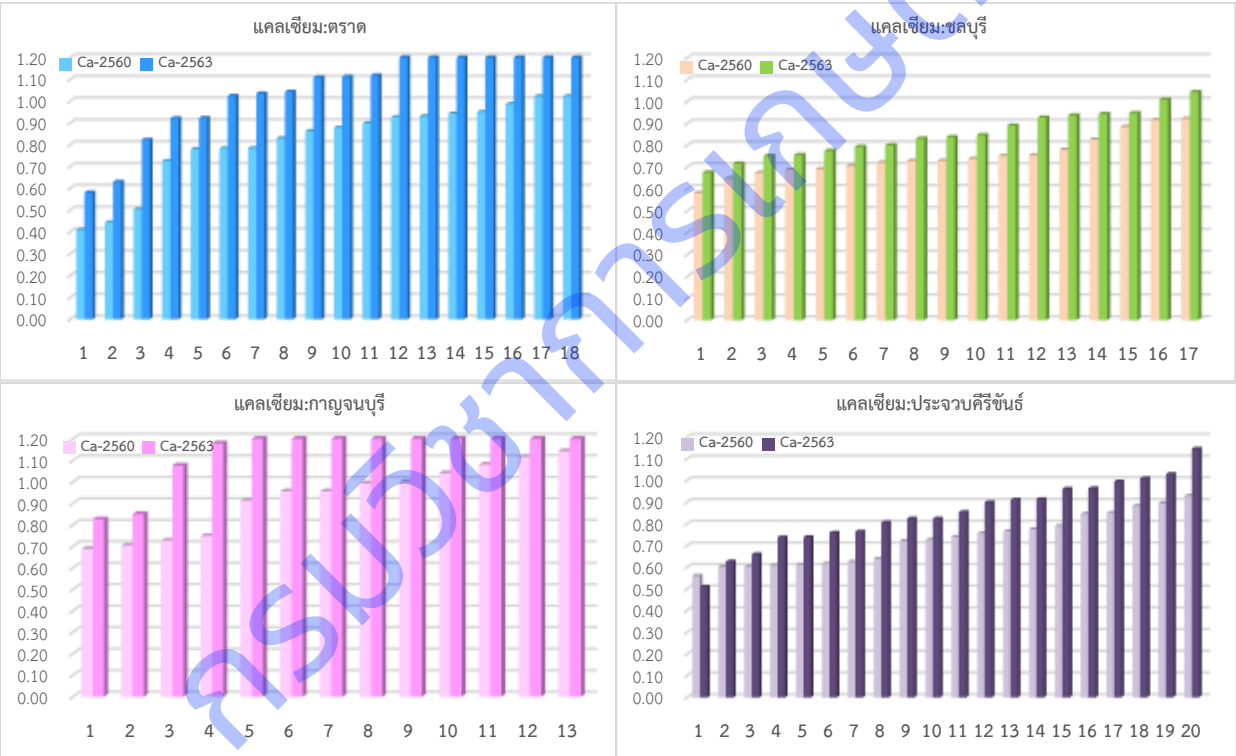


ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.3-16 ปริมาณแมกนีเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

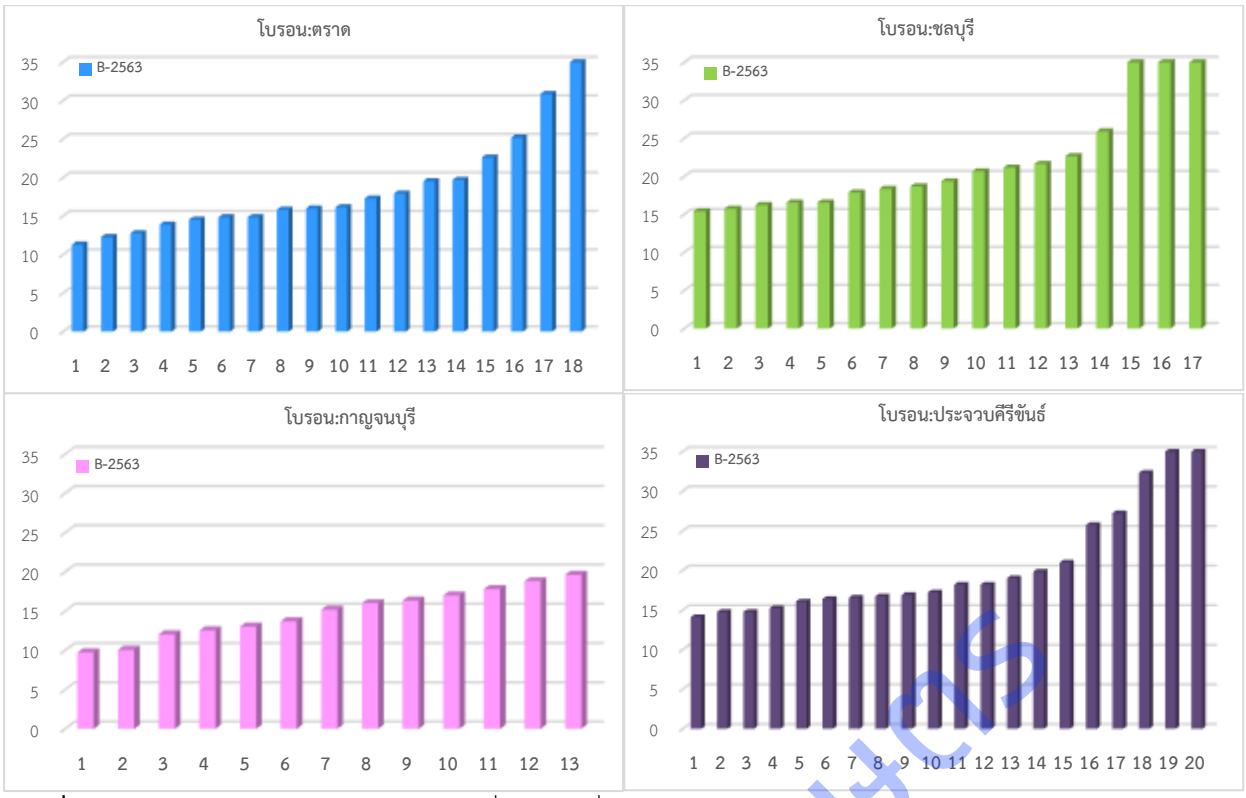
<u>แคลเซียม</u> ปริมาณแคลเซียมในใบที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.25-1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 และ 2563 พบว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบของเกษตรกรทุกรายในจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ มีค่าสูงกว่า 0.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งทั้ง 2 ปี และเกษตรกรของจังหวัดกาญจนบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์และชลบุรี มีปริมาณแคลเซียมในใบสูงกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 85 72 15 และ 12 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากใบมีปริมาณแคลเซียมมากเกินไปอาจส่งผลต่อความแข็งแรงของใบพืช ดังนั้นเกษตรกรจึงควรลดการใส่แคลเซียมลง (ภาพที่ 1.3-17)



ภาพที่ 1.3-17 ปริมาณแคลเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>โบรอน</u> ค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์แสดงว่า ขาดโบรอนในระดับวิกฤต ผลวิเคราะห์ปี 2563 พบว่า ไม่มีจังหวัดใดที่ค่าโบรอนต่ำกว่าค่าวิกฤต โดยจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์มีโบรอนในใบในช่วงที่เหมาะสมร้อยละ 67 76 54 และ 70 ของจำนวนเกษตรกร และจังหวัดตราด ชลบุรีและประจวบคีรีขันธ์มีโบรอนในใบสูงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งร้อยละ 11 24 และ 20 ของจำนวนเกษตรกร (ภาพที่ 1.3-18) สำหรับเกษตรกรที่มีปริมาณโบรอนในใบต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมได้แนะนำให้ใส่โบรอนอัตรา 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับการพัฒนาใบใหม่และการเจริญของหลอดละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งส่งผลต่อการผสมเกสรและการผสมติดของช่อดอกตัวเมีย

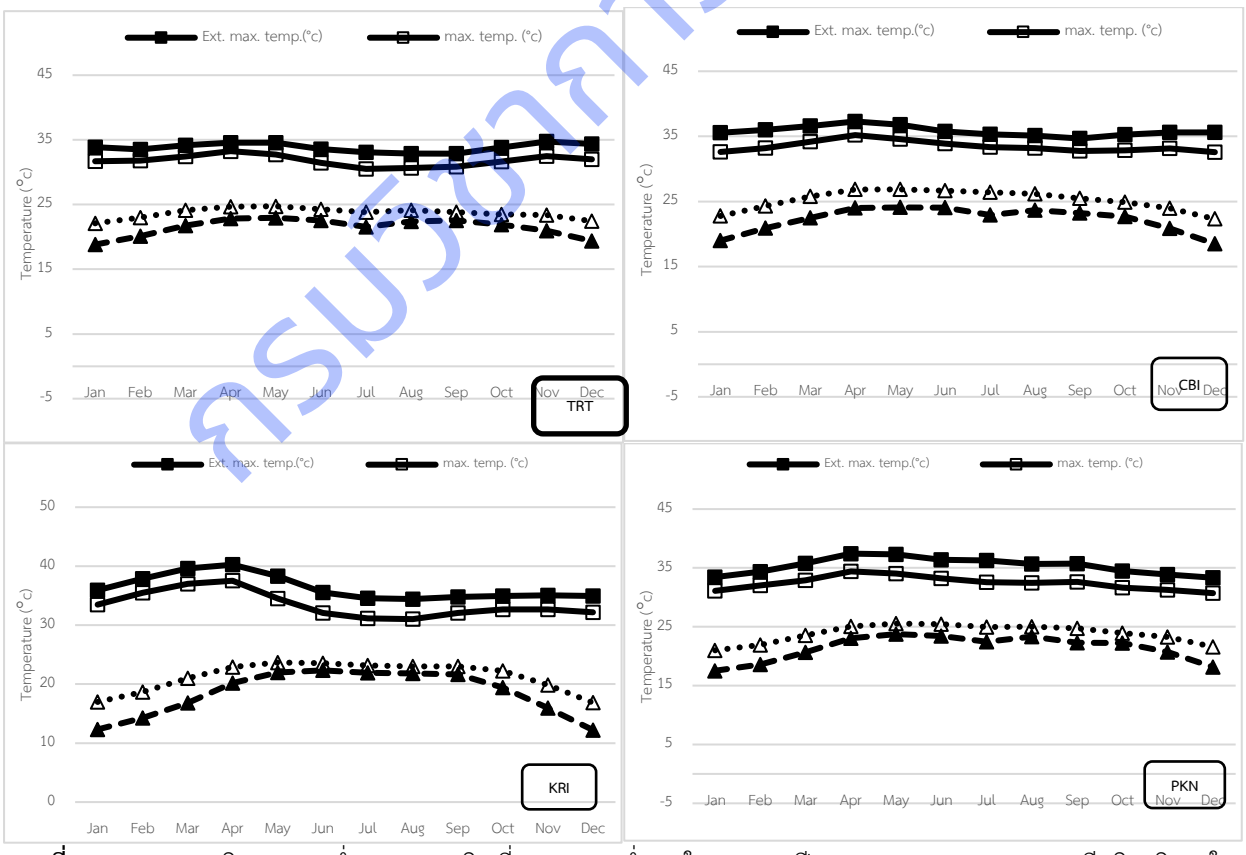
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.3-18 ปริมาณโบรอนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

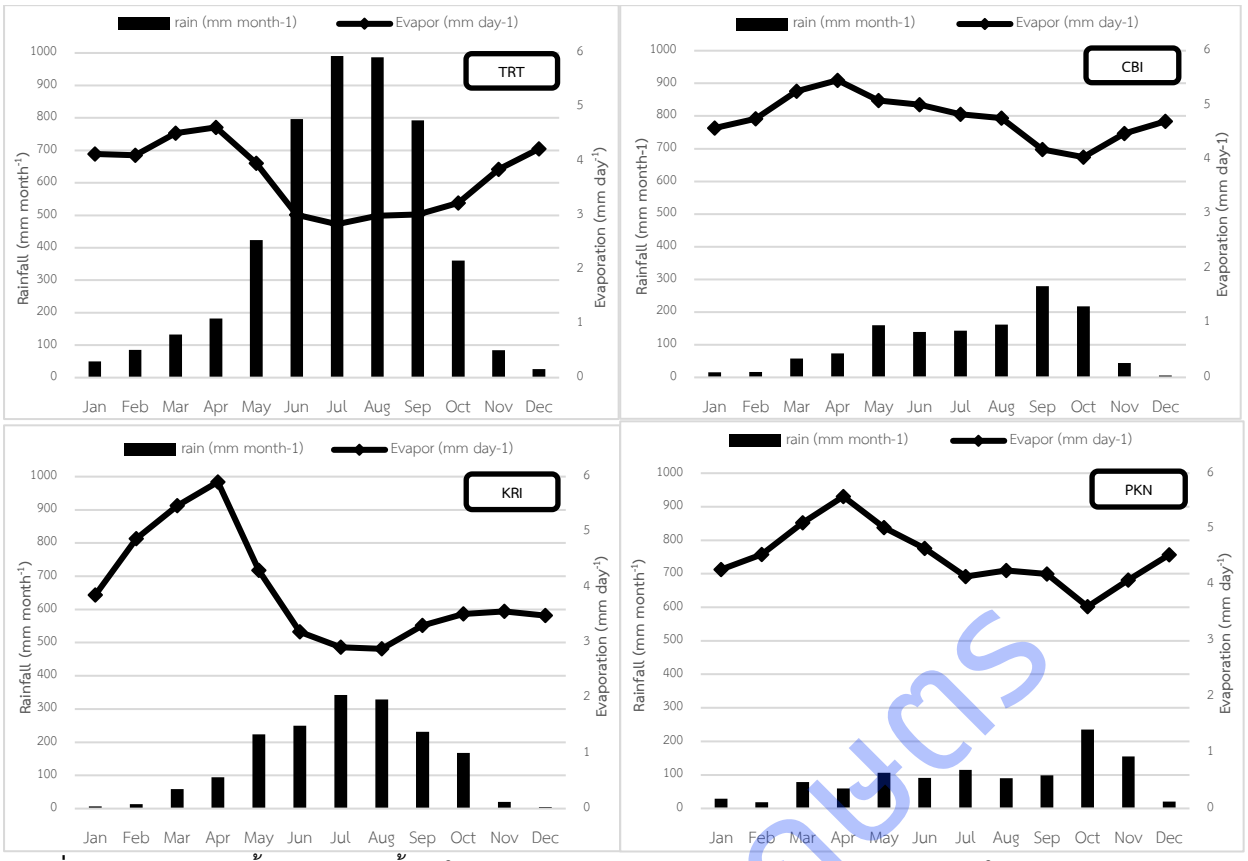
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

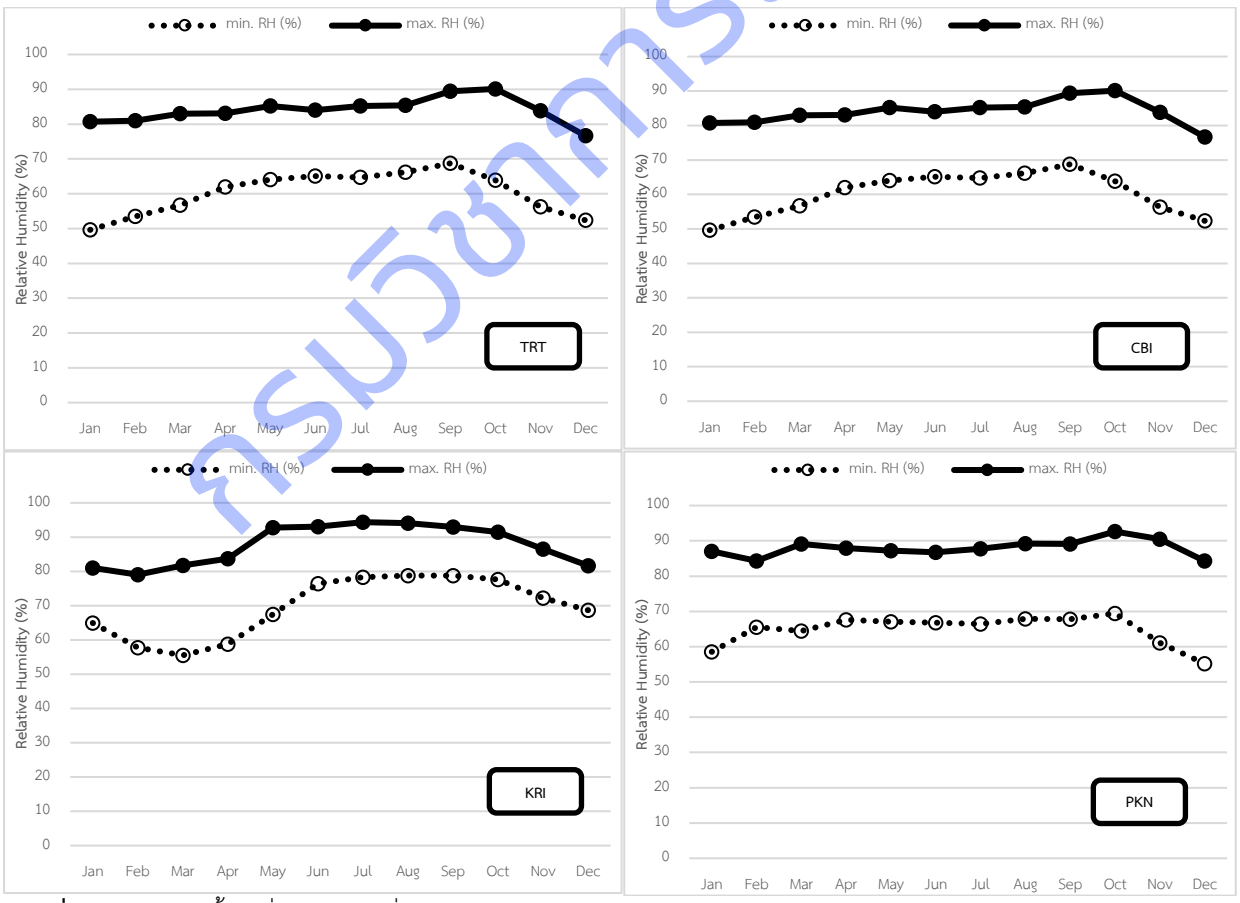


ภาพที่ 1.3-19 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.3-20 ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)

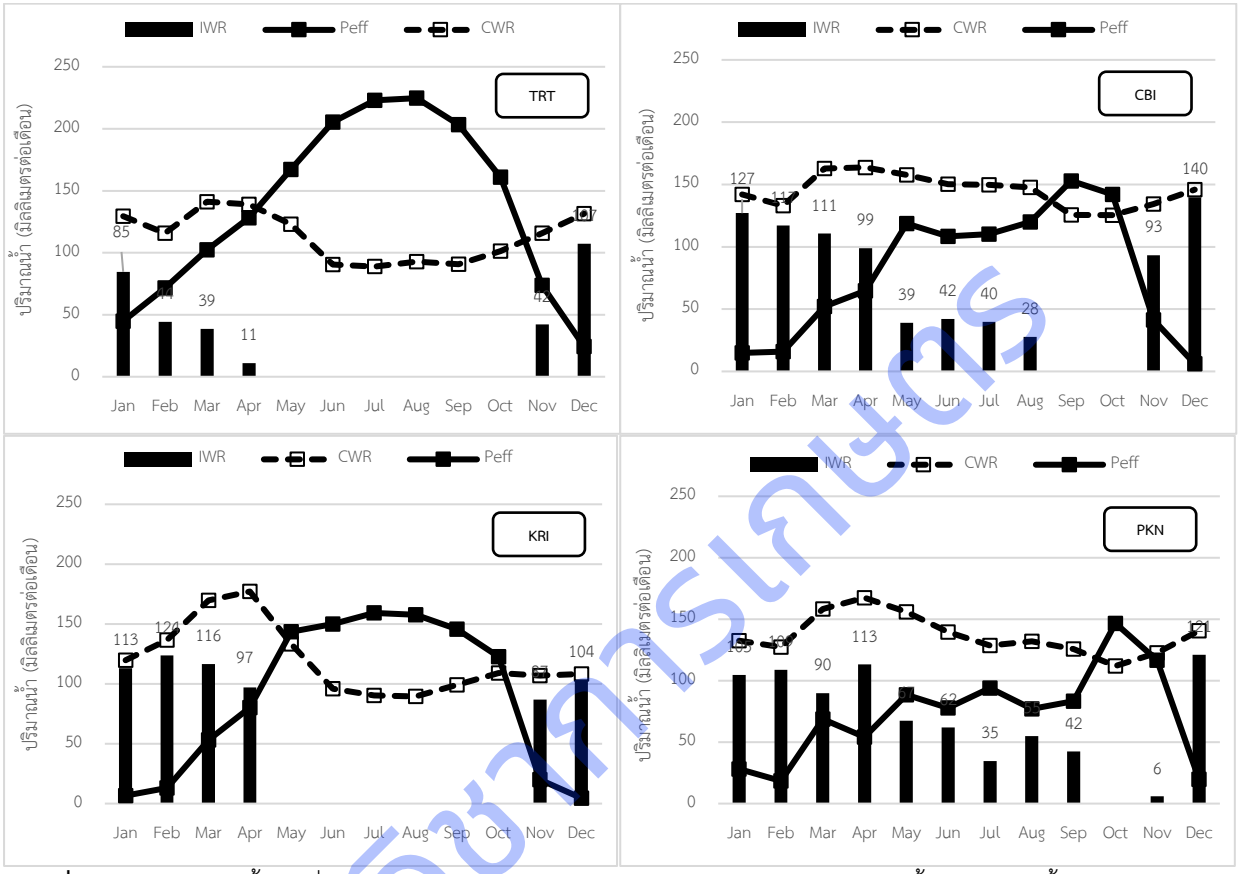


ภาพที่ 1.3-21 ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (KRI) และประจวบคีรีขันธ์ (PKN)

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

นำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำตลอด 30 ปี และค่า Kc ของปาล์มน้ำมัน มาคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Peff) ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (CWR) และค่าความต้องการน้ำชลประทาน หรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมัน พบว่า ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันในจังหวัดตราด ชลบุรี กาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์มีค่า 1,360.5, 1,737.8, 1,435.6 และ 1,642.7 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ปริมาณฝนใช้การมีค่า 1,629.8 946.9 1,056.4 และ 873.0 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จึงส่งผลต่อค่าความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมัน โดยจังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ชลบุรี (835 มิลลิเมตรต่อปี) ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรีและตราด มีค่าการขาดน้ำ 804 641 และ 328 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-22)



ภาพที่ 1.3-22 ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) ประจวบคีรีขันธ์ (PKN) และกาญจนบุรี (KRI) โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี

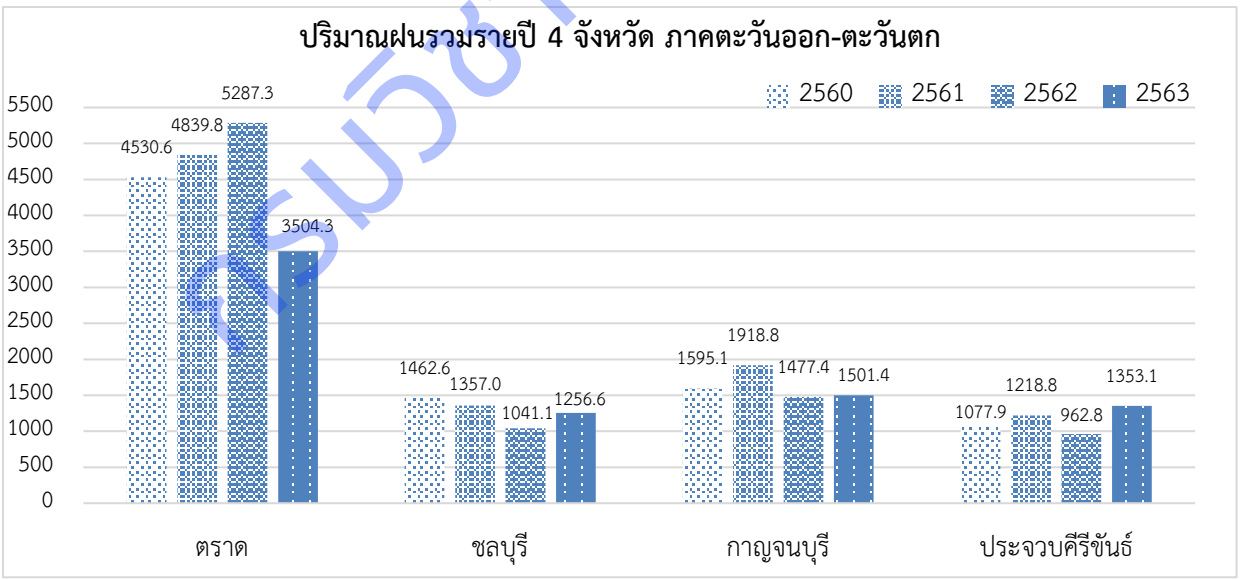
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย 4 ปี (พ.ศ. 2560-2563) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณน้ำฝนต่อเดือนมีค่าน้อยมากในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน และพฤศจิกายน-ธันวาคม (ฝนทิ้งช่วงประมาณ 6 เดือน) และตลอด 4 ปีปริมาณน้ำฝนของจังหวัดชลบุรี กาญจนบุรีและประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณน้อยกว่าจังหวัดตราดมาก สำหรับปริมาณฝนในช่วง 4 ปี ของจังหวัดตราดมีปริมาณฝนสูงมากในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม (ภาพที่ 1.3-23) ปริมาณน้ำฝนรายปีตลอด 4 ปี (2560-2563) ของจังหวัดตราด มีค่า 4,531 4,840 5,287 และ 3,504 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดชลบุรี มีค่า 1,462 1,357 1,041 และ 1,257 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จังหวัดกาญจนบุรี มีค่า 1,595 1,919 1,477 และ 1,501 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดใน 4 จังหวัด มีค่า 1,078 1,219 963 และ 1,353 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.3-24)

ค่าระเหยน้ำ พบว่า จังหวัดตราดค่าระเหยน้ำเฉลี่ยตลอดปีมีค่าต่ำที่สุด และจังหวัดที่ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยรายเดือนตลอด 4 ปีค่อนข้างสูงคือ กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์และชลบุรี โดยค่าระเหยน้ำมีค่าสูงมากใช่วงเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ฤดูฝน ค่าระเหยน้ำมีค่าลดลง แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิโดยรอบทรงพุ่มที่มีค่าสูง ส่งผลให้ดินมีการ

กรมวิชาการเกษตร

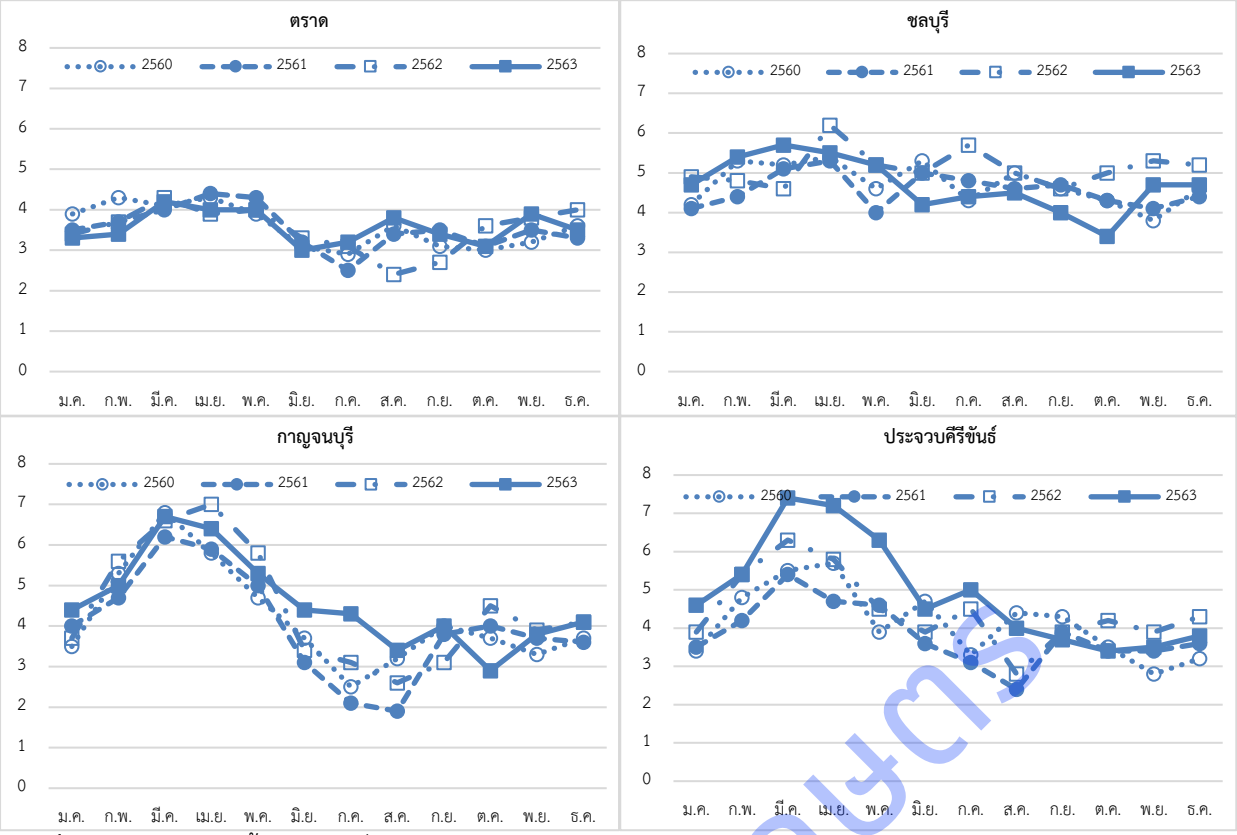
ระเหยน้ำเพิ่มมากขึ้น ประมาณ 2-3 มิลลิเมตรต่อวัน ยกเว้นชลบุรีที่ค่าระเหยน้ำในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงประมาณ 3-4 มิลลิเมตรต่อวัน (ภาพที่ 29) และจากค่าระเหยน้ำเฉลี่ยตลอด 4 ปี พบว่า ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยของจังหวัดตราดมีค่าต่ำสุด 3.0-6.0 มิลลิเมตรต่อวัน ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และกาญจนบุรีมีค่า 4.5-5.6 3.4-6.2 และ 2.8-6.6 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 30) โดยค่าระเหยน้ำที่มีปริมาณสูงมากมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต

ภาพที่ 1.3-23 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563

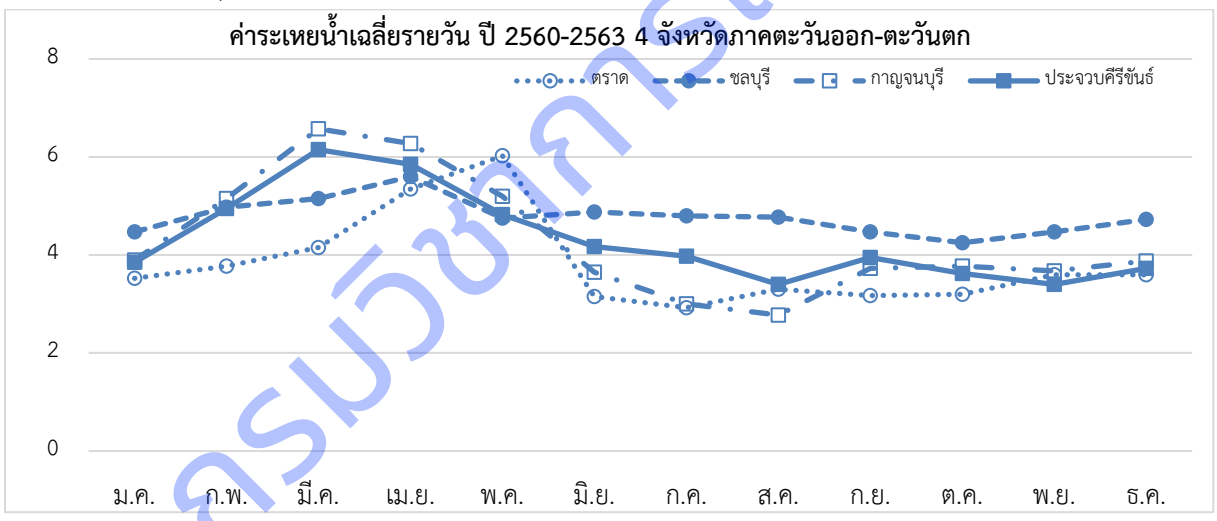


ภาพที่ 1.3-24 ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563

ร่างวิทยานิพนธ์



ภาพที่ 1.3-25 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN) ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563



ภาพที่ 1.3-26 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2560-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดตราด (TRT) ชลบุรี (CBI) กาญจนบุรี (CPN) และประจวบคีรีขันธ์ (KPN)

ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกและตะวันตก

การเก็บตัวอย่างดินและใบเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือรอยเท้าน้ำของการผลิตปาล์มน้ำมันโดยปริยาย และช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้มีความสมดุลของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้านเงินทุน-ความตั้งใจจริงในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรหลายรายต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

กรมวิชาการเกษตร

และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการธาตุไนโตรเจนที่เกษตรกรให้แก่ปาล์มน้ำมันเพื่อวิเคราะห์ Grey Water Footprint ทำให้ทราบข้อมูลการจัดการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มด้วย

ตราด ปี 2562 เกษตรกร 22 รายในอำเภอบ่อไร่และเมืองตราดมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสโพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน ร้อยละ 82 64 77 59 และ 59 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยและมากเกินไปเมื่อเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียมและโบรอน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 41 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงเกินความจำเป็น และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.3-3)

ชลบุรี ปี 2562 เกษตรกร 20 รายในอำเภอหนองใหญ่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน ร้อยละ 45 45 65 0 และ 20 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียมเกษตรกรไม่ใส่เลย และโบรอน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 80 ของจำนวนเกษตรกร ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตมีค่าสูง และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหาร (ตารางที่ 1.3-3)

กาญจนบุรี ปี 2562 เกษตรกร 21 รายในอำเภอทองผาภูมิมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 38 24 33 0 และ 5 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียมเกษตรกรไม่ใส่เลย และโบรอนเกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 95 ของจำนวนเกษตรกร ส่งผลให้การผลิตปาล์มน้ำมันเป็นไปไม่สมบูรณ์ เนื่องจากได้รับธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูง และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.3-3)

ประจวบคีรีขันธ์ ปี 2562 เกษตรกร 28 รายในอำเภอบางสะพานและบางสะพานน้อยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 79 57 82 25 และ 36 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีปริมาณน้อยกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม และโบรอน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 75 และ 64 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลต่อผลผลิตปาล์ม เนื่องจากได้รับธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูง และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.3-3)

ตารางที่ 1.3-3 ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 91 แปลง ใน 4 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ปี 2562

ตะวันออก-ตะวันตก/ เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่	**จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน**				**รวมทุกอายุ**
	1-4 ปี	**5-8 ปี**	**9-12 ปี**	**>12 ปี**	
ตราด (TRT)	**2**	**11**	**7**	**2**	**22**
N (กรัม)	300 (1)	260-960 (3)	340-630	473-714	0-960
P (กรัม)	140 (1)	60-920 (6)	258 (1)	302-560	1-920
K (กรัม)	360 (1)	210-2400 (4)	792-1800	1350-1890	0-2400
Mg (กรัม)	405 (1)	270-405 (8)	-	-	0-405
B (กรัม)	33 (1)	14.3-33 (6)	-	14.3-22	0-33
ชลบุรี (CBI)	**4**	**5**	**5**	**6**	**20**
N (กรัม)	-	330-780 (1)	420-560 (3)	305-780 (3)	0-780
P (กรัม)	-	225-1320 (1)	200-280 (3)	225-1322 (3)	0-1322
K (กรัม)	-	825-2850	600-1400 (2)	825-2400 (1)	0-2850
Mg (กรัม)	-	-	-	-	-

กรมวิชาการเกษตร

B (กรัม)	-	14.3 (4)	-	3.63-7.26 (3)	3.63-14.3
กาญจนบุรี (KRI)	**5**	**9**	**2**	**5**	**21**
N (กรัม)	420-1275 (2)	480-915 (7)	357-1275	693 (4)	0-1275
P (กรัม)	500 (3)	225 (8)	500 (1)	231 (4)	0-500
K (กรัม)	1200-3000 (2)	225 (8)	1020-3000	1155 (4)	0-3000
Mg (กรัม)	-	-	-	-	-
B (กรัม)	7.26(4)	-	-	-	0-7.26
ประจวบคีรีขันธ์ (PKN)	**4**	**2**	**11**	**11**	**28**
N (กรัม)	330-780 (2)	1260 (1)	420-2100 (2)	420-2100 (1)	0-2100
P (กรัม)	60-150 (2)	400 (1)	300-1840 (4)	120-1840 (5)	0-1840
K (กรัม)	150-600 (1)	1800-3600	1050-6000 (2)	660-6000 (2)	0-6000
Mg (กรัม)	200 (3)	670 (1)	270-800 (8)	800-1000 (9)	0-1000
B (กรัม)	-	7.26 (1)	3.63-11 (5)	3.3-22 (8)	0-22

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการจัดการของเกษตรกร และช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน โดยช่วงอายุที่ให้ผลผลิตสูงคือ ช่วงอายุ 9-12 ปี รองลงมาคือ ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน 5-8 ปี และช่วงอายุมากกว่า 12 ปี ผลผลิตส่วนใหญ่คอนข้างลดลง ทั้งนี้สืบเนื่องจากสภาพอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่ลดลงอย่างมาก รวมถึงการจัดการของเกษตรกรที่ส่งผลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันร่วมกัน (ตารางที่ 1.3-4)

ตารางที่ 1.3-4 ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 8 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ในปี 2560-2563 ที่ผ่านมา

ช่วงอายุ	**ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)**			
	ปีที่ 1 (2560)	**ปีที่ 2 (2561)**	**ปีที่ 3 (2562)**	**ปีที่ 4 (2563)**
ตราด				
1-4 ปี	1.05			
5-8 ปี	3.54±1.29	2.32±1.04	2.68±1.59	4.11
9-12 ปี	2.28±0.83	3.77±1.71	3.79±1.73	4.04±0.71
มากกว่า 12 ปี	2.50±1.13	3.56±1.61	3.57±0.97	2.53±0.87
ชลบุรี				
1-4 ปี				
5-8 ปี	3.48±1.82	3.51±1.70	3.36	
9-12 ปี	3.07±0.54	3.31±0.41	5.04±1.04	2.85±1.02
มากกว่า 12 ปี	1.95±0.73	3.51±0.78	2.66±0.72	2.88±1.99
กาญจนบุรี				
1-4 ปี		1.94		
5-8 ปี	5.41	2.35	1.68	
9-12 ปี	1.95±0.77	2.83±1.14	2.94±1.60	2.04±0.99
มากกว่า 12 ปี	3.06	2.44±0.14	2.19	1.90±0.62
ประจวบคีรีขันธ์				
1-4 ปี				

กรมวิชาการเกษตร

5-8 ปี	2.98	3.69	4.16	
9-12 ปี	2.67±0.76	4.22±0.67	5.91±2.69	4.42±2.66
มากกว่า 12 ปี	4.22±1.61	3.97±1.55	4.03±1.18	2.79±0.58

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จากผลวิเคราะห์ Blue WF Green WF และ Grey WF ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ และเสนอในรูปผลรวมของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Total WF) และเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 4 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตกตลอดช่วงอายุ 25 ปีมีค่า 625-979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ Suttayakul และคณะ (2016) ที่ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกตลอดช่วงอายุ 25 ปี มีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และหากเกษตรกรใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันลดลงเหลือ 888 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และจากการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันทางตอนกลางของเกาะกาลิมันตัน โดย Safitri และคณะ (2018) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 560-1,140 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ขึ้นกับสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัว และสามารถจำแนกเป็นภาพรายจังหวัดได้ดังนี้

อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 4 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 2,114 1,048 786 และ 747 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด มีค่า 1,020 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (หากคิดเฉพาะช่วงอายุ 5-25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 812 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,265 940 848 และ 671 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.3-5)

อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 4 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 999 843 และ 1,106 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 5-25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี มีค่า 1,036 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,082 899 838 และ 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.3-5)

อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 4 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,186 904 1,139 และ 1,014 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด มีค่า 1,044 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (หากคิดเฉพาะช่วงอายุ 5-25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 1,017 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 916 937 1,147 และ 1,286 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.3-5)

อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 4 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,679 692 และ 841 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 5-25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี มีค่า 972 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,335 1,222 614 และ 829 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.3-5)

ตารางที่ 1.3-5 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 4 จังหวัดภาคตะวันออกและตะวันตก ปี 2560-2563 ที่ผ่านมา

ช่วงอายุ	**วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)**						
	ปีที่ 1	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**เฉลี่ย 4 ปี**	**ปีแต่ละช่วง**	**แต่ละช่วงอายุ**
ตราด							

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)						
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย 4 ปี	ปีแต่ละช่วง	แต่ละช่วงอายุ
1-4 ปี	2113.7				2113.7	4	8454.9
5-8 ปี	1174.4	1284.2	1203.6	529.8	1048.0	4	4191.9
9-12 ปี	1178.9	736.5	681.6	547.1	786.0	4	3144.1
>12 ปี	593.2	798.2	660.3	936.3	747.0	13	9711.2
เฉลี่ย	1265.1	939.7	848.5	671.1	931.1	(811.8)	1020.1
ชลบุรี							
1-4 ปี						4	
5-8 ปี	1159.4	1011.6	827.6		999.5	4	3998.2
9-12 ปี	868.1	858.3	569.0	1076.9	843.1	4	3372.3
>12 ปี	1219.5	827.0	1118.7	1259.8	1106.2	13	14381.2
เฉลี่ย	1082.3	899.0	838.5	1168.3	997.0		1035.8
กาญจนบุรี							
1-4 ปี		1185.8			1185.8	4	4743.4
5-8 ปี	676.7	668.8	1367.3		904.2	4	3617.0
9-12 ปี	1292.9	951.4	1026.7	1284.8	1139.0	4	4555.9
>12 ปี	778.6	942.2	1047.0	1286.6	1013.6	13	13177.0
เฉลี่ย	916.1	937.1	1147.0	1285.7	1071.5	(1,016.7)	1043.7
ประจวบคีรีขันธ์							
1-4 ปี						4	
5-8 ปี	2172.49	2233.62	631.9		1679.3	4	6717.4
9-12 ปี	916.12	631.59	496.1	726.1	692.5	4	2769.9
> 12 ปี	917.10	801.16	713.2	931.7	840.8	13	10930.2
เฉลี่ย	1335.2	1222.1	613.7	828.9	1000.0		972.3

การทดลองที่ 1.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) พิกัดแปลงของสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน และผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

1.1) พิกัดแปลงสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา

ผลการคัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ใช้ข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) โดยคัดเลือกจำนวน 6 จังหวัด (อำเภอ) ดังนี้ หนองคาย (โพนพิสัย) บึงกาฬ (เซกา) อุดรธานี (บ้านดุง) สกลนคร (บ้านม่วง) เลย (เชียงคาน) และอุบลราชธานี (นาจะหลวย) (ตารางที่ 1.4-1) โดยหลักเกณฑ์การคัดเลือกอำเภอ เป็นอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในจังหวัดนั้น และส่งพิกัดสวนปาล์ม (ภาพที่ 1.4-1 1.4-2 และ 1.4-3) ไปจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มตามเกณฑ์จำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.4-2)

กรมวิชาการเกษตร

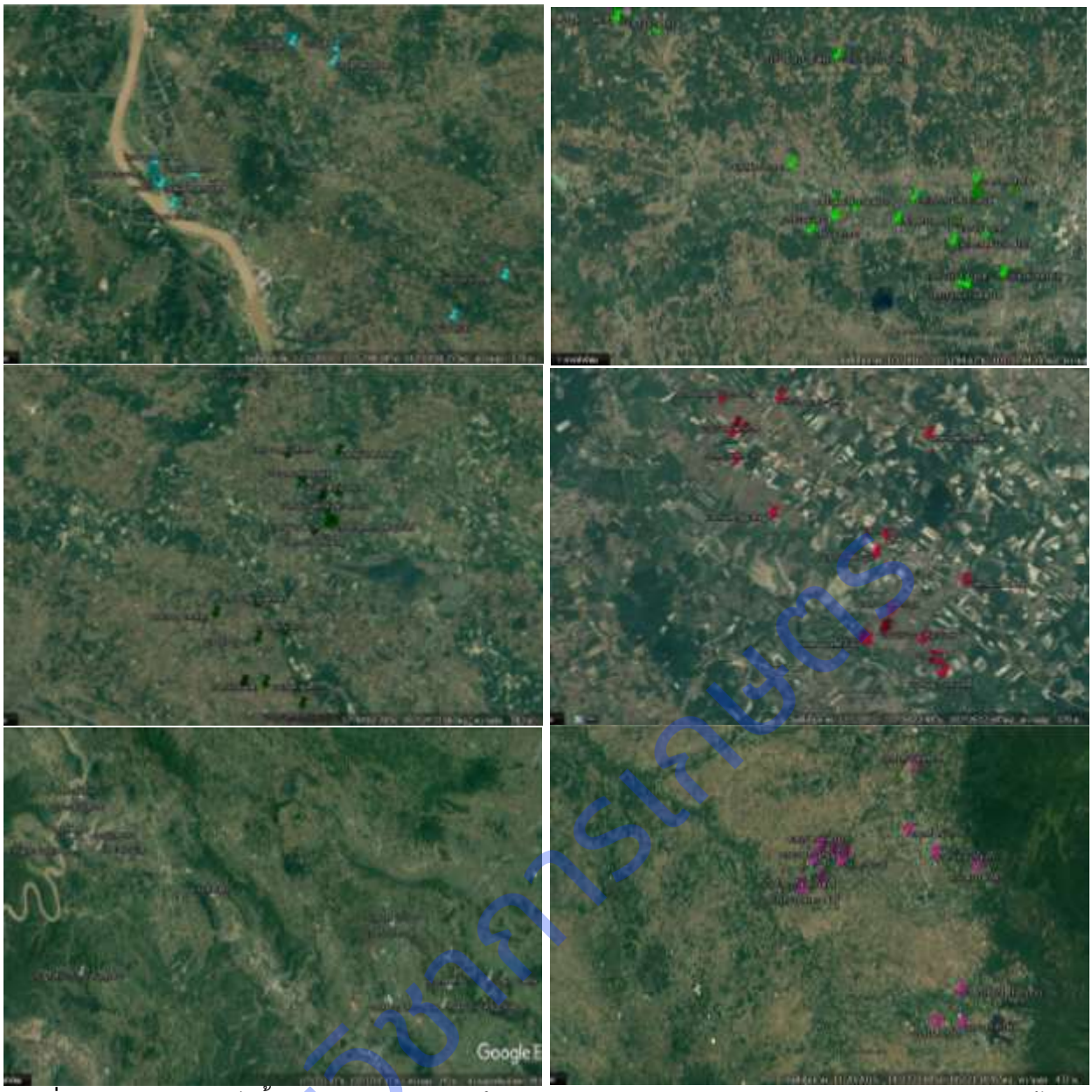
ตารางที่ 1.4-1 เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2559 และ 2562 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัด	*เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)*		แปลงเกษตรกร (ราย)
	2559	2562	
หนองคาย	14,443	18,734	24
บึงกาฬ	14,597	24,819	25
อุดรธานี	20,499	24,749	21
สกลนคร	16,004	20,295	17
เลย	11,241	18,696	20
อุบลราชธานี	13,176	18,384	23
รวมแปลงเกษตรกร (ราย)			130

ตารางที่ 1.4-2 สวนปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน 130 แปลง ในจังหวัดหนองคาย (NKI) บึงกาฬ (BKN) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)

จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
หนองคาย	เหมาะสมมาก					**-**
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	0	18	6	0	**24**
บึงกาฬ	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	**-**
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	2	14	8	1	**25**
อุดรธานี	เหมาะสมมาก					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	16	1	0	**21**
สกลนคร	เหมาะสมมาก					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	9	6	2-	0	**17**
เลย	เหมาะสมมาก					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	1	12	4	3	**20**
อุบลราชธานี	เหมาะสมมาก					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	5	6	11	1	**23**
รวม 6 จังหวัด	**เหมาะสมมาก**					
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	**21**	**72**	**32**	**5**	**130**

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.4-1 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬอำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี และอำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร อำเภอเชียงคาน ท่าลี่และเอราวัณ จังหวัดเลย และอำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี

กรมวิชาการเกษตร

1.2) ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน

ภาพที่ 1.4-2 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 6/2560 บ้านใหม่โพธิ์ชัย ตำบลนาหนัง อำเภอโพนพิสัย หนองคาย พิกัด 48Q 303757 1982810 พีดอน 7/2560 บ้านดอนอุดม ตำบลโนนสมบูรณ์ อำเภอเมือง บึงกาฬ พิกัด 48Q 357075 2023549 พีดอน 8/2560 บ้านเหล่าอุดม ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอบ้านดุง อุดรธานี พิกัด 48Q 318801 1971290 พีดอน 9/2560 บ้านดงหม้อทอง ตำบลดงหม้อทองใต้ อำเภอบ้านม่วง สกลนคร พิกัด 48Q 335172 1984610 และพีดอน 10/2560 บ้านเหล่าอุดม ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอบ้านดุง อุดรธานี พิกัด 48P 503990 1688774

กรมวิชาการเกษตร

ลักษณะสภาพการใช้ที่ดินในสวนปาล์มน้ำมันของตัวแทนทั้ง 6 จังหวัด มีทั้งพื้นที่ราบ เนินลาดชันเล็กน้อย รวมถึงสภาพที่ลุ่ม และหน้าตัดของดินมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นของหน้าตัดดินทั้ง 5 pedon (ภาพที่ 1.4-2)

1.3) ผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

สัมภาษณ์เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 6 จังหวัด ในการจัดการธาตุอาหารและน้ำตลอด 4 ปีที่ผ่านมา พบว่า เกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่มีหลายรายที่มีการใช้ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ยแทนการใช้ปุ๋ยสูตรผสมแบบเดิมเนื่องจากต้องการลดต้นทุน บางรายใช้ปุ๋ยรองและปุ๋ยเสริมเช่น กีเซอไรท์ โบรอนมากขึ้นตามอัตราแนะนำ เนื่องจากเห็นผลกระทบที่เกิดกับใบปาล์มน้ำมันที่แสดงอาการขาดปรากฏออกมาให้เกษตรกรทราบ และมีการเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ-เคมีของดินในสวนปาล์มน้ำมัน และตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรทราบสถานการณ์ความสมบูรณ์ในการจัดการสวนในส่วนการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จึงมีทั้งเกษตรกรที่ต้องใส่ปุ๋ยหลักบางรายการเพิ่มมากจากเดิมเพื่อรักษาสถานะของธาตุอาหารในดินและใบให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน และหลายรายต้องลดการใช้ปุ๋ยหลักบางรายการลงจากเดิม หรือต้องงดใส่เนื่องจากในดินมีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวมากเกินพอ และในเกษตรกรบางรายพบว่า มีความไม่สมดุลของธาตุอาหารเกิดขึ้น เช่น แคลเซียมต่อแมกนีเซียม หรือแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม จึงต้องลดการใส่ปุ๋ยบางรายการ รวมถึงเกษตรกรหลายรายที่พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป ซึ่งเกษตรกรจะต้องปรับเปลี่ยนชนิดของปุ๋ยตามคำแนะนำของผู้ดำเนินการ เพื่อช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักอีกปัจจัยที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดด่างเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ดีขึ้น และช่วยให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อรอยเท้าน้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณการใช้น้ำลดลงในการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากรอยเท้าน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยให้เกษตรกรมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัด นำเสนอผลวิเคราะห์เป็นภาพรวมเปรียบเทียบเทียบระหว่างปี 2560 และ 2563 ซึ่งเป็นปีแรกและปีสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัย

1.3.1) ผลวิเคราะห์ดิน สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ผ่านมาตรฐานมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน

<u>ความเป็นกรดด่างของดิน</u> ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 5.5 หรืออยู่ในช่วง 5.0-6.0 หากค่ากรดด่างต่ำกว่า 5.0 จะแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 (ค่ากรดด่าง 7.0) ซึ่งช่วยให้ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้นแทน 21-0-0 (ค่ากรดด่าง 5.0) โดยใช้ร่วมกับปูนโดโลไมท์ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งช่วยทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น แต่หากความเป็นกรดด่างของดินมีค่ามากกว่า 6.0 จะแนะนำให้เกษตรกรงดหรือลดการใส่แคลเซียมในดินก่อนเป็นลำดับแรก เนื่องจากส่วนใหญ่ความเป็นด่างของดินจะมาพร้อมกับปริมาณแคลเซียมในดินที่มีปริมาณมากเกินพอ และให้เกษตรกรใช้แหล่งไนโตรเจนเป็นปุ๋ยเคมีเกรด 21-0-0 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 45-0-0 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แหล่งโพแทสเซียม เนื่องจากความเป็นกรดด่างของปุ๋ยเคมีทั้ง 2 รายการ มีค่า 5.0 ซึ่งจะช่วยปรับสภาพความเป็นกลางหรือด่างของดินให้มีค่าลดลง และเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น หรือช่วยให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2560 พบว่า ความเป็นกรดด่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันของจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี มีค่า 4.84-6.55 3.88-4.99 4.51-5.88 4.08-4.83 4.43-6.22 และ 3.99-5.93 ตามลำดับ โดยจังหวัดบึงกาฬและสกลนครมีค่าความเป็นกรดด่างของดินในช่วงที่แคบมาก และเป็นกรดจัดกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์แก่ปาล์มน้ำมันเป็นไปได้ยาก สำหรับจังหวัดหนองคาย อุดรธานี เลยและอุบลราชธานี ความเป็นกรดด่างของดินมีค่าในช่วงที่ค่อนข้างกว้างและปรับสภาพให้ตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมันได้ดีขึ้นหลังมีการจัดการ โดยความเป็นกรดด่างของดินปี 2563 มีค่า 4.06-5.76 4.12-6.12 4.28-5.29 4.36-5.30 4.39-7.11 และ 4.59-

กรมวิชาการเกษตร

6.84 ตามลำดับ ซึ่งมีความเหมาะสมตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ยกเว้นบางสวนมีความเป็นกรดด่างลดลงหรือเพิ่มขึ้นเกินความต้องการของปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 1.4-3)

ภาพที่ 1.4-3 ความเป็นกรดด่างสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 5.5)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุของจังหวัดบึงกาฬมีค่าในระดับเหมาะสมกว่าจังหวัดอื่น (0.96-2.30 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคืออุดรธานี 0.45-2.55 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเลย หนองคาย อุบลราชธานี และสกลนคร อินทรียวัตถุมีค่า 1.05-1.84 0.87-1.69 0.67-1.62 และ 0.63-1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปี 2563 ปริมาณอินทรียวัตถุของจังหวัดบึงกาฬมีค่าสูงขึ้นเป็น 0.71-3.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อุดรธานี เลย หนองคาย และสกลนครมีค่า 0.48-3.46 1.04-2.63 0.78-2.79 และ 0.45-1.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอุบลราชธานีมีปริมาณต่ำสุด (0.33-1.03 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งลดลงกว่าเดิมมาก (ภาพที่ 1.4-4) โดยภาพรวมส่วนใหญ่อินทรียวัตถุมีค่าค่อนข้างต่ำ เกษตรกรต้องปรับปรุงดินให้สมบูรณ์เพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยให้ดินมีศักยภาพการผลิตเพิ่มมากขึ้น ช่วยดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-4 ปริมาณอินทรียวัตถุสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของจังหวัดบึงกาฬ สกลนคร อุดรธานี อุบลราชธานี เลย และหนองคาย ปี 2560 มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (<15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร้อยละ 100 100 75 45 27 และ 25 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และปี 2563 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระดับเหมาะสมปานกลางขึ้นไป ร้อยละ 40 5 45 55 55 และ 80 (ภาพที่ 1.4-5) แสดงว่า เกษตรกรมีการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้นในระดับที่น่าพอใจ ยกเว้นสกลนครที่ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมากร้อยละ 90 ของจำนวนเกษตรกร จากภาพรวม 6 จังหวัด บึงกาฬเป็นจังหวัดที่เกษตรกรมีการปรับการจัดการธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณที่เหมาะสม ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในปีที่ 4 ของการดำเนินงานมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างน่าพอใจ อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรที่ปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมจะแนะนำให้ลดปุ๋ยฟอสฟอรัสลงอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

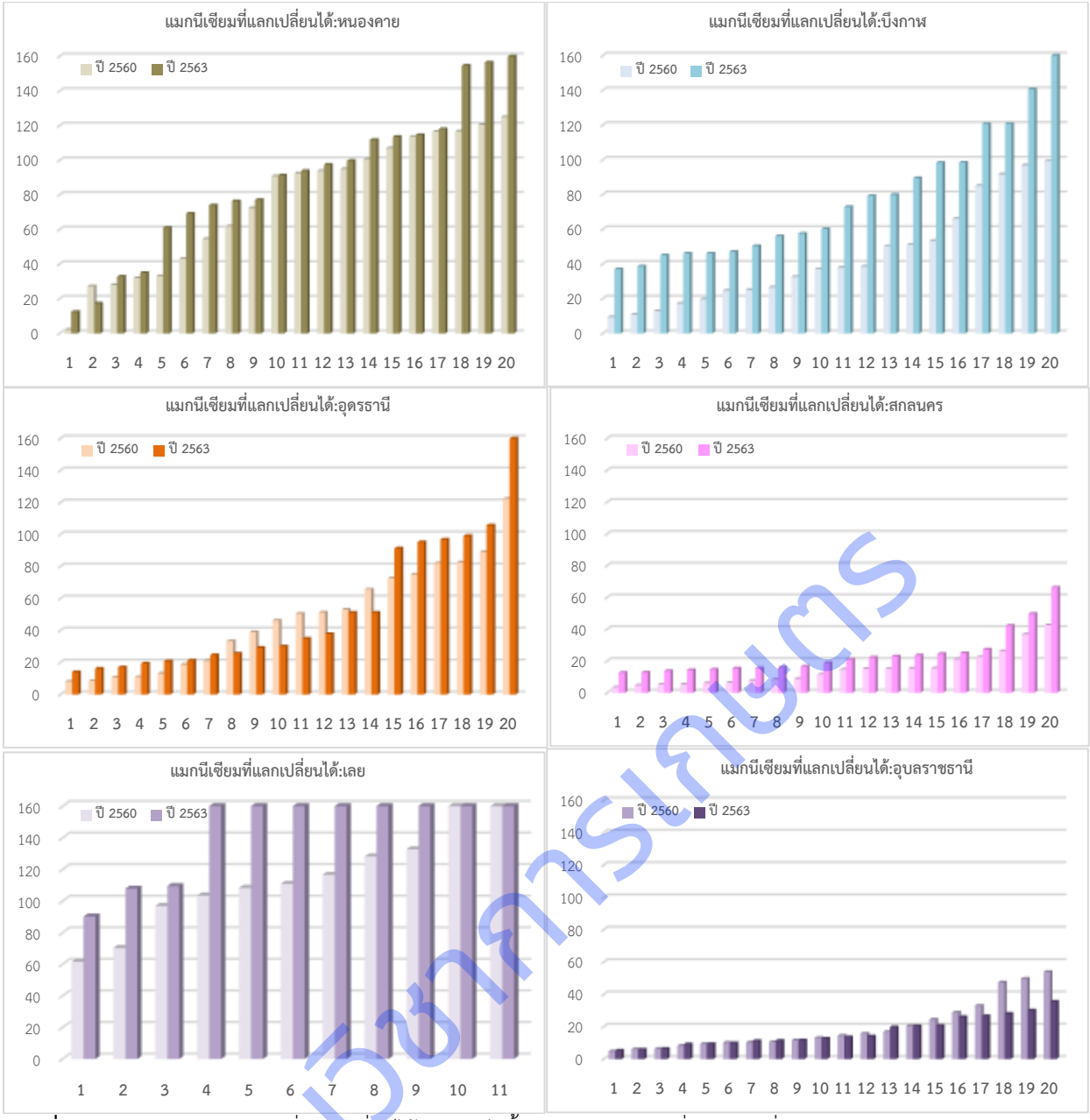
ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานีสกลนคร เลย และอุบลราชธานีร้อยละ 90 50 45 95 18 และ 70 ของจำนวนเกษตรกรมีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (<80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งได้แนะนำให้เกษตรกรเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย 0-0-60 มากกว่าเดิมร้อยละ 25-50 สำหรับผลปี 2563 พบว่า เกษตรกรจังหวัดหนองคายและบึงกาฬมีการจัดการธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมฯ ที่ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลดลงเหลือร้อยละ 80 และ 20 ของจำนวนเกษตรกร สำหรับเกษตรกรจังหวัดอุดรธานีสกลนคร เลยและอุบลราชธานี ปริมาณโพแทสเซียมฯ ที่ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 70 100 36 และ 95 ของจำนวนเกษตรกร (ภาพที่ 1.4-6) และเกษตรกรที่ปริมาณโพแทสเซียมฯ มีค่าสูงกว่า 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องลด 0-0-60 ลงร้อยละ 25-50 ของอัตราเดิม

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-6 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ส่วนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของจังหวัดเลยมีค่าเหมาะสมปานกลางถึงสูงมากเช่นเดียวกับปี 2563 และพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมฯ ของจังหวัดสกลนคร อุบลราชธานี บึงกาฬ อุดรธานีและหนองคาย ร้อยละ 100 90 60 50 และ 30 ของจำนวนเกษตรกรมีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก (<50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในปี 2563 ปริมาณแมกนีเซียมฯ ที่มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมากของจังหวัดสกลนคร บึงกาฬและหนองคายลดลงเหลือร้อยละ 90 30 และ 20 ของจำนวนเกษตรกร แสดงว่า เกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารที่ดีขึ้น ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมฯ ที่มีค่าในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมากของจังหวัดอุดรธานีและอุบลราชธานี มีสัดส่วนของเกษตรกรเพิ่มขึ้น แสดงว่าการจัดการธาตุอาหารไม่เหมาะสม (ภาพที่ 1.4-7)

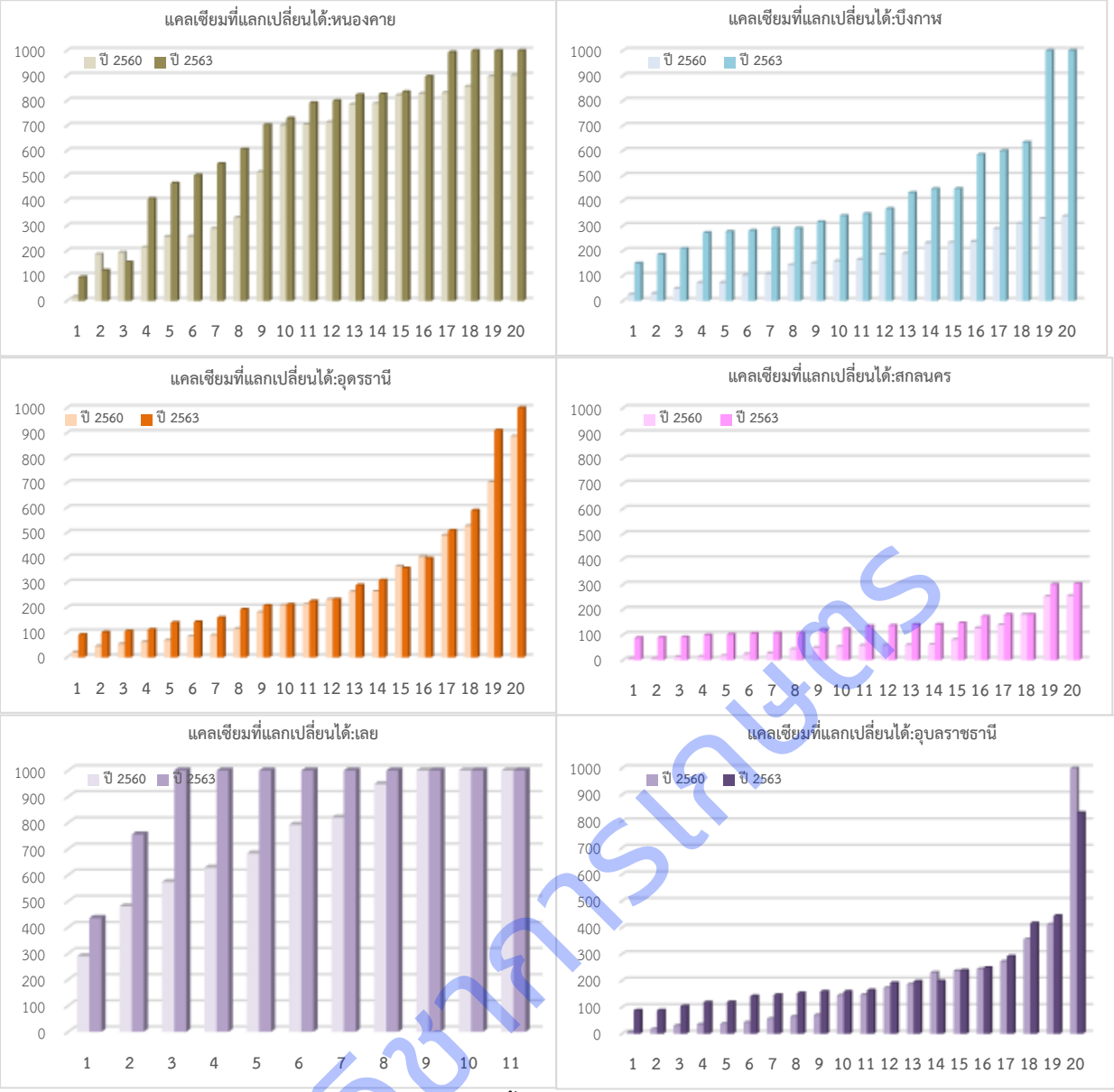
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.4-7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560 พบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของเกษตรกรจังหวัดสกลนคร บึงกาฬ อุบลราชธานี อุดรธานี หนองคายและเลย มีค่าในเกณฑ์เหมาะสม (ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร้อยละ 100 100 95 85 40 และ 18 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และในปี 2563 ปริมาณแคลเซียมฯ ในเกณฑ์เหมาะสม ของเกษตรกรจังหวัดสกลนครและอุบลราชธานี มีสัดส่วนคงที่คือ ร้อยละ 100 และ 95 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแคลเซียมฯ ในเกณฑ์เหมาะสมของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานีและเลย มีสัดส่วนลดลงในปี 2563 (ภาพที่ 1.4-8) อย่างไรก็ตาม หากปริมาณแคลเซียมฯ มีปริมาณต่ำเกินไป เกษตรกรต้องใช้ปูนโดโลไมท์เป็นแหล่งของแคลเซียมเนื่องจากมีแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อปาล์มน้ำมัน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.4-8 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560 พบว่า สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของเกษตรกรจังหวัดบึงกาฬ สกลนคร อุดรธานี อุบลราชธานี หนองคายและเลยที่มีความสมดุลหรือผ่านเกณฑ์เหมาะสม (ต่ำกว่า 5.0) ร้อยละ 95 65 60 45 25 และ 0 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดินปี 2563 สมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของเกษตรกรมีปริมาณลดลงคงเหลือร้อยละ 50 10 15 0 36 และ 10 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ โดยเลยเป็นจังหวัดเดียวที่พบความสมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น และที่อุบลราชธานีพบว่า ไม่สมดุลทั้ง 20 รายในปี 2563 (ภาพที่ 1.4-9) เนื่องจากแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าต่ำมาก และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงส่งผลต่อความไม่สมดุลแคลเซียมต่อแมกนีเซียมที่มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-9 สมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียมสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)

ผลวิเคราะห์ดินปี 2560 พบว่า สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของเกษตรกรจังหวัดบึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร และอุบลราชธานีมีความสมดุลหรือผ่านเกณฑ์เหมาะสม (ต่ำกว่า 1.2) ทุกราย เกษตรกรจังหวัดหนองคายและเลยมีความสมดุลเพียงร้อยละ 45 และ 9 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดินปี 2563 สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี และสกลนคร มีสัดส่วนลดลงคงเหลือร้อยละ 20 85 85 และ 85 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ โดยเลยเป็นจังหวัดเดียวที่แมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมไม่สมดุลทั้งหมด ในขณะที่อุบลราชธานีมีความสมดุลทั้งหมดในปี 2563 (ภาพที่ 1.4-10)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-10 สมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)

1.3.2) ผลวิเคราะห์ใบ หากเกษตรกรปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ ปริมาณธาตุอาหารในใบจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางบวกตามความต้องการของปาล์มน้ำมันมากกว่าปีที่เริ่มดำเนินงาน (2560) และเนื่องจากมีปาล์มน้ำมันหลายช่วงอายุ จึงใช้ค่าวิกฤตใบปาล์มน้ำมันที่อายุ 8 ปีเป็นตัวแทนประเมินความเหมาะสม

ไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมมีค่า 2.385-2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบที่มีค่าสูงกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง พบเฉพาะสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่อุบลราชธานีเพียง 2 ราย (ร้อยละ 10) เท่านั้น ที่เหลือมีค่าต่ำกว่า และในปี 2563 ปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบต่ำกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งทั้ง 6 จังหวัด จากการติดตามการจัดการธาตุอาหารตลอด 4 ปี บางรายปฏิบัติตามคำแนะนำ บางรายปฏิบัติบางส่วน และส่วนใหญ่ปฏิบัติไม่ได้ (ภาพที่ 1.4-11)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-11 ปริมาณไนโตรเจนในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

ฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.153-0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 พบว่า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่มีค่าสูงกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง พบเฉพาะสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่อุบลราชธานีเพียง 4 ราย (ร้อยละ 20) เท่านั้น ที่เหลือมีค่าต่ำกว่า และในปี 2563 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่มีค่าสูงกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง พบที่จังหวัดเลย สกลนคร หนองคาย อุบลราชธานีและบึงกาฬ ร้อยละ 91 40 35 20 และ 10 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ แสดงว่า เกษตรกรในจังหวัดดังกล่าวมีการจัดการที่เหมาะสมมากขึ้นจากเดิม ในขณะที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบของจังหวัดอุดรธานีมีปริมาณลดลงกว่าเดิมอย่างมากทุกราย (ภาพที่ 1.4-12)

สำนักวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-12 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>โพแทสเซียม</u> ปริมาณโพแทสเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.90-1.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 และ 2563 พบว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบของเกษตรกรทุกรายในจังหวัดหนองคายและเลยมีค่าต่ำกว่า 0.90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งทั้ง 2 ปี เกษตรกรของจังหวัดบึงกาฬและอุบลราชธานีมีการปรับตัวสูงกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 30 และ 15 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และเกษตรกรที่จังหวัดอุดรธานีและสกลนคร โพแทสเซียมในใบมีปริมาณลดลงอย่างมากจากค่าวิกฤตเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2560 ซึ่งเป็นผลจากเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยน้อยลง (ราคาปาล์มตกต่ำ-ไม่มีทุนเพียงพอ) และค่าการขาดน้ำในพื้นที่ดังกล่าวที่มีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1.4-13)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-13 ปริมาณโพแทสเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>แมกนีเซียม</u> ปริมาณแมกนีเซียมในใบที่เหมาะสมมีค่า 0.238-0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2563 พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในใบของจังหวัดบึงกาฬและสกลนครมีค่าลดลงต่ำกว่ากว่าปี 2560 แต่จังหวัดหนองคาย อุดรธานี เลย และอุบลราชธานีมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นดีกว่าปี 2560 และในปี 2563 ปริมาณแมกนีเซียมในใบของเกษตรกรจังหวัดอุดรธานี บึงกาฬ เลย อุบลราชธานี หนองคายและสกลนคร มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตในสัดส่วนร้อยละ 90 75 73 65 50 และ 50 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ แสดงว่าเกษตรกรจัดการใส่กีเซอไรท์ได้เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารอื่นที่ปาล์มน้ำมันต้องการ (ภาพที่ 1.4-14)

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1.4-14 ปริมาณแมกนีเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>แคลเซียม</u> ปริมาณแคลเซียมในใบที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.25-1.00 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ผลวิเคราะห์ปี 2560 และ 2563 พบว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบของเกษตรกรทุกรายในจังหวัดหนองคายและเลยมีค่าต่ำกว่า 0.90 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งทั้ง 2 ปี เกษตรกรของจังหวัดบึงกาฬและอุบลราชธานีมีการปรับตัวสูงกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 30 และ 15 ของจำนวนเกษตรกรตามลำดับ และเกษตรกรที่จังหวัดอุดรธานีและสกลนคร โพแทสเซียมในใบมีปริมาณลดลงอย่างมากจากค่าวิกฤตเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2560 (ภาพที่ 1.4-15) เพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

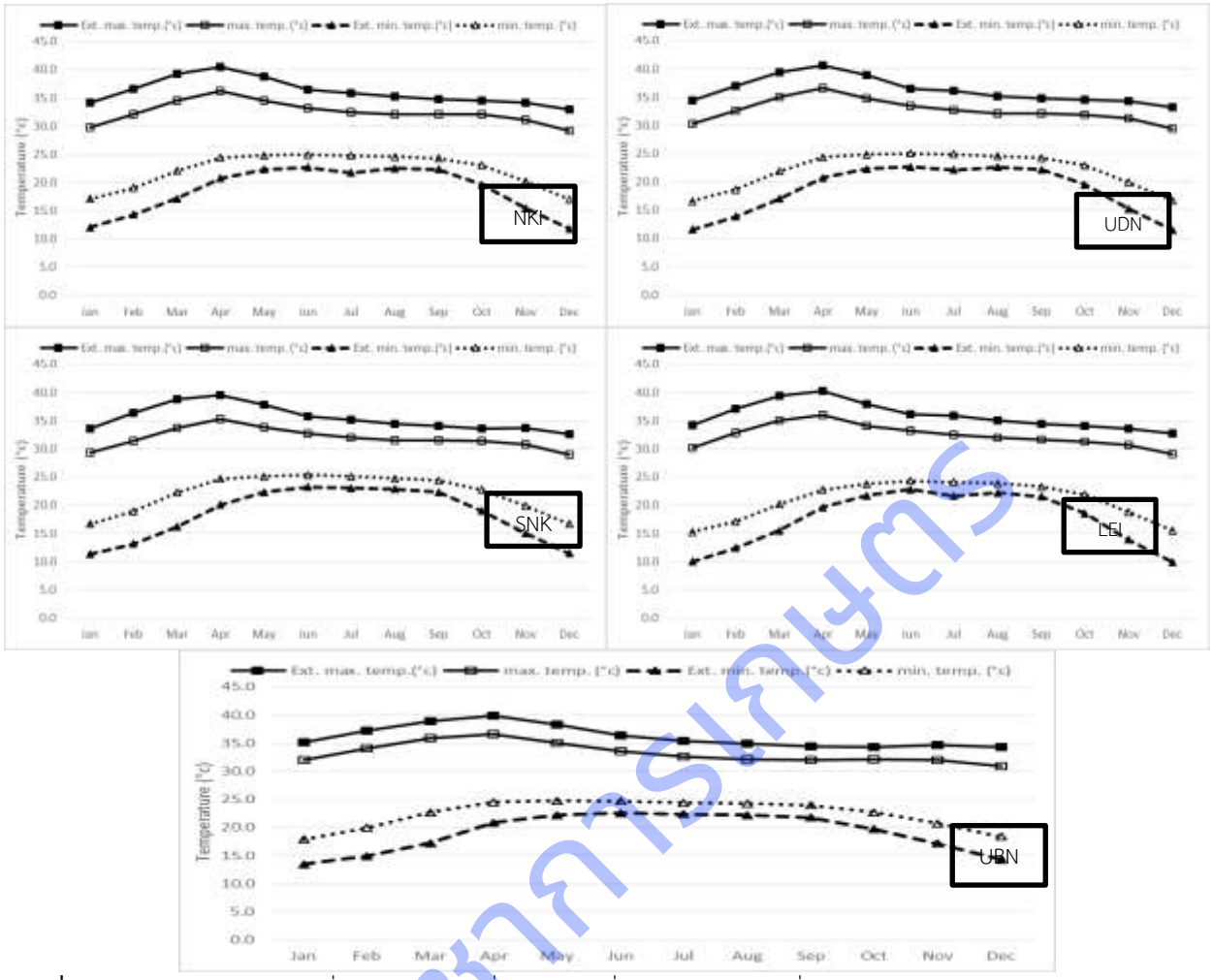
ภาพที่ 1.4-15 ปริมาณแคลเซียมในใบเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

<u>โบรอน</u> ค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์แสดงว่า ขาดโบรอนในระดับวิกฤต ผลวิเคราะห์ปี 2563 พบว่า ไม่มีจังหวัดใดที่ค่าโบรอนต่ำกว่าค่าวิกฤต โดยจังหวัดอุบลราชธานี เลย สกลนคร บึงกาฬ หนองคายและอุดรธานีมีโบรอนในใบในช่วงที่เหมาะสมร้อยละ 70 64 55 55 45 และ 40 ของจำนวนเกษตรกร และจังหวัดอุดรธานี อุบลราชธานี สกลนคร เลย และบึงกาฬมีโบรอนในใบสูงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ร้อยละ 35 25 10 9 และ 5 ของจำนวนเกษตรกร (ภาพที่ 1.4-16) สำหรับเกษตรกรที่มีปริมาณโบรอนในใบต่ำกว่าค่าที่เหมาะสมได้แนะนำให้ใส่โบรอนอัตรา 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับการพัฒนาใบใหม่และหลอดละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งส่งผลต่อการผสมเกสรและการผสมติดของช่อดอกตัวเมีย

กรมวิชาการเกษตร

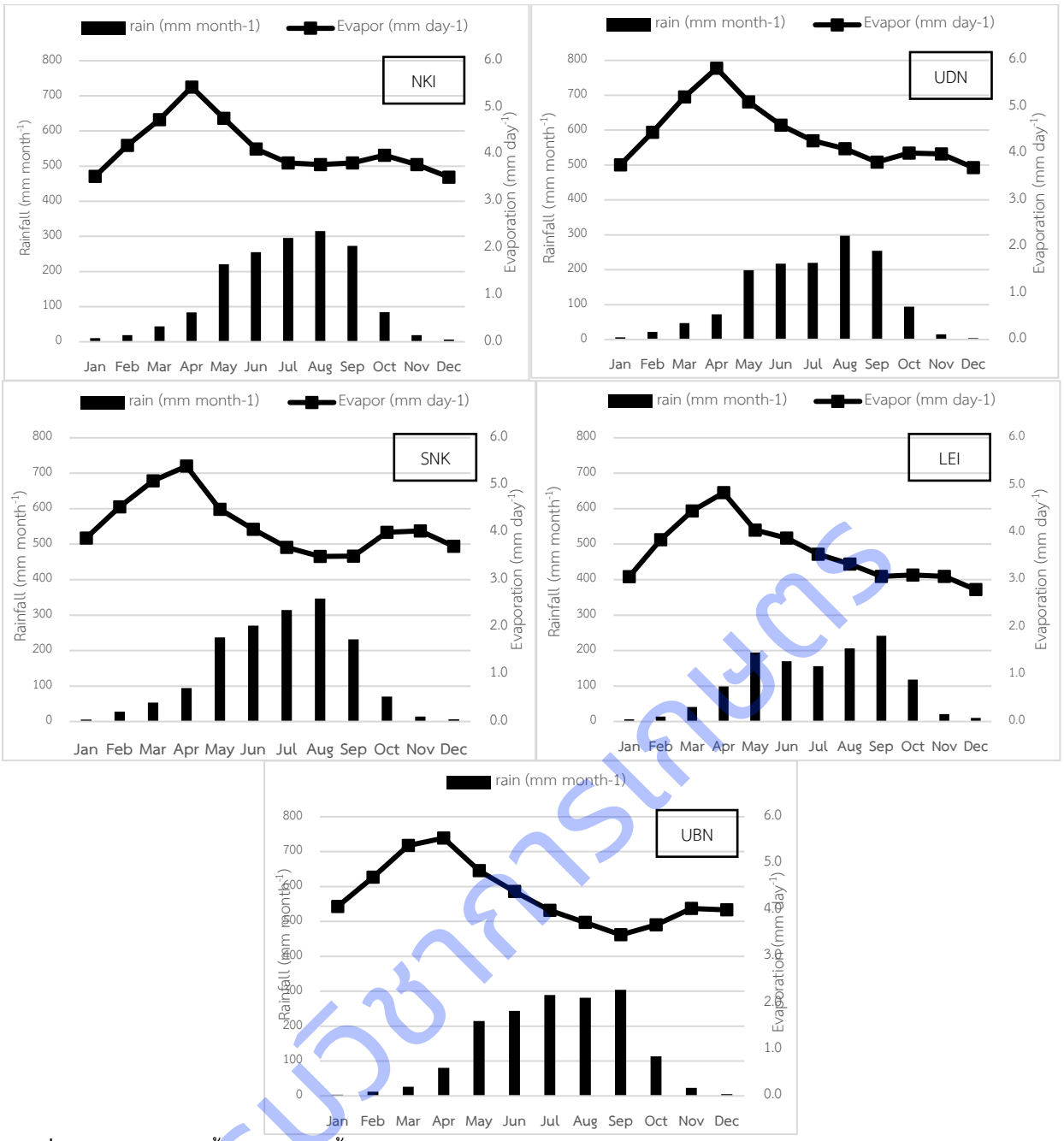
ภาพที่ 1.4-16 ปริมาณโบรอนในใบของจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

กรมวิชาการเกษตร



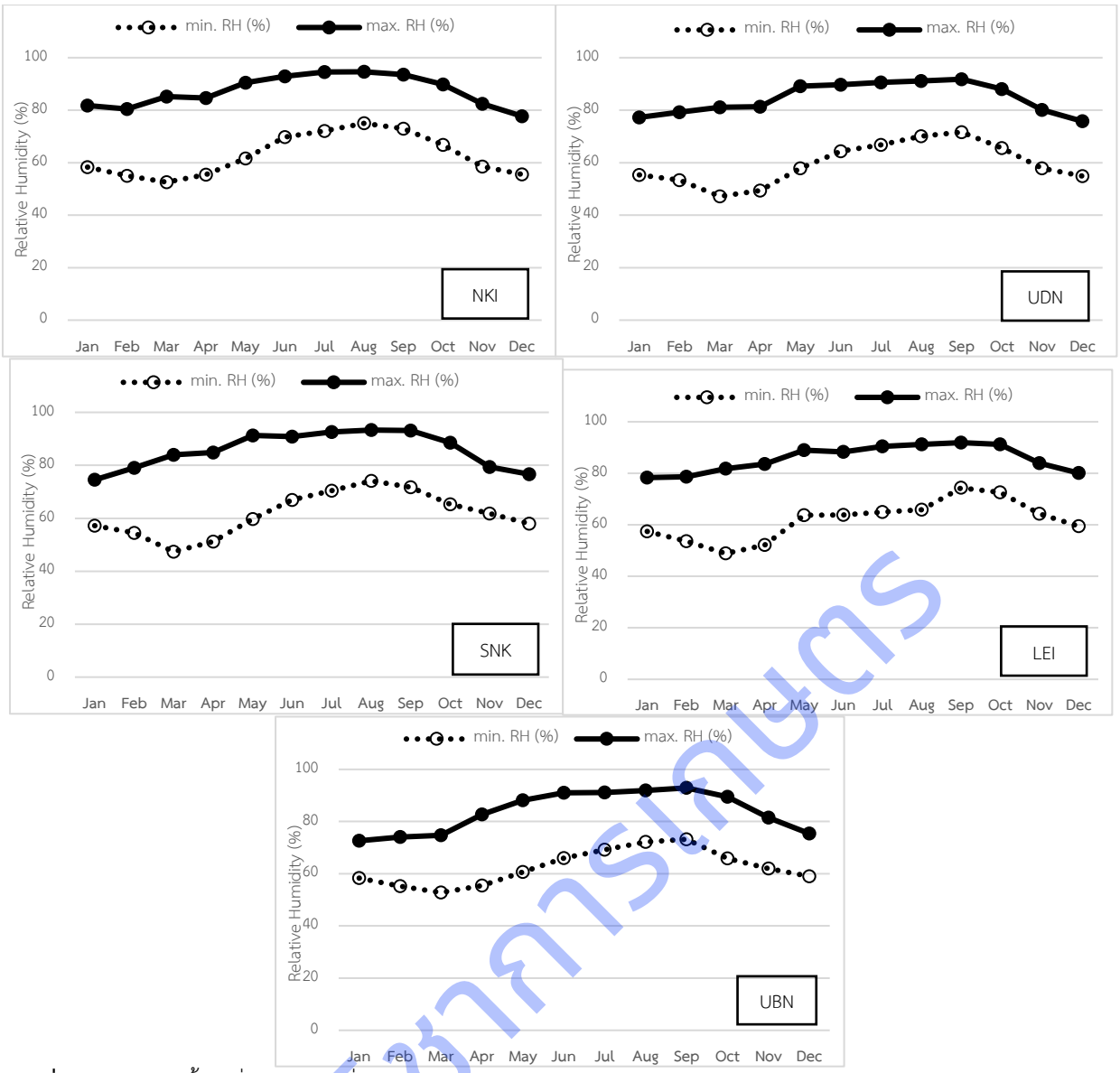
ภาพที่ 1.4-17 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.4-18 ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และ อุบลราชธานี (UBN)

กรมอุตุนิยมวิทยา

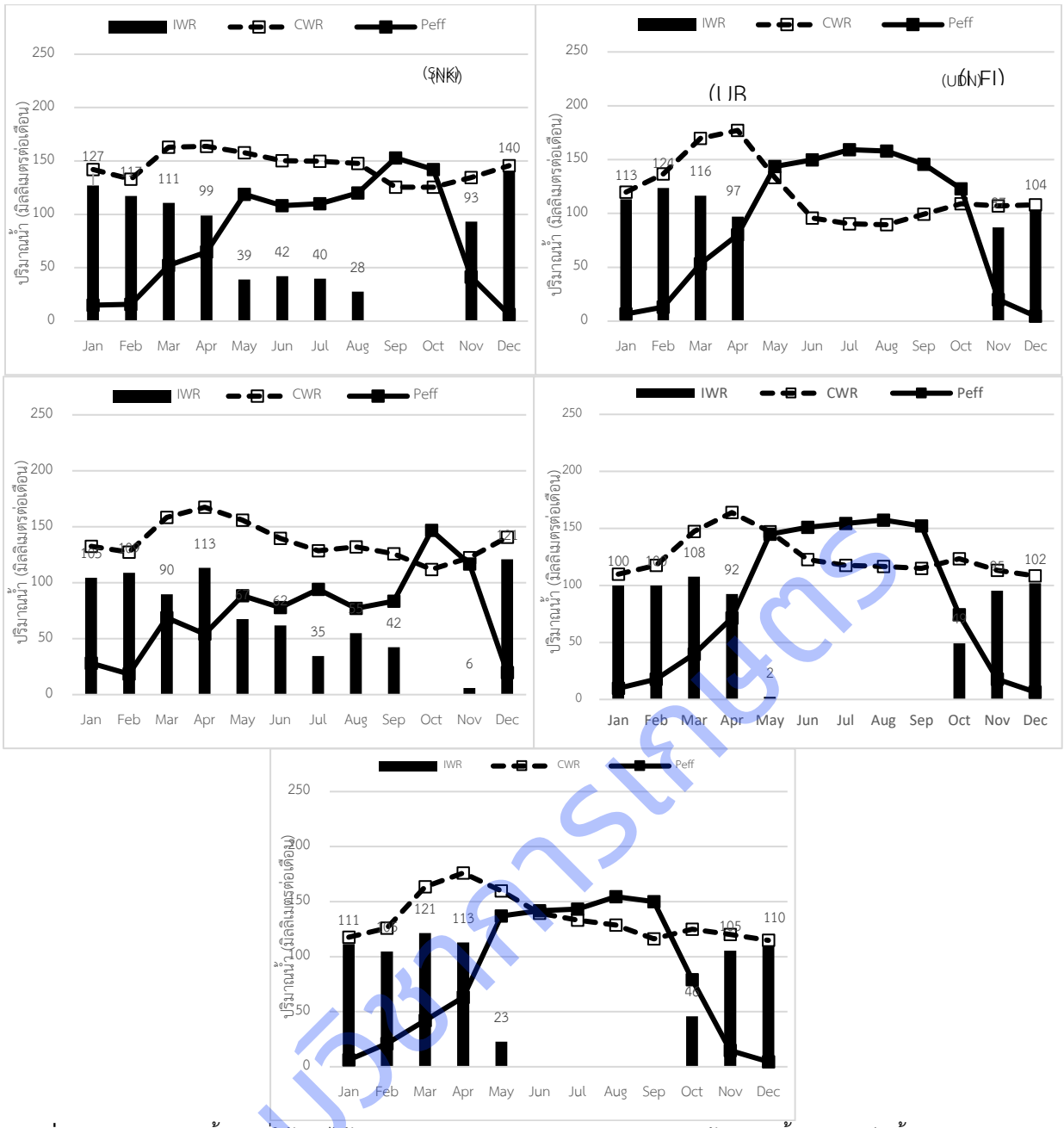


ภาพที่ 1.4-19 ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2530-2559) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN)

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

นำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำตลอด 30 ปี และค่า Kc ของปาล์มน้ำมัน มาคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Peff) ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (CWR) และค่าความต้องการน้ำชลประทาน หรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมันใน 5 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันในจังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี มีค่า 1,502.9, 1,620.6, 1,353.9 1,366.7 และ 1,700.3 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ปริมาณฝนใช้การมีค่า 997.0, 957.6, 1,003.0, 926.1 และ 980.7 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จึงส่งผลต่อค่าความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมัน โดยจังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ อุบลราชธานี (859 มิลลิเมตรต่อปี) อุดรธานี หนองคาย สกลนครและเลย มีค่าการขาดน้ำ 735 649 573 และ 524 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.4-20)

กรมวิชาการเกษตร

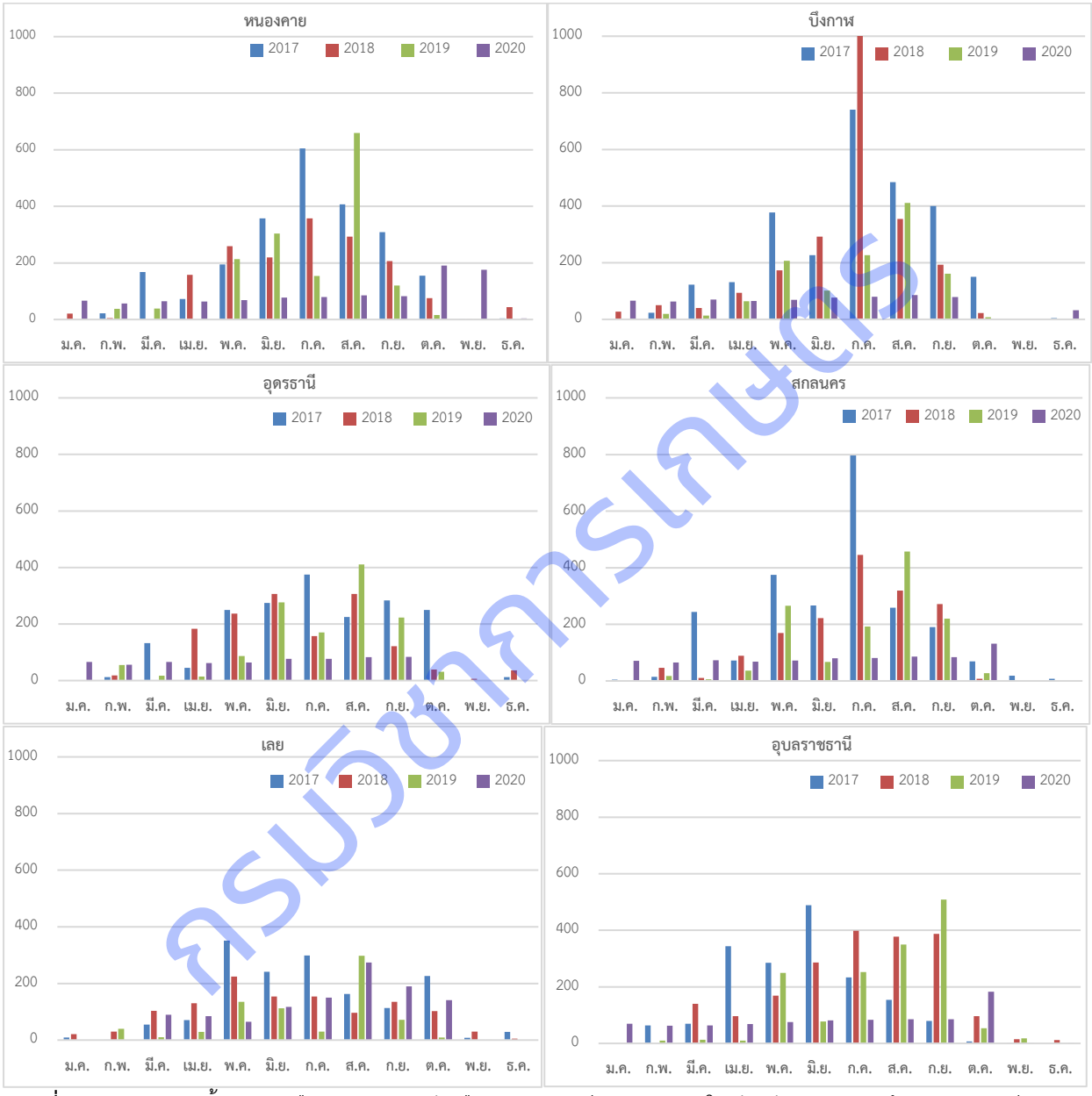


ภาพที่ 1.4-20 ปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดหนองคาย (NKI) อุดรธานี (UDN) สกลนคร (SNK) เลย (LEI) และอุบลราชธานี (UBN) โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี

กรมวิชาการเกษตร

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย 4 ปี (พ.ศ. 2560-2563)

ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนต่อเดือนมีค่าน้อยมากในช่วงเดือนมกราคม-เมษายน และตุลาคม-ธันวาคม (บางจังหวัดปริมาณน้ำฝนสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน) ภาพรวมของ 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีช่วงแล้งนานประมาณ 7 เดือน และปริมาณฝนเฉลี่ย 4 ปีของจังหวัดบึงกาฬ หนองคาย อุบลราชธานี สกลนคร อุดรธานี และเลย มีค่า 1738.5 1622.3 1525.4 1500.4 1298.1 และ 1149.9 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฝนดังกล่าวมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมาก และเป็นปัจจัยที่มีผลต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับภาคใต้ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่า (ภาพที่ 1.4-21)

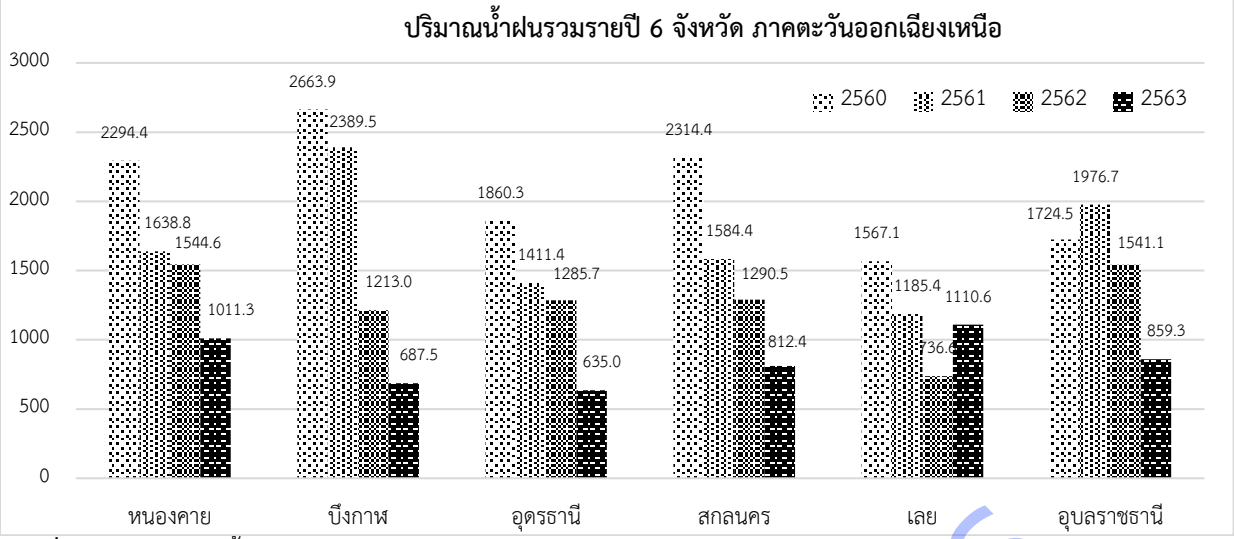


ภาพที่ 1.4-21 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี ระหว่างปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560 - 2563

เมื่อรวมปริมาณน้ำฝนรายปีตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย ของ 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าลดลงตามลำดับจากปี 2560-2563 ยกเว้นจังหวัดเลยที่ปริมาณน้ำฝนปี 2563 มีค่าเพิ่มขึ้นจากปี 2562 จากแนวโน้มปริมาณน้ำฝนดังกล่าว สามารถคาดการณ์ได้ว่า จะส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นอย่างมากในปี 2563-2566 หากปริมาณน้ำฝนรวมในปีถัดไปยังคงสภาพเหมือนปี

ลิขสิทธิ์กรมการเกษตร

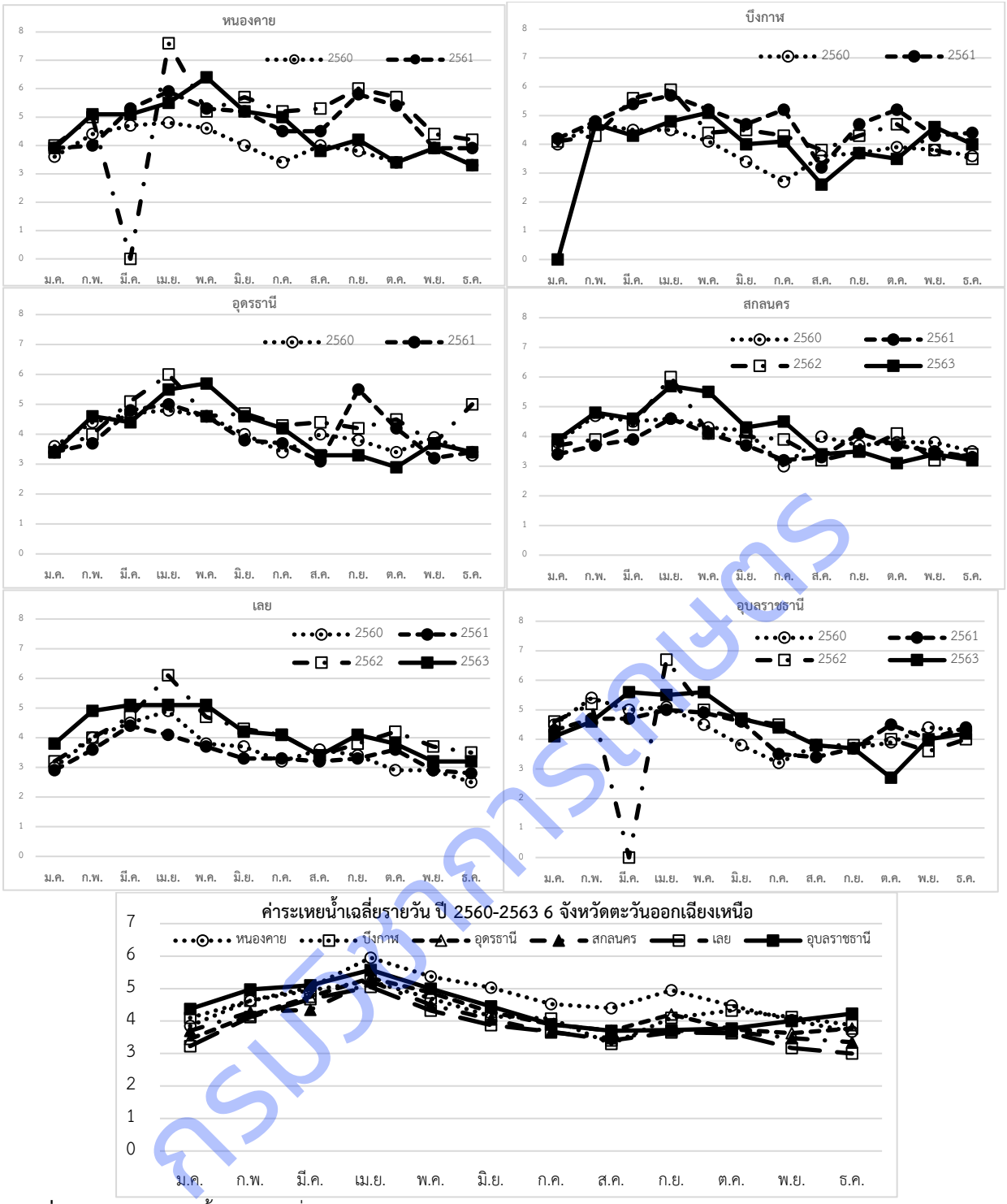
2563 หรือมีปริมาณน้อยกว่าเดิม โดยเฉพาะจังหวัดบึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร และอุบลราชธานี ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรวมในปี 2563 เพียง 687.5 635.0 812.4 และ859.3 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.4-22)



ภาพที่ 1.4-22 ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลย และอุบลราชธานี ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2560-2563

ค่าระเหยน้ำ จังหวัดหนองคายมีค่าระเหยน้ำเฉลี่ยตลอดปีสูงที่สุด 4.66 มิลลิเมตรต่อวัน รองลงมาคือจังหวัดอุบลราชธานี บึงกาฬ อุดรธานี สกลนครและเลยมีค่า 4.40 4.30 4.15 3.95 และ 3.82 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ และภาพรวมของค่าระเหยน้ำรายเดือนตลอดทั้งปีพบว่า เดือนเมษายนมีค่าระเหยน้ำเฉลี่ยสูงสุด 5.39 มิลลิเมตรต่อวัน และเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 3.65 มิลลิเมตรต่อวัน แสดงให้เห็นถึงปริมาณแสงแดดรายเดือนรวมถึงอุณหภูมิโดยรอบทรงพุ่มที่มีค่าสูง ส่งผลให้ดินมีการระเหยน้ำเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 1.4-27) และเมื่อเฉลี่ยค่าระเหยน้ำตลอด 4 ปี ในรอบปี พบว่า จังหวัดหนองคายมีค่าระเหยน้ำสูงกว่าจังหวัดอื่นอย่างชัดเจน และมีค่าสูงถึง 5.95 มิลลิเมตรต่อวันในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศร้อนจัดมาก เช่นเดียวกับจังหวัดอุบลราชธานี อุดรธานี บึงกาฬ สกลนคร และเลยที่มีค่าระเหยน้ำสูง 5.57 5.32 5.22 5.22 และ 5.05 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ จากนั้นค่าระเหยน้ำจะเริ่มลดลงตามปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น และเริ่มมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนกันยายนและตุลาคมตามปริมาณน้ำฝนที่เริ่มทิ้งช่วงในแต่ละจังหวัด (ภาพที่ 1.4-23)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.4-23 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดหนองคาย บึงกาฬ อุดรธานี สกลนคร เลยและอุบลราชธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2562 และค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตลอด 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562)

ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การเก็บตัวอย่างดินและใบเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือรอยเท้าน้ำของการผลิตปาล์มน้ำมันโดยปริยาย และช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้มีความสมดุลของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้าน

กรมวิชาการเกษตร

เงินทุน-ความตั้งใจจริงในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรหลายรายต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการธาตุไนโตรเจนที่เกษตรกรให้แก่ปาล์มน้ำมันเพื่อวิเคราะห์ Grey Water Footprint ทำให้ทราบข้อมูลการจัดการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มด้วย

หนองคาย ปี 2562 เกษตรกร 24 รายในอำเภอโพนพิสัยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 75 63 75 42 และ 62 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม โบรอน และฟอสฟอรัส เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 58 38 และ 37 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

บึงกาฬ ปี 2562 เกษตรกร 25 รายในอำเภอเซกามีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 64 56 52 8 และ 40 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม โบรอนและโพแทสเซียม เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 92 60 และ 48 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

อุดรธานี ปี 2562 เกษตรกร 21 รายในอำเภอบ้านดุงมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 67 38 81 10 และ 57 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม ฟอสฟอรัสและโบรอน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 90 62 และ 43 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

สกลนคร ปี 2562 เกษตรกร 17 รายในอำเภอบ้านม่วงมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 47 53 53 6 และ 29 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีปริมาณน้อยกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม โบรอนและไนโตรเจน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 94 71 และ 53 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

เลย ปี 2562 เกษตรกร 24 รายในอำเภอเชียงคาน ท่าลี่และเอราวัณ มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 54 46 58 4 และ 17 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม โบรอนและฟอสฟอรัส เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 96 83 และ 54 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

อุบลราชธานี ปี 2562 เกษตรกร 27 รายในอำเภอนาจะหลวย มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอนเพียงร้อยละ 85 81 85 7 และ 59 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ และปริมาณที่ใส่มีทั้งน้อยไปและมากไปเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะแมกนีเซียม และโบรอน เกษตรกรไม่ใส่ถึงร้อยละ 93 และ 41 ของจำนวนเกษตรกร ตามลำดับ ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตน้อย เนื่องจากได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เหมาะสม ต้นทุนการผลิตในบางรายมีค่าสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย (ตารางที่ 1.4-3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.4-3 ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 142 แปลง ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2562

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
หนองคาย NKI	**0**	**18**	**6**	**0**	**24**
ไนโตรเจน; N	-	235-1720 (6)	75-910	-	0-1720
ฟอสฟอรัส; P	-	45-1160 (8)	75-800 (1)	-	0-1160
โพแทสเซียม; K	-	300-5800 (6)	975-2400	-	0-5800
แมกนีเซียม; Mg	-	135-540 (14)	-	-	0-540
โบรอน; B	-	11-72.6 (6)	7.26-66 (3)	-	0-72.6
บึงกาฬ BKN	**2**	**14**	**8**	**1**	**25**
ไนโตรเจน; N	920 (1)	290-1950 (7)	210-1380	-	0-1950
ฟอสฟอรัส; P	-	0.12-2300 (8)	15-1485	-	0-2300
โพแทสเซียม; K	600 (1)	80-3000 (7)	240-1350 (3)	-	0-3000
แมกนีเซียม; Mg	-	135 (12)	-	-	0-135
โบรอน; B	3.63 (1)	3.63-44 (7)	22-73 (6)	-	0-73
อุดรธานี UDN	**4**	**16**	**1**	**0**	**21**
ไนโตรเจน; N	135-630 (2)	210-1340 (5)	630	-	0-1340
ฟอสฟอรัส; P	105-120 (2)	15-460 (10)	-	-	0-460
โพแทสเซียม; K	160-3000 (1)	405-3000 (3)	1800	-	0-3000
แมกนีเซียม; Mg	-	135 (14)	-	-	0-135
โบรอน; B	11-36.3 (2)	3.63-181.5 (7)	3.63	-	0-181.5
สกลนคร SNK	**9**	**6**	**2**	**-**	**17**
ไนโตรเจน; N	183-630 (6)	348-600 (3)	0.1-240	-	0-630
ฟอสฟอรัส; P	45-105 (5)	138-460 (3)	0.2-241	-	0-460
โพแทสเซียม; K	45-1200 (5)	360-1200 (3)	378-1200	-	0-1200
แมกนีเซียม; Mg	135 (8)	-	-	-	0-135
โบรอน; B	3.63 (8)	22 (4)	03.63-11	-	0-22
เลย LEI	**2**	**15**	**4**	**3**	**24**
ไนโตรเจน; N	900 (1)	90-3660 (5)	1380 (3)	1260 (2)	0-3660
ฟอสฟอรัส; P	350 (1)	3.13-1500 (5)	-	-	0-1500
โพแทสเซียม; K	1750 (1)	225-4500 (5)	300-1800 (2)	3600 (2)	0-4500
แมกนีเซียม; Mg	-	135 (14)	-	-	0-135
โบรอน; B	11 (1)	11 (13)	-	3.63 (2)	0-11
อุบลราชธานี UBN	**6**	**8**	**12**	**1**	**27**
ไนโตรเจน; N	61-1680	360-735	375-1680 (4)	574	0-1680
ฟอสฟอรัส; P	20-1125	105-690	97-375 (5)	390	0-1125
โพแทสเซียม; K	320-4512	450-2010	750-4512 (4)	1290	0-4512

กรมวิชาการเกษตร

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
แมกนีเซียม; Mg	-	-	250 (11)	-	0-250
โบรอน; B	11-80 (3)	0.7-30 (2)	22-100 (6)	7.26	0-100

หมายเหตุ : ตัวเลขใน () หมายถึง จำนวนเกษตรกรที่ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดนั้นจากจำนวนเกษตรกรในแต่ละช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่เป็นผลจากความไม่เหมาะสมของพื้นที่ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ร่วมกับสมบัติทางเคมีของดินและการจัดการของเกษตรกร ร่วมกับช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน โดยช่วงอายุที่ให้ผลผลิตสูงคือ อายุ 9-12 ปี รองลงมาคือ อายุปาล์มน้ำมัน 5-8 ปี และอายุมากกว่า 12 ปี ผลผลิตส่วนใหญ่ค่อนข้างลดลง ทั้งนี้สืบเนื่องจากสภาพอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณลดลงตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินงานวิจัยร่วมกับการจัดการของเกษตรกร (ตารางที่ 1.4-4)

ตารางที่ 1.4-4 ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีงบประมาณ 2560-2563

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1 (2560)	ปีที่ 2 (2561)	ปีที่ 3 (2562)	ปีที่ 4 (2563)
หนองคาย				
1-4 ปี	2.75±0.08	2.21	-	
5-8 ปี	4.21±2.25	2.82±0.90	2.67	2.44±0.13
9-12 ปี	4.08±1.14	3.58±1.25	2.76±0.73	2.86±1.57
มากกว่า 12 ปี	5.64±0.75	3.58±1.88	3.28±1.67	3.36±1.14
บึงกาฬ				
1-4 ปี	1.87±1.95	0.42		
5-8 ปี	2.10±0.93	3.24±1.17	2.21±1.20	2.04±0.89
9-12 ปี	2.63±0.89	3.27±1.96	2.08±0.91	2.01±0.99
มากกว่า 12 ปี	3.07±1.32	3.13±1.28	1.73	2.58±1.43
อุดรธานี				
1-4 ปี		0.83		
5-8 ปี	1.44±0.83	1.46±1.10	1.49±0.66	0.92±0.21
9-12 ปี		1.41±0.72	2.34±1.54	2.05±1.04
มากกว่า 12 ปี				
สกลนคร				
1-4 ปี	0.59	1.7		
5-8 ปี	1.49±0.59	2.43±1.47	1.95±1.20	1.23±0.66
9-12 ปี	2.31±0.79	2.37±1.61	2.80±0.99	1.06±0.44
มากกว่า 12 ปี				
เลย				
1-4 ปี	0.90			
5-8 ปี	1.87±0.99	2.51±1.22	2.42±1.77	1.42±0.99
9-12 ปี	3.45±2.59	2.76±0.87	1.79±0.58	1.76±0.73
มากกว่า 12 ปี	2.43±0.48	2.06±0.56		

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1 (2560)	ปีที่ 2 (2561)	ปีที่ 3 (2562)	ปีที่ 4 (2563)
อุบลราชธานี				
1-4 ปี	1.87±1.95	0.42		
5-8 ปี	1.91±1.06	4.24±1.17	1.68±1.15	2.94±2.50
9-12 ปี	3.28±2.04	4.27±1.96	4.91±2.49	5.45±1.30
มากกว่า 12 ปี	3.39±1.16	3.25±1.35	3.18±0.95	3.41±1.50

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ผลวิเคราะห์กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) (ตารางที่ 1.4-5) บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) (ตารางที่ 1.4-6) และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) (ตารางที่ 1.4-7) ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุตลอดระยะเวลา 4 ปี และเสนอผลรวมของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย (Total WF) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตลอดช่วงอายุ 25 ปีมีค่า 739-2.187 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1.4-8) ซึ่งมีค่าทั้งต่ำกว่าและสูงกว่ารายงานของ Suttayakul และคณะ (2016) ที่ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกตลอดช่วงอายุ 25 ปี มีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย มีค่าใกล้เคียงกับการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 888 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และแต่เมื่อเปรียบเทียบกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันทางตอนกลางของเกาะกาลิมันตัน โดย Safitri และคณะ (2018) ที่มีค่า 560-1,140 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยของความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกขึ้นกับสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัว

ตารางที่ 1.4-5 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563

ช่วงอายุ	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย 4 ปี
หนองคาย					
1-4 ปี	580.10	721.80			**650.95**
5-8 ปี	378.90	565.70	597.50	653.80	**548.98**
9-12 ปี	391.00	445.61	578.00	557.80	**493.10**
> 12 ปี	282.85	445.61	486.37	474.79	**422.40**
เฉลี่ย	**408.21**	**544.68**	**553.96**	**562.13**	**528.86**
บึงกาฬ					
1-4 ปี	853.10	3,798.29			**2,325.70**
5-8 ปี	759.66	492.37	721.85	782.00	**688.97**
9-12 ปี	606.57	487.85	766.96	793.67	**663.77**
> 12 ปี	519.64	509.68	922.13	618.33	**642.44**
เฉลี่ย	**684.74**	**1,322.05**	**803.65**	**731.33**	**1,080.22**

กรมวิชาการเกษตร

อุดรธานี					
1-4 ปี		1,846.06			**1,846.06**
5-8 ปี	1,064.05	1,049.47	1,028.34	1,665.46	**1,201.83**
9-12 ปี		1,086.69	654.80	747.43	**829.64**
>12 ปี					
เฉลี่ย	**1,064.05**	**1,327.40**	**841.57**	**1,206.45**	**1,292.51**
สกลนคร					
1-4 ปี	2,719.96	943.98			**1,831.97**
5-8 ปี	1,077.03	660.40	822.96	1,304.69	**966.27**
9-12 ปี	694.71	677.12	573.13	1,513.94	**864.72**
> 12 ปี					
เฉลี่ย	**1,497.23**	**760.50**	**698.05**	**1,409.32**	**1,220.99**
เลย					
1-4 ปี	1,646.36				**1,646.36**
5-8 ปี	792.37	590.33	612.28	1,043.47	**759.61**
9-12 ปี	429.48	536.86	827.78	841.89	**659.00**
>12 ปี	609.76	719.28			**664.52**
เฉลี่ย	**869.49**	**615.49**	**720.03**	**942.68**	**932.37**
อุบลราชธานี					
1-4 ปี	839.12	3,736.10			**2,287.61**
5-8 ปี	821.55	370.09	934.02	533.73	**664.85**
9-12 ปี	478.40	367.49	319.58	287.92	**363.35**
> 12 ปี	462.88	482.82	493.45	460.16	**474.83**
เฉลี่ย	**650.49**	**1,239.12**	**582.35**	**427.27**	**947.66**

ตารางที่ 1.4-6 บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย 4 ปี
หนองคาย					
1-4 ปี	294.30	366.20			**330.25**
5-8 ปี	192.20	287.00	303.10	331.70	**278.50**
9-12 ปี	198.40	226.10	293.20	283.00	**250.18**

> 12 ปี	143.50	226.10	246.80	240.90	**214.33**
เฉลี่ย	**207.10**	**276.35**	**281.03**	**285.20**	**268.31**
บึงกาฬ					
1-4 ปี	432.80	1,927.06			**1,179.93**
5-8 ปี	385.41	249.80	366.23	396.75	**349.55**
9-12 ปี	307.74	247.51	389.12	402.67	**336.76**
> 12 ปี	263.64	258.58	467.84	313.71	**325.94**
เฉลี่ย	**347.40**	**670.74**	**407.73**	**371.04**	**548.05**
อุดรธานี					
1-4 ปี		1,278.03			**1,278.03**
5-8 ปี	736.64	726.55	711.92	1,153.01	**832.03**
9-12 ปี		752.32	453.32	517.45	**574.36**
>12 ปี					
เฉลี่ย	**736.64**	**918.97**	**582.62**	**835.23**	**894.81**
สกลนคร					
1-4 ปี	951.76	330.32			**641.04**
5-8 ปี	376.87	231.09	287.97	456.54	**338.12**
9-12 ปี	243.09	236.94	200.55	529.75	**302.58**
> 12 ปี					
เฉลี่ย	**523.91**	**266.11**	**244.26**	**493.14**	**427.25**
เลย					
1-4 ปี	783.27				**783.27**
5-8 ปี	376.97	280.85	291.30	496.44	**361.39**
9-12 ปี	204.33	255.41	393.82	400.53	**313.52**
>12 ปี	290.10	342.20			**316.15**
เฉลี่ย	**413.67**	**292.82**	**342.56**	**448.49**	**443.58**
อุบลราชธานี					
1-4 ปี	615.69	2,741.27			**1,678.48**
5-8 ปี	602.79	271.54	685.32	391.61	**487.82**
9-12 ปี	351.02	269.63	234.49	211.25	**266.60**
> 12 ปี	339.63	354.26	362.05	337.63	**348.39**
เฉลี่ย	**477.28**	**909.18**	**427.29**	**313.50**	**695.32**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 1.4-7 เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-4 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2560-2563

ช่วงอายุ	เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย 4 ปี
หนองคาย					
1-4 ปี	0.05	0.06			**0.05**
5-8 ปี	0.03	0.05	0.05	0.05	**0.05**
9-12 ปี	0.03	0.04	0.05	0.05	**0.04**
> 12 ปี	0.02	0.04	0.04	0.04	**0.03**
เฉลี่ย	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.05**	**0.04**
บึงกาฬ					
1-4 ปี	0.09	0.41			**0.25**
5-8 ปี	0.08	0.05	0.08	0.08	**0.07**
9-12 ปี	0.07	0.05	0.08	0.09	**0.07**
> 12 ปี	0.06	0.05	0.10	0.07	**0.07**
เฉลี่ย	**0.07**	**0.14**	**0.09**	**0.08**	**0.12**
อุดรธานี					
1-4 ปี		0.30			**0.30**
5-8 ปี	0.17	0.17	0.17	0.27	**0.19**
9-12 ปี		0.17	0.11	0.12	**0.13**
>12 ปี					
เฉลี่ย	**0.17**	**0.21**	**0.14**	**0.19**	**0.21**
สกลนคร					
1-4 ปี	0.32	0.11			**0.22**
5-8 ปี	0.13	0.08	0.10	0.15	**0.11**
9-12 ปี	0.08	0.08	0.07	0.18	**0.10**
> 12 ปี					
เฉลี่ย	**0.18**	**0.09**	**0.08**	**0.17**	**0.14**
เลย					
1-4 ปี	0.17				**0.17**
5-8 ปี	0.08	0.06	0.06	0.11	**0.08**
9-12 ปี	0.04	0.06	0.09	0.09	**0.07**

กรมวิชาการเกษตร

>12 ปี	0.06	0.07			**0.07**
เฉลี่ย	**0.09**	**0.06**	**0.07**	**0.10**	**0.10**
อุบลราชธานี					
1-4 ปี	0.04	0.17			**0.11**
5-8 ปี	0.04	0.02	0.04	0.02	**0.03**
9-12 ปี	0.02	0.02	0.01	0.01	**0.02**
> 12 ปี	0.02	0.02	0.02	0.02	**0.02**
เฉลี่ย	**0.03**	**0.06**	**0.03**	**0.02**	**0.04**

อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 4 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 981 827 743 และ 637 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย มีค่า 739 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 615 821 835 และ 847 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 3,506 1,039 1,001 และ 968 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ มีค่า 1,391 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,032 1,993 1,211 และ 1,102 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 และ 9-12 ปี มีค่า 3,124 2,034 และ 1,404 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 3 ช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 12 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี มีค่า 2,187 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,801 2,247 1,424 และ 2,042ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

อำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 และ 9-12 ปี มีค่า 2,473 1,304 และ 1,167 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 3 ช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 12 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร มีค่า 1,648 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 2,021 1,027 942 และ 1,903 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

อำเภอเอราวัณ จังหวัดเลย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 2,430 1,121 973 และ 981 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอเชียงคาน ท่าลี่ และเอราวัณ จังหวัดเลย มีค่า 1,234 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,283 908 1,063 และ 1,391 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอด 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 3,966 1,153 630 และ 823 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี มีค่า 1,348 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่า 1,128 2,148 1,010 และ 741 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 1.4-8)

สำนักวิทยบริการฯ

ตารางที่ 1.4-8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ปีที่ 1-3 จำแนกตามช่วงอายุ 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) ใน 6 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2560-2563

ช่วงอายุ	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย)						
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	เฉลี่ย 4 ปี	จำนวนปีในช่วง	แต่ละช่วงอายุ
หนองคาย							
1-4 ปี	874.45	1088.06			981.3	4	3,925.01
5-8 ปี	571.13	852.75	900.65	985.55	827.5	4	3,310.08
9-12 ปี	589.43	671.75	871.25	840.85	743.3	4	2,973.27
> 12 ปี	426.37	671.75	733.21	715.73	636.8	13	8,277.93
เฉลี่ย	615.35	821.07	835.03	847.38	797.21		739.45
บึงกาฬ							
1-4 ปี	1285.99	5725.77			3505.9	4	14023.5
5-8 ปี	1145.15	742.23	1088.15	1178.83	1038.6	4	4154.4
9-12 ปี	914.38	735.42	1156.16	1196.43	1000.6	4	4002.4
> 12 ปี	783.33	768.31	1390.07	932.10	968.5	13	12589.9
เฉลี่ย	1032.21	1992.93	1211.46	1102.45	1628.38		1390.8
อุดรธานี							
1-4 ปี		3124.38			3124.4	4	12497.5
5-8 ปี	1800.86	1776.19	1740.43	2818.74	2034.1	4	8136.2
9-12 ปี		1839.18	1108.22	1264.99	1404.1	4	5616.5
>12 ปี						13	
เฉลี่ย	1800.86	2246.58	1424.32	2041.87	2187.52		2187.5
สกลนคร							
1-4 ปี	3672.04	1274.41			2473.2	4	9892.9
5-8 ปี	1454.03	891.56	1111.03	1761.38	1304.5	4	5218.0
9-12 ปี	937.88	914.14	773.75	2043.87	1167.4	4	4669.6
> 12 ปี						13	
เฉลี่ย	2021.31	1026.70	942.39	1902.63	1648.38		1648.4
เลย							
1-4 ปี	2429.80				2429.80	4	9719.2
5-8 ปี	1169.42	871.24	903.64	1540.01	1121.08	4	4484.3
9-12 ปี	633.86	792.33	1221.69	1242.51	972.60	4	3890.4

กรมวิชาการเกษตร

>12 ปี	899.92	1061.56			980.74	13	12749.7
เฉลี่ย	1283.25	908.38	1062.66	1391.26	1376.05		1233.7
อุบลราชธานี							
1-4 ปี	1454.85	6477.54			3966.20	4	15864.8
5-8 ปี	1424.38	641.64	1619.39	925.36	1152.69	4	4610.8
9-12 ปี	829.44	637.14	554.09	499.19	629.96	4	2519.9
> 12 ปี	802.53	837.10	855.52	797.82	823.24	13	10702.2
เฉลี่ย	1127.80	2148.35	1009.67	740.79	1643.02		1347.9

การทดลองที่ 1.5 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคกลางและภาคเหนือ

1) พิกัดแปลงของสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา

ผลการคัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ใช้ข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) โดยคัดเลือกจำนวน 6 จังหวัด (อำเภอ) ดังนี้ เชียงราย (พญาเม็งรายและเวียงเชียงรุ้ง) น่าน (แม่จริม) สุโขทัย (ศรีสัชนาลัยและทุ่งเสลี่ยม) พิษณุโลก (นครไทย) อุทัยธานี (ห้วยคต) และปทุมธานี (วิหารแดง) (ตารางที่ 1.5-1) โดยหลักเกณฑ์การคัดเลือกอำเภอเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากในจังหวัดนั้น และส่งพิกัดสวนปาล์ม (ภาพที่ 1.5-1 1.5-2 และ 1.5-3) ไปจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มตามเกณฑ์จำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1.5-2)

ตารางที่ 1.5-1 เนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ไร่) ปี 2560 และ 2564 และแปลงเกษตรกรที่เก็บข้อมูล (ราย) ในเขตภาคเหนือและภาคกลาง

จังหวัด	เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)		แปลงเกษตรกร (ราย)
	2560	2564	
เชียงราย	11,496	11,816	22
น่าน	2,967	4,571	20
สุโขทัย	5,525	8,159	23
พิษณุโลก	9,252	16,812	23
อุทัยธานี	5,817	10,095	27
ปทุมธานี	8,066	8,416	20
รวมแปลงเกษตรกร (ราย)			**135**

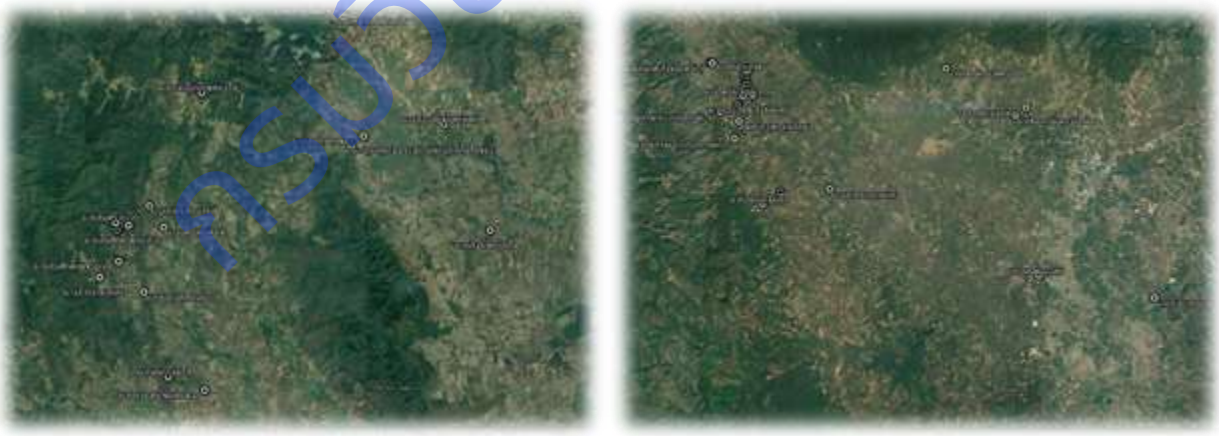
ตารางที่ 1.5-2 จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 135 แปลง ในจังหวัดเชียงราย (CRI) น่าน (NAN) สุโขทัย (STI) พิษณุโลก (PLK) อุทัยธานี (UTI) และปทุมธานี (PTE)

จังหวัดเขตภาคเหนือและภาคกลาง	ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
เชียงราย	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	-
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	2	19	1	0	**22**
น่าน	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	-
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	9	11	0	0	**20**

กรมวิชาการเกษตร

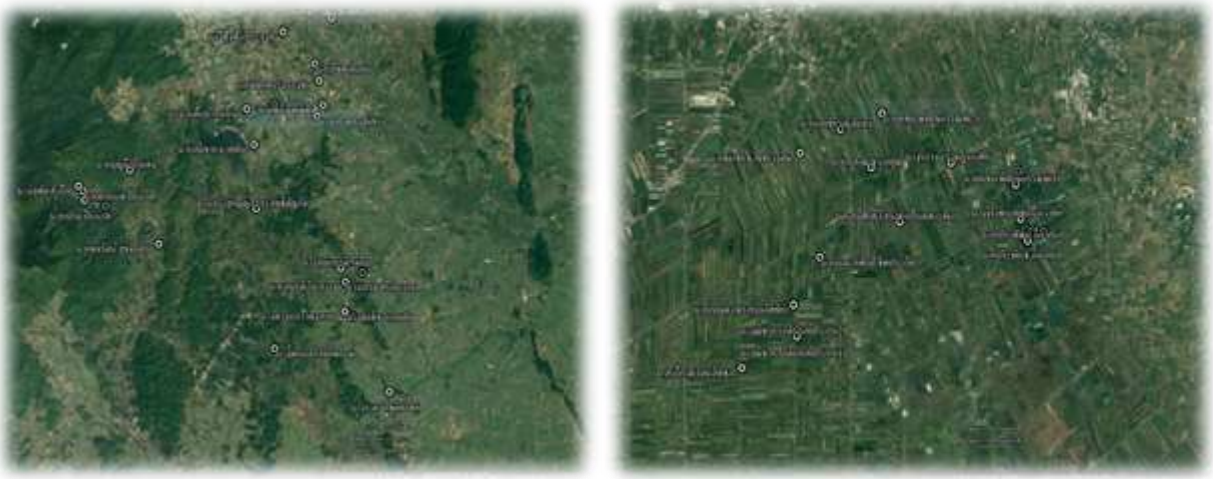
จังหวัดเขตภาคเหนือและภาคกลาง	ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
สุโขทัย	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	3	17	3	0	23
พิษณุโลก	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	1	19	3	0	23
อุทัยธานี	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	6	17	2	2	27
ปทุมธานี	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	5	11	4	0	20
รวม 6 จังหวัด	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	26	94	13	2	135

ภาพที่ 1.5-1 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอเวียงเชียงรุ้ง-พญาเม็งราย จังหวัดเชียงราย (ซ้าย) และอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน (ขวา)



ภาพที่ 1.5-2 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอศรีสัชนาลัย-ทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย (ซ้าย) และอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก (ขวา)

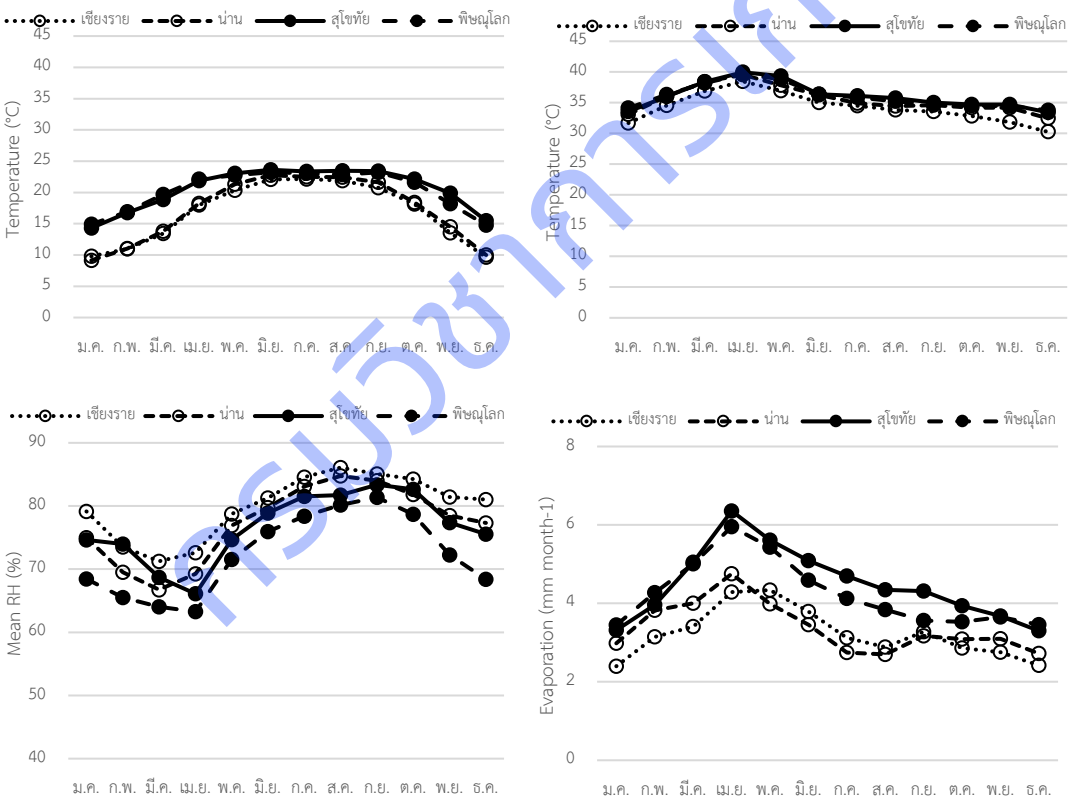
กรมวิชาการเกษตร



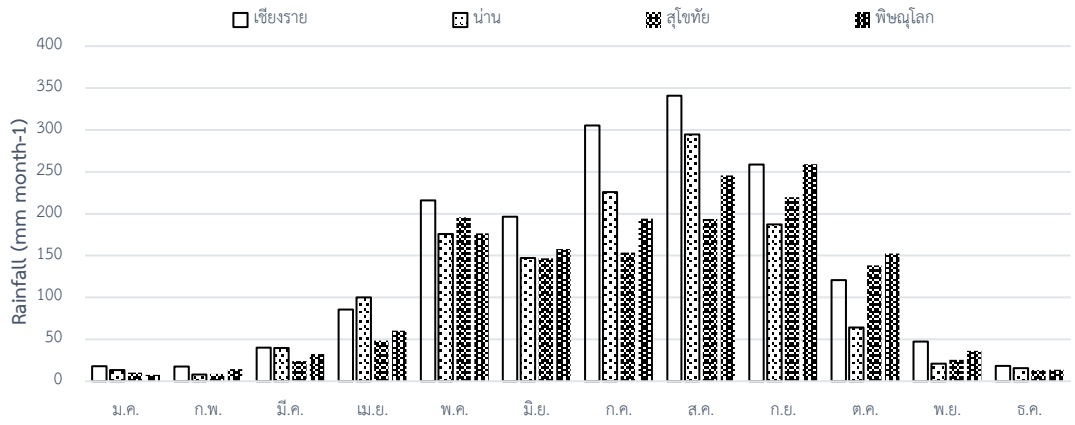
ภาพที่ 1.5-3 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี (ซ้าย) และอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี (ขวา)

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทาน ใช้ข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่เชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี (ภาพที่ 1.5-4)



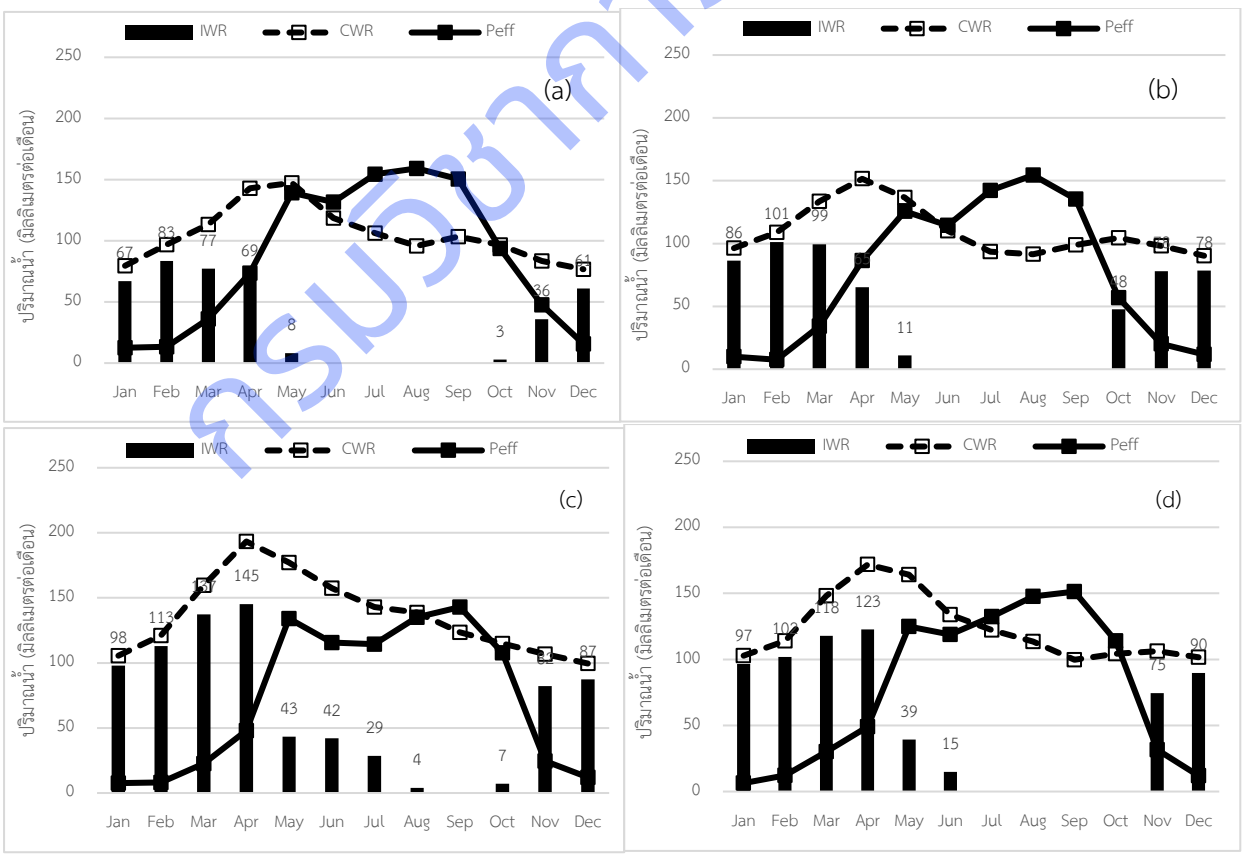
กรมวิชาการเกษตร



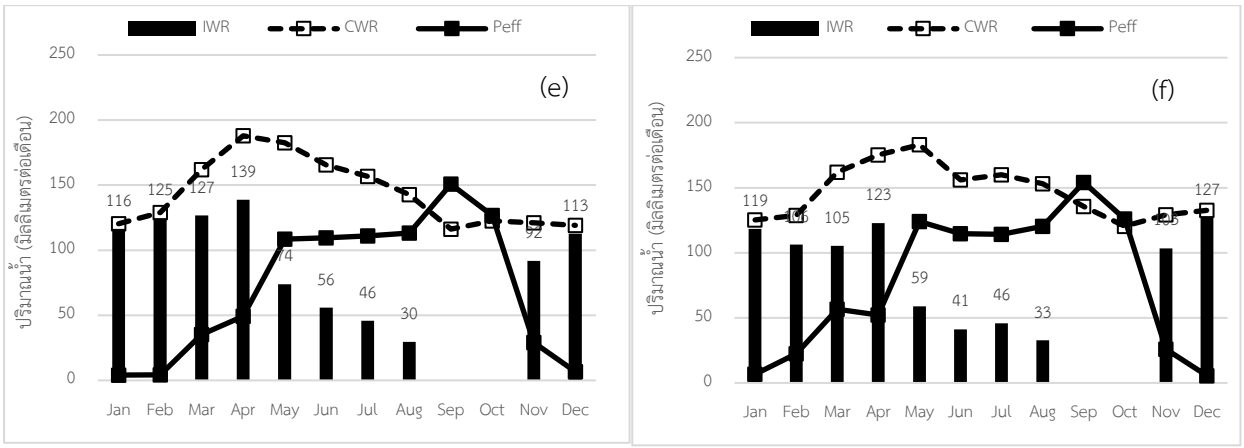
ภาพที่ 1.5-4 ค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพอากาศรายเดือน 30 ปี (พ.ศ. 2531-2560) อุณหภูมิต่ำสุด (a) อุณหภูมิสูงสุด (b) ความชื้นสัมพัทธ์ (c) ค่าระเหยน้ำ (d) และปริมาณน้ำฝน (e) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัยและพิษณุโลก

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

นำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำตลอด 30 ปี และค่า Kc ของปาล์มน้ำมัน มาคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Peff) ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (CWR) และค่าความต้องการน้ำชลประทาน หรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมันใน 6 จังหวัดภาคเหนือและภาคกลาง พบว่า ค่าความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันในจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานีมีค่า 1,260.6, 1,313.3, 1,641.2, 1,482.9, 1,725.8 และ 1,761.2 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ปริมาณฝนใช้การมีค่า 1,027.5, 898.6, 872.7, 930.9, 848.8 และ 923.2 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ จึงส่งผลต่อค่าความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมัน โดยจังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ อุทัยธานี (916 มิลลิเมตรต่อปี) ปทุมธานี สุโขทัย พิษณุโลก น่านและเชียงราย มีค่าการขาดน้ำ 862 788 658 567 และ 405 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 1.5-5)



กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.5-5 ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation efficiency; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และน้ำชลประทานที่ต้องเติมให้ปาล์มน้ำมัน (Irrigation Water Requirement; IWR) ในจังหวัดเชียงราย (CRI; a) น่าน (NAN; b) สุโขทัย (STI; c) พิษณุโลก (PHS; d) อุทัยธานี (UTE; e) และปทุมธานี (PTI; f) โดย CRI NAN SKT PHS คำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี และ UTE PTI คำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 10 ปี

ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคเหนือและภาคกลาง

การเก็บตัวอย่างดินและใบเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือรอยเท้าน้ำของการผลิตปาล์มน้ำมันโดยปริยาย และช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเปนการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้มีความสมดุลของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้านเงินทุน-ความตั้งใจจริงในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรหลายรายต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการธาตุไนโตรเจนที่เกษตรกรให้แก่ปาล์มน้ำมันเพื่อวิเคราะห์ Grey Water Footprint ทำให้ทราบข้อมูลการจัดการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มด้วย

เชียงราย เกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 22 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 2 ราย อายุ 5-8 ปี 19 ราย และอายุ 9-12 ปี 1 ราย) ในรายที่อายุปาล์มน้ำมันเล็ก ใส่ปุ๋ยน้อยกว่าคำแนะนำ ไม่ครบทุกตัว สำหรับรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี ใส่ไนโตรเจนครบ ใส่กีเซอไรท์ 1 ราย และโบรอน 5 ราย จึงได้ให้คำแนะนำที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1.5-3)

น่าน เกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 20 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 9 รายและปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี 11 ราย) ในรายเกษตรกรที่อายุปาล์มน้ำมันยังเล็ก ใส่ปุ๋ยหลากหลาย และใส่ไม่ครบทุกตัว สำหรับรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี ใส่ไนโตรเจนครบ ไม่ใส่กีเซอไรท์และใส่โบรอน 6 ราย จึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการปาล์มน้ำมัน เพื่อให้เกษตรกรผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีศักยภาพ (ตารางที่ 1.5-3)

สุโขทัย เกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 23 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 3 ราย อายุ 5-8 ปี 17 รายและอายุ 9-12 ปี 3 ราย) เกษตรกรที่อายุปาล์มน้ำมันยังเล็ก ใส่ปุ๋ยไม่ครบทุกตัว สำหรับรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี ไม่ใส่กีเซอไรท์และใส่โบรอน 1 ราย และรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี ไม่ใส่ทั้งกีเซอไรท์และโบรอน อัตราที่ใส่หลากหลาย จึงให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1.5-3)

พิษณุโลก เกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 23 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 1 ราย ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี 19 รายและปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี 3 ราย) ในรายเกษตรกรที่อายุปาล์มน้ำมันยังเล็ก ใส่ปุ๋ยไม่เหมาะสมตามคำแนะนำ และใส่ไม่ครบทุกตัว สำหรับรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี ใส่ไนโตรเจนครบ ไม่ใส่กีเซอไรท์และใส่โบรอน 2 ราย และรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี ไม่ใส่ทั้งกีเซอไรท์และโบรอน จึงได้ให้คำแนะนำที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1.5-3)

กรมวิชาการเกษตร

อุทัยธานี เกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 27 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 6 ราย ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี 17 ราย ปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี 2 ราย และปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 12 ปี 2 ราย) ในรายเกษตรกรที่อายุปาล์มน้ำมันยังเล็ก ใส่ปุ๋ยไม่ครบทุกตัว สำหรับรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี ส่วนใหญ่ใส่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ไม่ใส่กีเซอไรท์และใส่โบรอน 1 คน และรายที่ปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี ไม่ใส่ทั้งกีเซอไรท์และโบรอน และรายที่ปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 12 ปีใส่เฉพาะกีเซอไรท์อย่างเดียว อัตราที่ใส่ค่อนข้างหลากหลาย จึงได้ให้คำแนะนำที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการปาล์มน้ำมัน เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีศักยภาพ (ตารางที่ 1.5-3)

ปทุมธานี จำนวนเกษตรกรที่สนใจร่วมโครงการ 20 คน (ปาล์มน้ำมันอายุ 1-4 ปี 5 ราย ปาล์มน้ำมันอายุ 5-8 ปี 11 ราย และปาล์มน้ำมันอายุ 9-12 ปี 4 ราย) สำหรับการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่ทุ่งรังสิต เป็นแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่มีน้ำทั้งปี ดังนั้นการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรจึงใส่ในปริมาณมากและบ่อยครั้ง อัตราที่ใส่ค่อนข้างหลากหลาย จึงได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมในการจัดการปาล์มน้ำมัน เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีศักยภาพ (ตารางที่ 1.5-3)

ตารางที่ 1.5-3 ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของเกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ (1-4 5-8 9-12 และมากกว่า 12 ปี) 135 แปลง ใน 6 จังหวัดภาคเหนือและภาคกลางปี 2561

จังหวัด/ เนื้อปุ๋ยที่ใส่	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
เชียงราย (CRI)	**2**	**19 (17)**	**1**	**-**	**22**
N (กรัม)	26-670	1-1310			1-1310 (19)
P (กรัม)	14 (1)	90-600(15)			14-600 (16)
K (กรัม)	70-600	150-2700(16)			70-2700 (18)
Mg (กรัม)	-	112.5(1)			112.5 (1)
B (กรัม)	-	3.63-22(5)			3.63-22 (5)
น่าน (NAN)	**9**	**11**	**-**	**-**	**20**
N (กรัม)	1-915 (7)	1-1342 (9)			1-1342 (16)
P (กรัม)	1-450 (7)	1-330 (9)			1-450 (16)
K (กรัม)	1-990 (6)	1-750 (8)			1-990 (14)
Mg (กรัม)	225 (1)	-			225 (1)
B (กรัม)	4-11 (3)	4-36 (6)			4-36 (9)
สุโขทัย (STI)	**3**	**17**	**3**	**-**	**23**
N (กรัม)	1-732 (2)	1-760 (16)	120-325		1-760 (21)
P (กรัม)	1-180 (2)	1-750 (13)	120-325		1-750 (18)
K (กรัม)	1-900	1-3150 (15)	120-525		1-3150 (21)
Mg (กรัม)	-	-	-		-
B (กรัม)	-	6.6 (1)	-		6.6 (1)
พิษณุโลก (PLK)	**1**	**19 (17)**	**3**	**-**	**23**
N (กรัม)	600	140-1075	560-885		140-1075 (21)
P (กรัม)	600	120-773	195-560		120-773 (21)
K (กรัม)	600	240-1008	195-1820		195-1820 (21)
Mg (กรัม)	-	-	-		-
B (กรัม)	-	4-11 (2)	-		4-11 (2)

กรมวิชาการเกษตร

อุทัยธานี (UTI)	**6**	**17**	**2**	**2**	**27**
N (กรัม)	1-1381 (4)	1-900 (14)	1380 (1)	-	1-1381 (19)
P (กรัม)	1-80 (4)	1-990 (14)	780 (1)	-	0-990 (19)
K (กรัม)	1-1200 (5)	1-1800 (12)	540 (1)	-	1-1800 (18)
Mg (กรัม)	-	-	-	260 (1)	260 (1)
B (กรัม)	-	11 (1)	-	-	11 (1)
ปทุมธานี (PTE)	**5**	**11**	**4**	**0**	**20**
N (กรัม)	68-840	500-1560	585-1188		68-1560
P (กรัม)	68-420	500-1505	480-2196		68-2196
K (กรัม)	68-1980	528-4200	585-4160		68-4200
Mg (กรัม)	135-270 (2)	135-648 (7)	216-810 (3)		135-810 (12)
B (กรัม)	11-33 (3)	11-44 (5)	3.6-44 (3)		3.6-44 (11)

หมายเหตุ : ตัวเลขใน () หมายถึง จำนวนเกษตรกรที่ไม่ใส่ปุ๋ยชนิดนั้นจากจำนวนเกษตรกรในแต่ละช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน มีความแตกต่างในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่เป็นผลจากความไม่เหมาะสมของพื้นที่ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ร่วมกับสมบัติทางเคมีของดินและการจัดการของเกษตรกร ร่วมกับช่วงอายุของปาล์มน้ำมัน โดยช่วงอายุที่ให้ผลผลิตสูงคือ ช่วงอายุ 9-12 ปี รองลงมาคือ ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน 5-8 ปี และช่วงอายุมากกว่า 12 ปี ผลผลิตส่วนใหญ่ค่อนข้างลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนที่มีปริมาณลดลงตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินงานวิจัยร่วมกับการจัด การของเกษตรกร (ตารางที่ 1.5-4)

ตารางที่ 1.5-4 ผลผลิตเฉลี่ยปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี) 4 ช่วงอายุ (1-4 ปี 5-8 ปี 9-12 ปี และมากกว่า 12 ปี) 6 จังหวัด ภาคเหนือและภาคกลาง ปีงบประมาณ 2561-2563

ช่วงอายุ	**ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)**		
	ปีที่ 1 (2561)	**ปีที่ 2 (2562)**	**ปีที่ 3 (2563)**
เชียงราย			
1-4 ปี	1.87		
5-8 ปี	1.64±0.62	2.17±0.84	1.78±0.38
9-12 ปี		2.38±1.14	1.23±0.29
มากกว่า 12 ปี			
น่าน			
1-4 ปี			
5-8 ปี	1.52±1.30	1.26±0.82	
9-12 ปี		1.52±1.37	0.77±0.39
มากกว่า 12 ปี			
สุโขทัย			
1-4 ปี	0.98±0.84		
5-8 ปี	0.90±0.96	1.35±0.80	0.78±0.36
9-12 ปี	0.56±0.18	1.79±0.67	0.72±0.43
มากกว่า 12 ปี		1.23	

กรมวิชาการเกษตร

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)		
	ปีที่ 1 (2561)	ปีที่ 2 (2562)	ปีที่ 3 (2563)
พิษณุโลก			
1-4 ปี	1.10		
5-8 ปี	2.33±1.25	2.62±1.65	2.13±1.31
9-12 ปี	4.92	1.82±1.13	1.62±0.54
มากกว่า 12 ปี			
อุทัยธานี			
1-4 ปี	2.39		
5-8 ปี	2.61±1.51	2.68±1.56	1.37±0.54
9-12 ปี	2.51±1.12	2.25±1.09	0.94±0.75
มากกว่า 12 ปี		3.24	0.97
ปทุมธานี			
1-4 ปี	2.68±0.63		
5-8 ปี	4.08±1.68	4.86±1.33	1.87±0.87
9-12 ปี	4.42±1.68	3.02±1.01	1.78±0.52
มากกว่า 12 ปี		6.00±1.35	3.27±0.82

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ผลวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน ตลอดระยะเวลา 4 ปีของ 6 จังหวัดภาคเหนือและภาคกลางตลอดช่วงอายุปาล์มน้ำมัน 25 ปีมีค่า 621-1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 7) ซึ่งมีทั้งต่ำกว่าและสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ Suttayakul และคณะ (2016) ที่ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกตลอดช่วงอายุ 25 ปี มีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันที่อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี และอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลกมีค่า 621 และ 906 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ใกล้เคียงกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่มีค่า 888 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน สำหรับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในจังหวัดปทุมธานี พิษณุโลก อุทัยธานีและเชียงรายมีค่า 621-1,188 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ใกล้เคียงกับกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันทางตอนกลางของเกาะกาลิมันตันที่มีค่า 560-1,140 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน (Safitri และคณะ, 2018) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในจังหวัดภาคเหนือและภาคกลางมีค่าแตกต่างกันมากกว่า 2 เท่า เนื่องจากปัจจัยของความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก สภาพดิน สภาพภูมิอากาศ (ปริมาณฝนและการกระจายตัว) และการจัดการของเกษตรกร โดยเฉพาะการจัดการน้ำที่จังหวัดปทุมธานี

อำเภอเวียงเชียงรุ้ง-พญาเม็งราย จังหวัดเชียงราย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 3,227 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 1.21-3.08 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 1.81 ตันต่อไร่ต่อปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 828-1,675 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 1,188 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 3,505 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 1.01-3.15 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 1.67 ตันต่อไร่ต่อปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 901-2,226 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 1,378 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

อำเภอศรีสัชนาลัย-ทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 4,201 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 1.16-2.30 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 1.53 ตันต่อไร่ต่อ

กรมวิชาการเกษตร

ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 1,161-2,357 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 3,892 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 1.33-5.51 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 2.69 ตันต่อไร่ต่อปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 443-1,919 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 906 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 4,418 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 1.52-4.57 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 2.51 ตันต่อไร่ต่อปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 636-1,921 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 1,102 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ยังไม่ให้ผลผลิต (ปีที่ 1-3) เฉลี่ย 4,529 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ตารางที่ 1.5-5) ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีค่า 2.48-6.61 ตันต่อไร่ต่อปี เฉลี่ย 4.57 ตันต่อไร่ต่อปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุถ่วงน้ำหนัก มีค่า 435-1,149 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 621 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย (ตารางที่ 1.5-7)

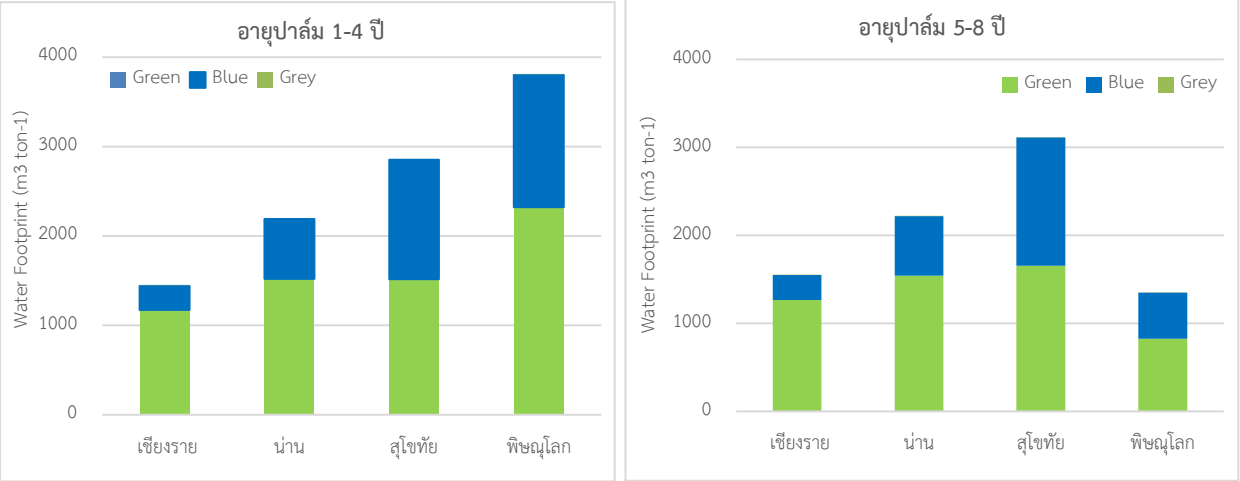
ตารางที่ 1.5-5 ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำชลประทาน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงที่ไม่ให้ผลผลิตของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ปี 2561-2564

จังหวัด	ปริมาณการใช้น้ำของการผลิตปาล์มน้ำมัน		
	ปริมาณฝนใช้การ (มิลลิเมตรต่อไร่ต่อปี)	ความต้องการน้ำชลประทาน (มิลลิเมตรต่อไร่ต่อปี)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี)
เชียงราย	1643.9	373.1	**3,227**
น่าน	1522.3	668.1	**3,505**
สุโขทัย	1396.3	1229.6	**4,201**
พิษณุโลก	1485.8	946.5	**3,892**
อุทัยธานี	1358.0	1403.3	**4,418**
ปทุมธานี	1477.2	1340.8	**4,509**

ตารางที่ 1.5-6 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตปาล์มน้ำมันในช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ มากกว่า 12 ปี และเฉลี่ย 4 ช่วงอายุ ของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี ปี 2561

จังหวัด	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./ตันผลผลิตทะลาย)				
	1-4 ปี*	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	เฉลี่ย
เชียงราย	1,440.7	1,551.4	-	-	**1,496.1**
น่าน	2,190.4	2,220.4	-	-	**2,205.4**
สุโขทัย	2,854.3	3,113.6	3,597.4	-	**3,188.4**
พิษณุโลก	3,801.0	1,350.4	659.2		**1,936.9**
อุทัยธานี	1,931.2	1,746.0	893.6	3,540.1	**1,523.6**
ปทุมธานี	1,588.7	937.4	782.9	-	**1,103.0**

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 1.5-6 สัดส่วนของกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 ปี และ 5-8 ปี ในจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัยและพิษณุโลก

ตารางที่ 1.5-7 ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย ระหว่างปี 2561-2564 ของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และปทุมธานี

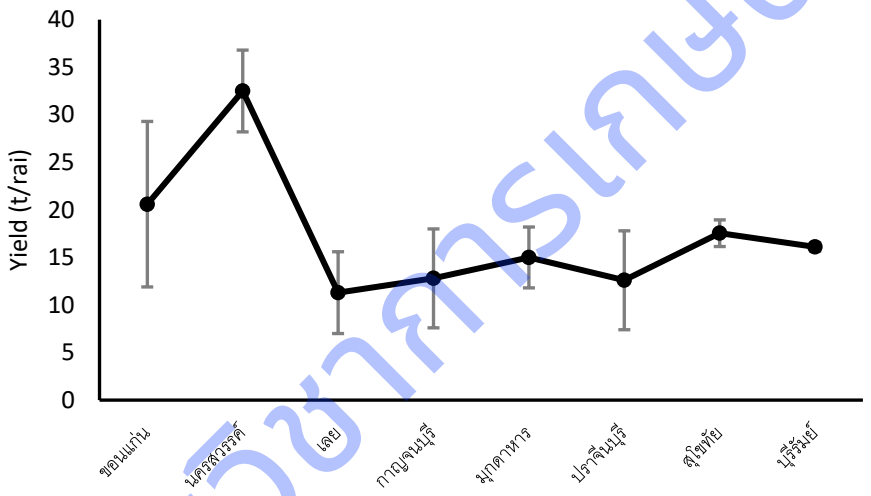
จังหวัด	ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเฉลี่ย (ลบ.ม.ต่อตันทะลาย)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
เชียงราย	1.21	3.08	**1.81**	1,675	828	**1,188**
น่าน	1.01	3.15	**1.67**	2,226	901	**1,378**
สุโขทัย	1.16	2.30	**1.53**	2,357	1,161	**1,759**
พิษณุโลก	1.33	5.51	**2.69**	1,919	443	**906**
อุทัยธานี	1.52	4.57	**2.51**	1,921	636	**1,102**
ปทุมธานี	2.48	6.61	**4.57**	1,149	435	**621**

กรมวิชาการเกษตร

<u>กิจกรรมที่ 2</u> การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

การทดลองที่ 2.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพอาศัยน้ำฝน

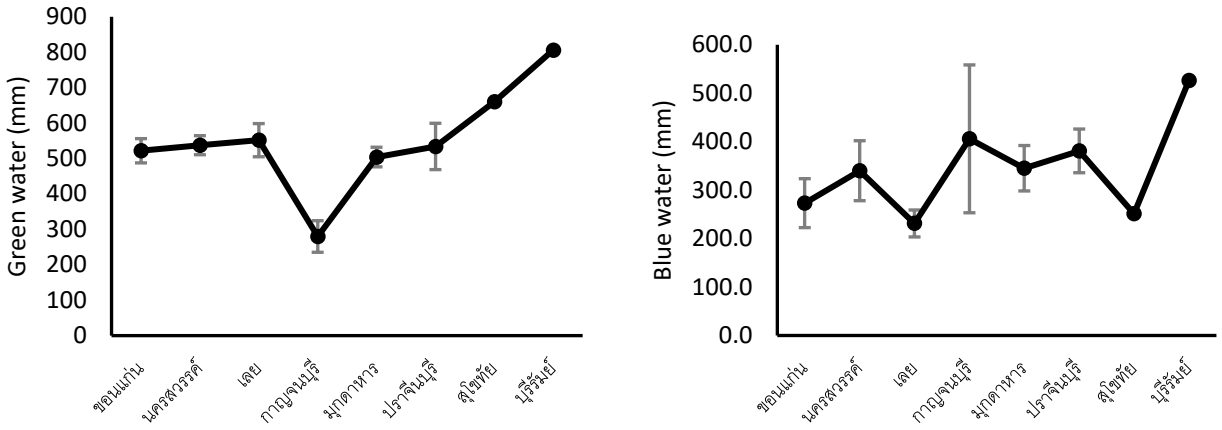
ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยของอ้อยทั้ง 60 แปลงมีความแปรปรวนสูง ตั้งแต่ 5.4 ถึง 40.1 ตันต่อไร่ ผลผลิตต่ำสุดมาจากแปลงที่ปลูกในวันปลูกที่ 3 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี เนื่องจากมีปัญหาเรื่องของท่อนพันธุ์ไม่เพียงพอทำให้ปลูกได้ช้า คือปลูกในเดือนสิงหาคม 2559 และเก็บเกี่ยวในเดือน กุมภาพันธ์ 2560 ทำให้อ้อยมีอายุเก็บเกี่ยวน้อย ซึ่งทั้ง 3 พันธุ์ที่ปลูกในวันปลูกนี้มีค่าผลผลิตเฉลี่ยเพียง 6.9 ตันต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตสูงที่สุดเท่ากับ 40.1 ตันต่อไร่ ที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และปลูกในวันปลูกที่ 1 โดยใช้พันธุ์ KK07-037 เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของอ้อย เมื่อพิจารณารายจังหวัดแล้ว พบว่าผลผลิตอ้อยเฉลี่ยของจังหวัดนครสวรรค์มีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 32.5 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่อ้อยที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่นเฉลี่ย 20.6 ตันต่อไร่ แต่อย่ามงไรก็ตามในจังหวัดขอนแก่น ผลผลิตมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของวันปลูกที่ 2 มีอุณหภูมิสูงในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่าอ้อยจะได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอแต่ไม่สามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้อ้อยได้รับผลผลิตต่ำ ในขณะที่วันปลูกอื่นอ้อยเจริญเป็นปกติและมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูง ในขณะที่จังหวัดเลย กาญจนบุรี มุกดาหาร ปราจีนบุรี สุโขทัย และบุรีรัมย์ มีผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.3-17.6 ตันต่อไร่ โดยที่จังหวัดกาญจนบุรีและปราจีนบุรี มีความแปรปรวนสูงเนื่องมาจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมและอายุเก็บเกี่ยวของแต่ละวันปลูก ในขณะที่จังหวัดสุโขทัยและจังหวัดบุรีรัมย์มีความแปรปรวนน้อยมาก เนื่องมาจากมีการปลูกอ้อยวันปลูกเดียว ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2.1-1)



ภาพที่ 2.1-1 ผลผลิตเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตอ้อยรายจังหวัด ที่เก็บผลผลิตในช่วงปีการผลิต 2559/60

ในส่วนของค่าปริมาณน้ำฝนใช้การและความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่ออ้อย (Green water) พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างจังหวัด มีค่าตั้งแต่ 279.8 มิลลิเมตร ที่ปลูกในจังหวัดกาญจนบุรี ไปจนถึง 806 มิลลิเมตร ที่ปลูกในจังหวัดบุรีรัมย์ ทั้งนี้เนื่องจากในจังหวัดกาญจนบุรีมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นในวันปลูกที่ 2 และ 3 ทำให้มีค่าปริมาณน้ำฝนใช้การน้อยกว่าในจังหวัดอื่นๆ ส่วนในจังหวัดบุรีรัมย์พบว่ามีปริมาณฝนใช้การตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวมากกว่าความต้องการน้ำของอ้อย จึงทำให้มีค่า green water สูง ในขณะที่ความแปรปรวนของค่า green water ของแต่ละจังหวัดมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีความแตกต่างกันของวันปลูกแค่ 3 วันปลูก และในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดบุรีรัมย์มีการปลูกอ้อยทั้ง 3 พันธุ์ในช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้ได้ค่า green water เท่ากันทั้ง 3 พันธุ์ (ภาพที่ 2.1-2 a)

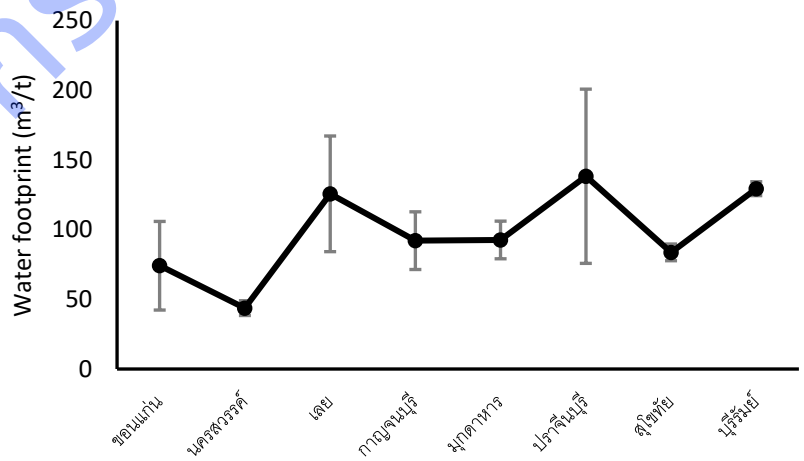
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.1-2 ปริมาณฝนใช้การ-ความชื้นดินเฉลี่ยที่เป็นประโยชน์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และปริมาณน้ำชลประทานและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัดที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60

ค่าการใช้น้ำชลประทาน (Blue water) พบว่ามีความแปรปรวนระหว่างจังหวัดมากกว่าภายในจังหวัด ยกเว้นอ้อยที่ปลูกในจังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากมีความแตกต่างงกันของอายุการเก็บเกี่ยวอ้อยของแต่ละวันปลูก ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้มีค่าระหว่าง 251.5-526.3 มิลลิเมตรขึ้นอยู่กับอายุของอ้อยตั้งแต่วันปลูกไปจนถึงวันเก็บเกี่ยวและปริมาณน้ำฝนที่ใช้การได้ในช่วงของวันปลูกนั้นๆ ในจังหวัดกาญจนบุรีถึงแม้ว่าจะมีค่า green water ต่ำที่สุด แต่ไม่ได้หมายถึงจะต้องให้น้ำชลประทานมากที่สุดเนื่องมาจากช่วงเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวน้อยกว่า ในทางตรงกันข้ามในจังหวัดบุรีรัมย์มีค่า green water มากกว่าจังหวัดอื่นแต่ในขณะเดียวกันค่า blue water ก็ยังมีค่ามากด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากมีช่วงเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวมากกว่า (ภาพที่ 2.1-2 b)

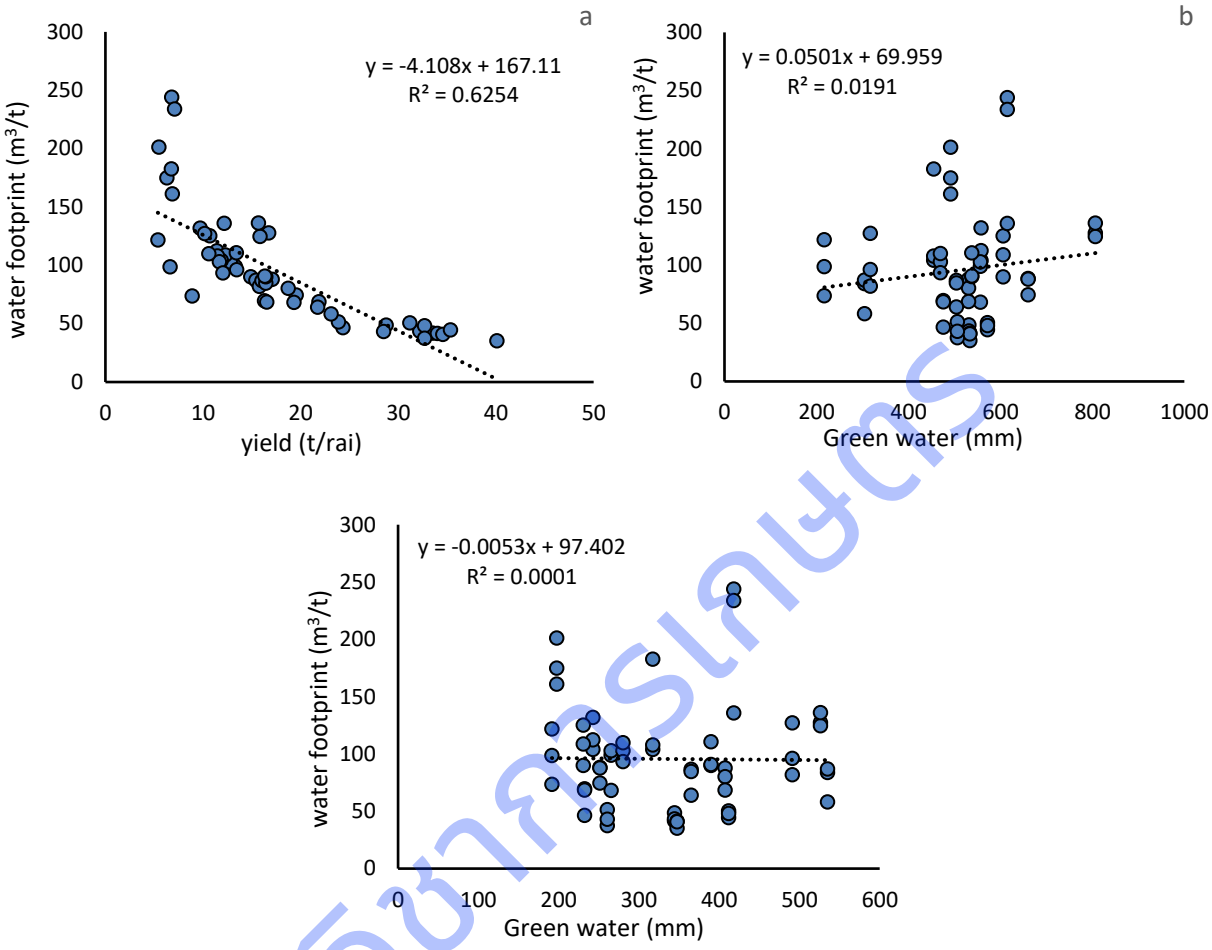
สำหรับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของทั้ง 8 จังหวัด เท่ากับ 95.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และมีความแปรปรวนสูงมีค่าตั้งแต่ 35.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ที่ได้จากการปลูกอ้อยพันธุ์ KK07-037 ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จนถึง 243.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรปราจีนบุรี โดยใช้พันธุ์ K95-84 (ภาพ 4) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีค่าต่ำกว่าค่อนข้างมาก ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาใช้ค่าผลผลิตเฉลี่ยของทั้งประเทศมาใช้ในการคำนวน ซึ่งผลผลิตเฉลี่ยของทั้งประเทศจะมีค่าประมาณ 10 ตันต่อไร่ ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้ที่มีค่าผลผลิตเฉลี่ย 17.4 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในพื้นที่เดียวกันแบบอาศัยน้ำฝน พบว่ามีค่าสูงกว่า เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากการปลูกแบบอาศัยน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 16.3 ตันต่อไร่ ในขณะที่การให้น้ำชลประทานทำให้มีค่า blue water เพิ่มขึ้นอีกเฉลี่ย 335 มิลลิเมตร จึงทำให้มีค่า water footprint สูงกว่า (ภาพที่ 2.1-3)



ภาพที่ 2.1-3 ค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61

กรมวิชาการเกษตร

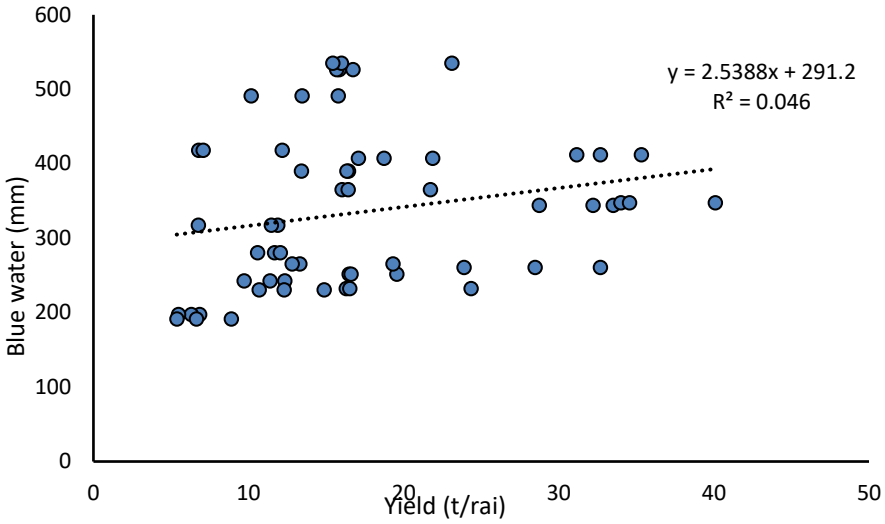
เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์กับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์กัน ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่ามากขึ้นเมื่อผลผลิตอ้อยลดลง (ภาพที่ 2.1-4 a) ซึ่งพบว่า water footprint มีความสัมพันธ์กับค่าผลผลิตมากกว่าค่า green water และ blue water (ภาพที่ 2.1-4 b และ 2.1-4 c) ชี้ให้เห็นว่าอ้อยที่มีผลผลิตสูงจะได้รับอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่นมากว่าน้ำ เช่นพันธุ์ และสภาพแวดล้อมของการผลิต ถึงแม้ในพื้นที่นั้นๆ จะมีปริมาณน้ำฝนใช้การและมีการให้น้ำชลประทานในปริมาณที่ใกล้เคียงกันก็ตาม



ภาพที่ 2.1-4 ความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กับผลผลิตอ้อย (a) และกับค่า green water (b) และกับค่า blue water (c) ที่ปลูกแบบให้น้ำชลประทาน ในปี 2559/2560

และเมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการให้น้ำชลประทาน blue water กับค่าผลผลิตของอ้อยพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน มีค่า R^2 เท่ากับ 0.046 (ภาพที่ 2.1-5) หมายความว่าการให้น้ำชลประทานในปริมาณที่มากขึ้นไม่ทำให้ผลผลิตมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผลผลิตขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ได้แก่พันธุ์ ความแตกต่างของสภาพแวดล้อม (ชนิดของดิน และปริมาณน้ำฝน) และช่วงของวันปลูกและวันเก็บเกี่ยว ดังนั้นการพิจารณาการให้น้ำแก่อ้อยจึงควรคำนึงถึงพันธุ์และสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกนั้นๆ ด้วย

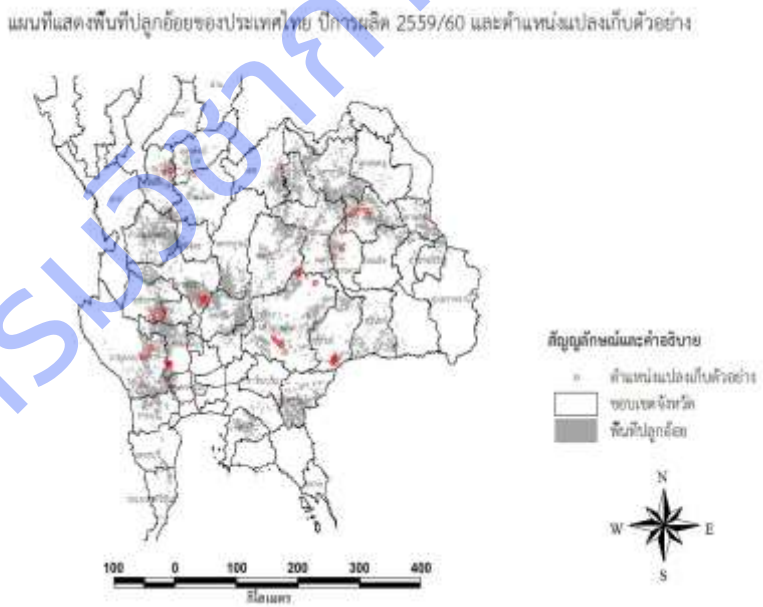
กรมวิชาการเกษตร



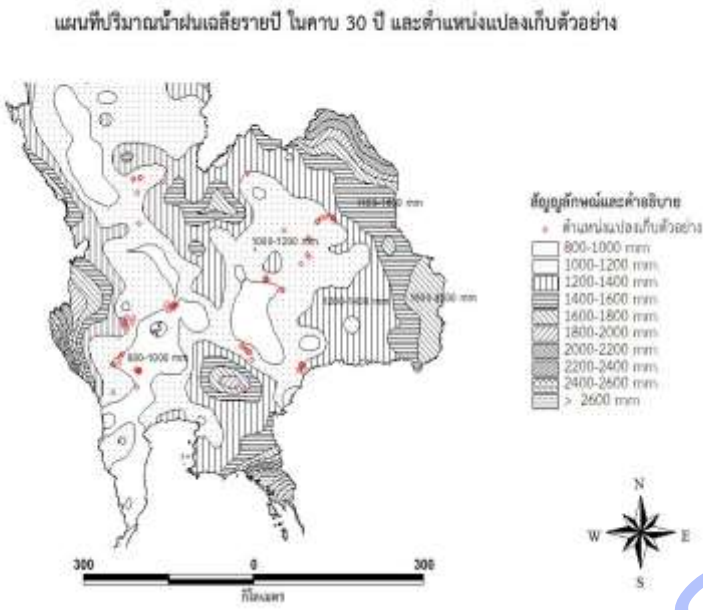
ภาพที่ 2.1-5 ความสัมพันธ์ของค่า blue water กับผลผลิตอ้อยที่ปลูกแบบให้น้ำชลประทาน ในปี 2559/2560

การทดลองที่ 2.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยภายใต้สภาพการให้น้ำชลประทาน

ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อย จำนวน 13 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ 16 แปลง จังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น ปราจีนบบุรี มุกดาหาร และเลย จังหวัดละ 9 แปลง จังหวัดสุโขทัย กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ อุทัยธานี สุพรรณบุรี นครราชสีมา และมหาสารคาม รวม 119 แปลง (ภาพที่ 2.2-1 a) ส่วนใหญ่ปลูกอ้อยในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม และเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของปีถัดไป พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1000-1200 มิลลิเมตรต่อปี มีบางพื้นที่อยู่ในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่ำ 800-1000 มิลลิเมตรต่อปี ได้แก่พื้นที่ปลูกในเขตจังหวัดนครสวรรค์และสุพรรณบุรี และในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีสูง 1600-1800 มิลลิเมตรต่อปี ได้แก่พื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดปราจีนบุรี (ภาพที่ 2.2-1 b)

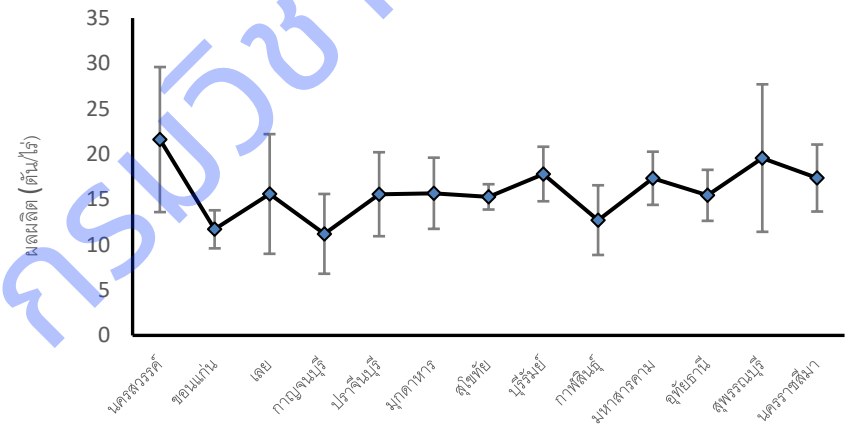


กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 2.2-1 พื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2559/60 และเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในคาบ 30 ปี (2522-2551) และตำแหน่งแปลงเก็บข้อมูลผลผลิตอ้อยที่นำมาใช้คำนวนค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

ผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยทั้ง 119 แปลง เท่ากับ 16.3 ตันต่อไร่ โดยจังหวัดนครสวรรค์มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงที่สุด 21.6 ตันต่อไร่ แต่ในขณะเดียวกันก็มีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง 8.0 ตันต่อไร่ เนื่องจากมีช่วงวันปลูกที่กว้าง คือตั้งแต่พฤศจิกายน 2558 จนถึงเมษายน 2559 ในแปลงที่ปลูกช้าและการจัดการแปลงไม่ดีได้รับผลผลิตต่ำมาก แต่ในขณะเดียวกันแปลงที่ปลูกเร็วก็จะได้รับผลผลิตสูง ในทำนองเดียวกันกับผลผลิตอ้อยในจังหวัดสุพรรณบุรี มีจำนวน 1 แปลงที่ได้รับผลผลิตมากกว่าแปลงอื่นๆ 38.8 ตันต่อไร่ ขณะที่ค่าเฉลี่ยของจังหวัดเท่ากับ 19.6 ตันต่อไร่ ทำให้มีค่าความแปรปรวนสูงตามไปด้วย ในกลุ่มของผลผลิตต่ำ ได้แก่แปลงปลูกในจังหวัดกาญจนบุรี ขอนแก่น และกาฬสินธุ์ เนื่องจากมีช่วงอายุการเก็บเกี่ยวสั้น จากการสังเกตพบว่าบางแปลงมีวัชพืชมาก ทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ (ภาพที่ 2.2-2)

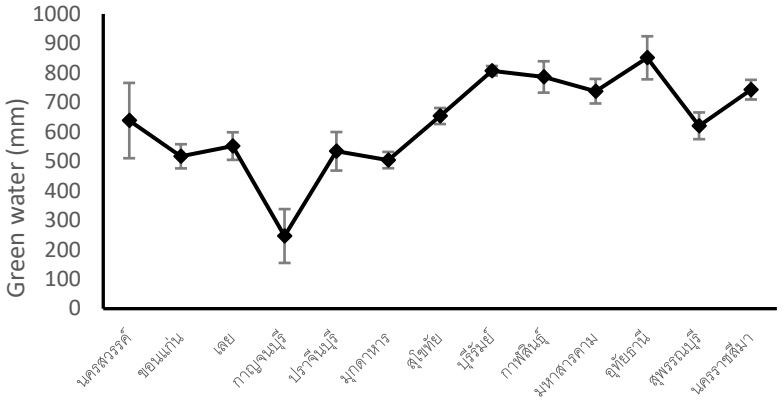


ภาพที่ 2.2-2 ผลผลิตเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลผลิตอ้อยรายจังหวัด ที่เก็บตัวอย่างในช่วงปีการผลิต 2559/60–2560/61

ในส่วนของค่าปริมาณน้ำฝนใช้การและความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่ออ้อย (Green water) พบว่ามีความแตกต่างกัน ถึงแม้ปลูกในพื้นที่จังหวัดเดียวกัน เนื่องจากมีความแตกต่างกันของวันปลูกและวันเก็บเกี่ยว โดยมีค่า Green water เฉลี่ยของทั้ง 119 แปลง เท่ากับ 620.7 มิลลิเมตร ในจังหวัดที่มีช่วงวันปลูกและวันเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกัน จะมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างต่ำ ได้แก่แปลงปลูกอ้อยในจังหวัดสุโขทัย มุกดาหาร บุรีรัมย์ และนครราชสีมา ในทางตรงกันข้ามจังหวัดที่มีช่วงของวันปลูกและวันเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันมาก จะทำให้มีค่าความแปรปรวนของค่า Green water สูงตามไปด้วย ได้แก่จังหวัดนครสวรรค์ กาญจนบุรี

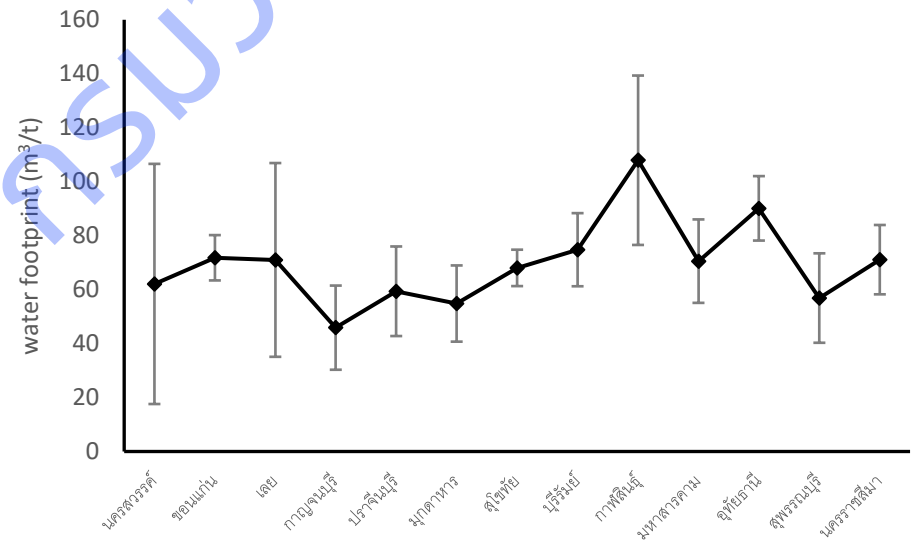
กรมวิชาการเกษตร

และอุทัยธานี อย่างไรก็ตาม ค่า Green water ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันของค่าการคายระเหยน้ำ ทำให้ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่อยู่ในเขตปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1000-1200 มิลลิเมตร แต่มีค่าการคายระเหยต่างกัน จึงทำให้มีค่า Green water ของแต่ละจังหวัดแตกต่างกันไปด้วย (ภาพที่ 2.2-3)



ภาพที่ 2.2-3 ปริมาณฝนใช้การและความชื้นดินเฉลี่ยที่เป็นประโยชน์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61

สำหรับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของทั้ง 119 แปลง เท่ากับ 68.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีค่าต่ำกว่าค่อนข้างมาก ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาใช้ค่าผลผลิตเฉลี่ยของทั้งประเทศมาใช้ในการคำนวน ซึ่งผลผลิตเฉลี่ยของทั้งประเทศจะมีค่าประมาณ 10 ตันต่อไร่ ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ที่มีค่าผลผลิตเฉลี่ย 16.3 ตันต่อไร่ ซึ่งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นสัดส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่ใช้กับผลผลิตที่ได้รับ ดังนั้นเมื่อผลผลิตสูงขึ้นจะทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำลง โดยมีค่าสูงที่สุดและต่ำสุดเท่ากับ 195.4 และ 25.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ค่าพบว่าอยู่ในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตอ้อยของจังหวัดนครสวรรค์มีความแปรปรวนสูงจึงทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีความแปรปรวนสูงตามไปด้วย ในขณะที่ค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์เฉลี่ยรายจังหวัดพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในจังหวัดกาฬสินธุ์ 107.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของผลผลิตอยู่ในกลุ่มที่ต่ำ แต่มีค่าปริมาณ Green water เฉลี่ยค่อนข้างสูง ทำให้คิดเป็นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้สูงกว่าจังหวัดอื่นๆ ส่วนจังหวัดที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำที่สุดได้แก่จังหวัดกาญจนบุรี ถึงแม้ว่าผลผลิตของจังหวัดกาญจนบุรีอยู่ในระดับต่ำ แต่พบว่าค่า Green water มีค่าอยู่ในกลุ่มต่ำตามไปด้วย เนื่องจากมีช่วงระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวน้อย จึงทำให้มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ (ภาพที่ 2.2-4)

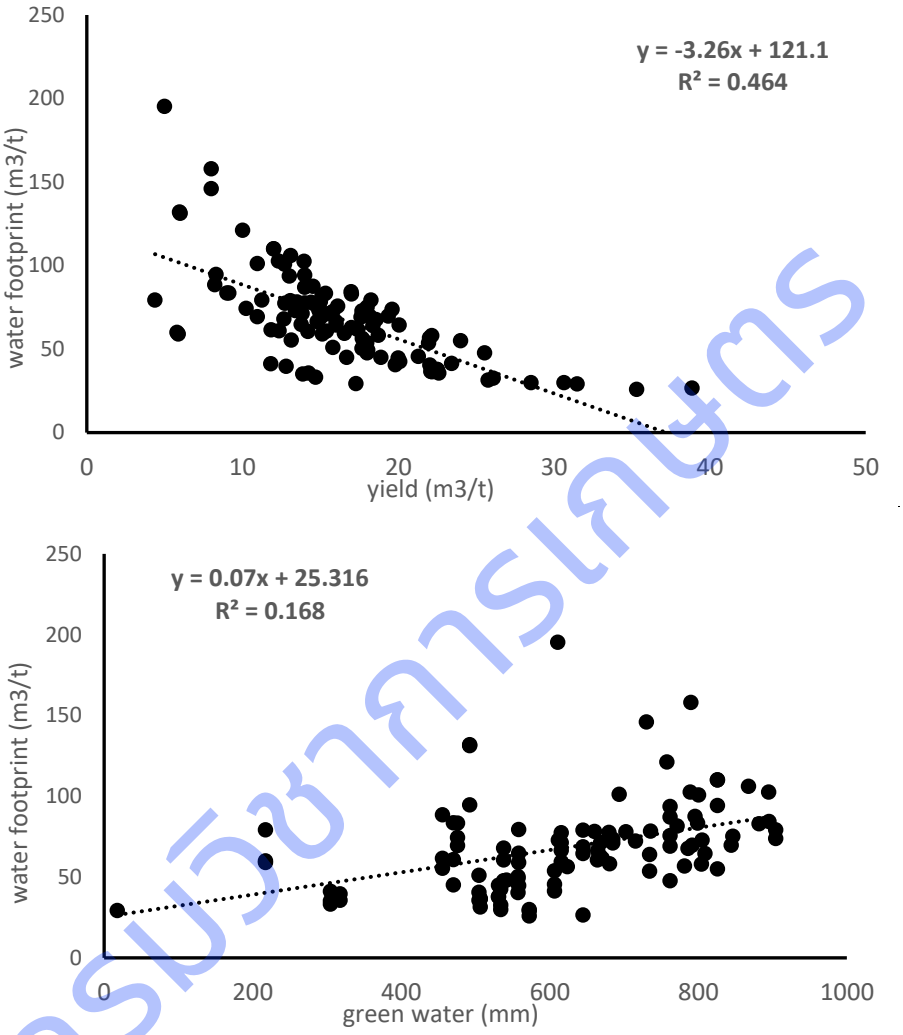


ภาพที่ 2.2-4 ค่าเฉลี่ยของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรายจังหวัด ที่ปลูกในฤดูกาลผลิต 2559/60-2560/61

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์กับผลผลิตพบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ กล่าวคือ เมื่อผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าลดลง หมายความว่าอ้อยที่มีผลผลิตสูงจะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำได้ดีกว่าอ้อยที่มีผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

ต่ำ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ไม่ได้มีการควบคุมการจัดการให้เหมือนกันทุกแปลงทดลองที่เก็บตัวอย่าง ผลผลิตอ้อยที่ต่ำจึงอาจเกิดจากการจัดการแปลงที่ไม่ดี นอกจากนั้นอาจเกิดจากการได้รับปัจจัยการผลิตอื่นไม่เพียงพออีกด้วย ดังนั้นการจัดการแปลงอ้อยที่ดีจะทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งจะทำให้ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลงได้ (ภาพ 2.2-5 a) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กับปริมาณน้ำฝนใช้การและความชื้นดินที่อ้อยสามารถนำไปใช้ได้ระหว่างการเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยวพบว่ามีความสัมพันธ์กันต่ำมาก (R^2=0.167) (ภาพ 2.2-5 b) ชี้ให้เห็นว่าบางพื้นที่ถึงแม้ว่ามีปริมาณน้ำฝนและความชื้นมากเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของอ้อย แต่ไม่ได้ทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง ดังนั้นค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จึงขึ้นอยู่กับผลผลิตของอ้อยมากกว่า



ภาพที่ 2.2-5 ความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์กับผลผลิตอ้อยที่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน (a) และความสัมพันธ์ของค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์กับปริมาณน้ำฝนและความชื้นดินที่อ้อยนำไปใช้ได้ (b) ในช่วงระหว่างการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

การทดลองที่ 3.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน

การเจริญเติบโตและผลผลิต

นครราชสีมา ปลูกพันธุ์ CMR43-8-89 วันที่ 12 ธ.ค. 58 และ 16 ธ.ค. 2558 ทั้ง 2 แปลง ปลูกแบบยกร่อง ให้น้ำแบบหยด ปีก่อนหน้าใส่ขี้ไก่รองพื้นแต่ปีนี้ใส่เฉพาะ 15-15-15 อัตรา 45 กก/ไร่ รองพื้น และใส่ปุ๋ยอีกทางระบบน้ำหยด 25-5-5 อัตรา 2 กก/ไร่ ที่อายุ 2 เดือน ให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง อีกแปลงรองพื้นด้วยปุ๋ยขี้หมูอัดเม็ด 600 กก/ไร่ ให้น้ำทางระบบน้ำหยดสัปดาห์ละครั้ง แต่ประสบปัญหาหัวเน่าเนื่องจากโรคโคนเน่าหัวเน่าที่เกิดจากเชื้อไฟทอปเทอร่า (รังษี, 2560) เกษตรกรจึงเก็บเกี่ยวเร็วขึ้นที่อายุ 8 เดือน ผลผลิต 4.5 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 22% อีก 1 แปลงเก็บเกี่ยวที่อายุ 13 เดือน ผลผลิต 7.8 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 24.8% (ตารางที่ 2) รอบที่ 2 ปลูกวันที่ 3 มี.ค. 60 ใส่ขี้ไก่แกลบรองพื้น และ 12-4-40 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1.5 เดือน ให้น้ำ 2 ครั้ง เก็บเกี่ยว 19 ธ.ค. 60 ผลผลิต 7.7 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 24% และปลูกวันที่ 23 มี.ค. 60 ใส่น้ำขี้หมูรองพื้น และ 13-13-21 เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3-4 เดือน ให้น้ำ 2 ครั้ง เก็บเกี่ยว 1 พ.ย. 60 ผลผลิต 4 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 23% มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 7.8- 38 กก./ไร่

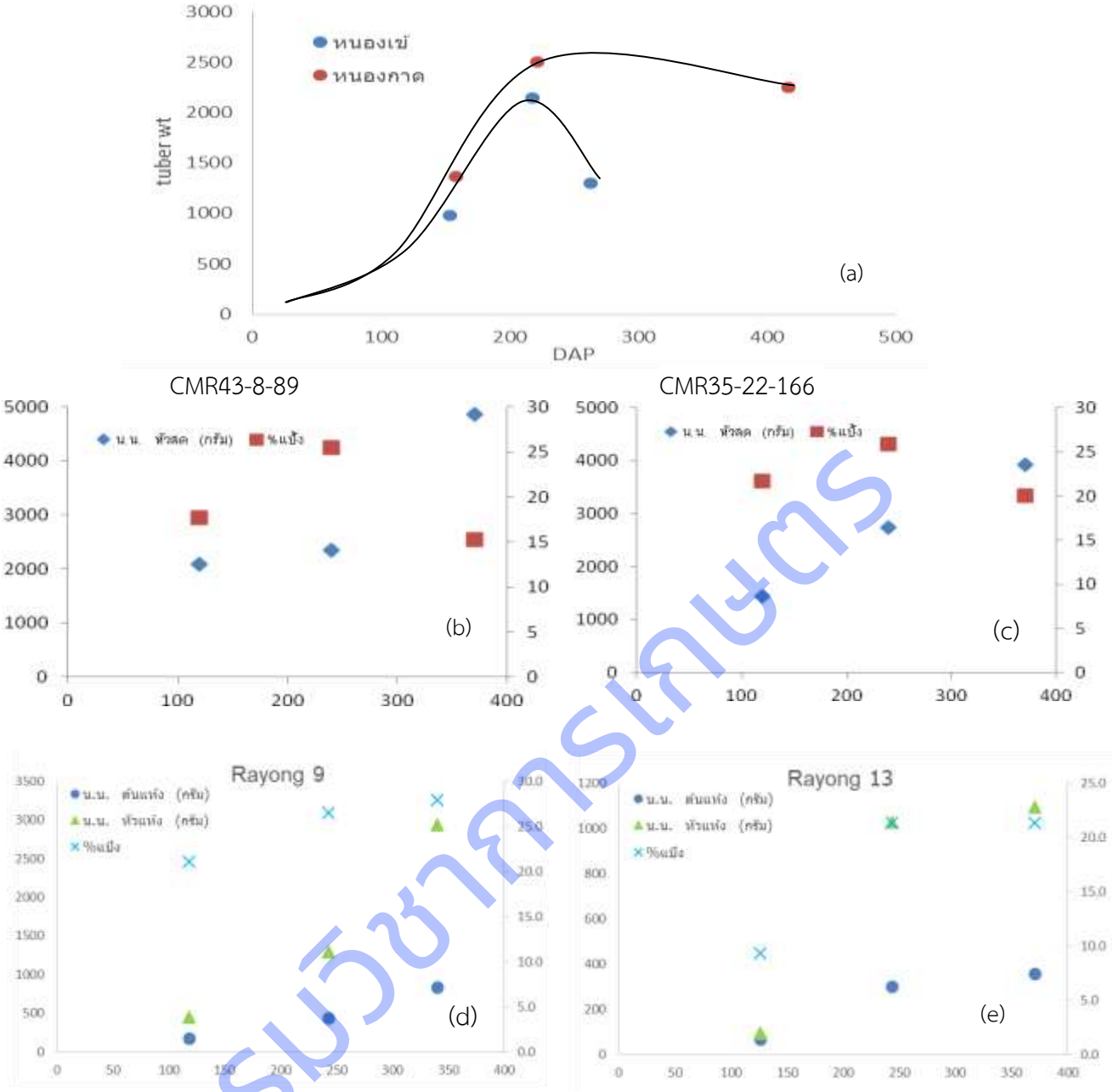
กำแพงเพชร ปลูกพันธุ์ระยอง 13 และระยอง 11 วันที่ 26 ก.พ. 2558 อีกแปลงปลูกพันธุ์ CMR35-22-166 และ CMR43-8-89 วันที่ 6 ก.ค. 2558 ปลูกแบบยกร่อง ให้น้ำแบบหยด ระยะปลูก 80*120 ม. ใส่ 18-46-0 อัตรา 17 กิโลกรัม/ไร่ รองพื้นโรยเป็นแถวแล้วไถกลบ และใส่ปุ๋ยทางระบบน้ำหยด 46-0-0 อัตรา 11 กิโลกรัม/ไร่ 0-0-60 อัตรา 27 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งใส่ 4 ครั้ง อีกแปลงปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยการรองพื้นด้วยปุ๋ยขี้ไก่แกลบ (50 กระสอบ/ไร่ 2 ปี/ครั้ง) น้ำอามิ 1 คันรถ (9,000 ลิตร/25 ไร่) ขี้เถ้าแกลบ 8 ตัน/ไร่ (ใส่ 1 ครั้ง ใช้ได้ 6 ปี) ไถปลูกไถตอนดินหมาด แต่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีตลอดฤดูปลูก ผลผลิตพันธุ์ CMR43-8-89 และ CMR35-22-166 อายุเก็บเกี่ยว 12 เดือน 6.01 และ 4.9 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 15.3 และ20% ตามลำดับ อีกแปลงพันธุ์ระยอง 13 และ CMR43-8-89 อายุเก็บเกี่ยว 13.5 เดือน 4.88 และ 8.6 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 23 และ 23% ตามลำดับ ปี 2558/9 สภาพอากาศร้อนแล้งเป็นเวลานานช่วงต้นปี 2559 ทำให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งไม่สูงและแตกต่างกัน การปลูกใหม่ในปีถัดไปพันธุ์ระยอง 13 ให้ผลผลิต 4.5 ตัน/ไร่ คิดเป็นรอยเท้าน้ำของมันสำปะหลัง (ภาพที่ 3.1-1) พื้นที่นี้นิยมปลูกแบบข้ามปีเก็บเกี่ยวที่อายุ 16.6 เดือน พันธุ์ CMR35-22-166 และ CMR43-8-89 ได้ ผลผลิต 9 และ 6.1 ตัน/ไร่ ตามลำดับ สำหรับที่ปลูกปีเดียวปลูกวันที่ 6 มิย.2559 เก็บที่อายุ 10-11 เดือน ผลผลิต 23-4.7 ตัน/ไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 16.6- 35 กก./ไร่ ซึ่งทั้ง 2 ปีนี้ฝนมาช้าการปลูกในช่วงต้นฤดูฝนจึงล่าไปมาก ทำให้ผลผลิตต่ำ และช่วงปลายฤดูฝนฝนตกชุกทำให้ประสบปัญหาหัวมันเน่า

ระยอง ปลูกพันธุ์ระยอง 9 วันที่ 26 พ.ย.58 ระยอง 13 ปลูกเมื่อ 9 ก.พ.59 ปลูกแบบยกร่อง อาศัยน้ำฝน ใส่ปุ๋ย 15-7-18 50 กก./ไร่ ผลผลิตพันธุ์ระยอง 9 อายุ 12 เดือน 4.15 ตัน/ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 27.9 % ให้ผลผลิตหัวสด 4.79 ตัน./ไร่ เปอร์เซ็นต์แป้ง 24.3 % ปีถัดมาปลูก เมื่อ 23 ม.ค.59 ใช้พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 11 และ ระยอง 13 ผลผลิต 5.1 3.2 3.3 ตัน/ไร่ ตามลำดับ มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 7.5 กก./ไร่

ปริมาณการใช้น้ำ

การตัดสินใจปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรเสี่ยงต่อการขาดน้ำ ในพื้นที่ที่ให้น้ำเกษตรกรให้น้ำช่วงแรกของการปลูก (ภาพที่ 3.1-2) การปลูกช่วงปลายฝนให้ผลผลิตสูงกว่าช่วงพ.ค.-มิ.ย. ทั้ง 2 รอบปี เมื่อพิจารณาร่วมกับความต้องการน้ำของพืช พื้นที่นครราชสีมา การปลูกปลายฝนปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอ ปริมาณน้ำที่ให้ไม่เพียงพอ การปลูกช่วงมีนาคมเสี่ยงต่อการขาดน้ำในช่วงแรก พื้นที่กำแพงเพชร การปลูกช่วงก.พ ฝนไม่เพียงพอ ปริมาณน้ำที่ให้ไม่เพียงพอ การปลูกในช่วง มิย. แม้ช่วงแรกจะมีปริมาณน้ำฝนมากแต่ระยะ 5 เดือนหลังปลูกประสบปัญหาการขาดน้ำปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทั้งๆ ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกรอบการปลูกที่ 2 สูงกว่าก็ตาม

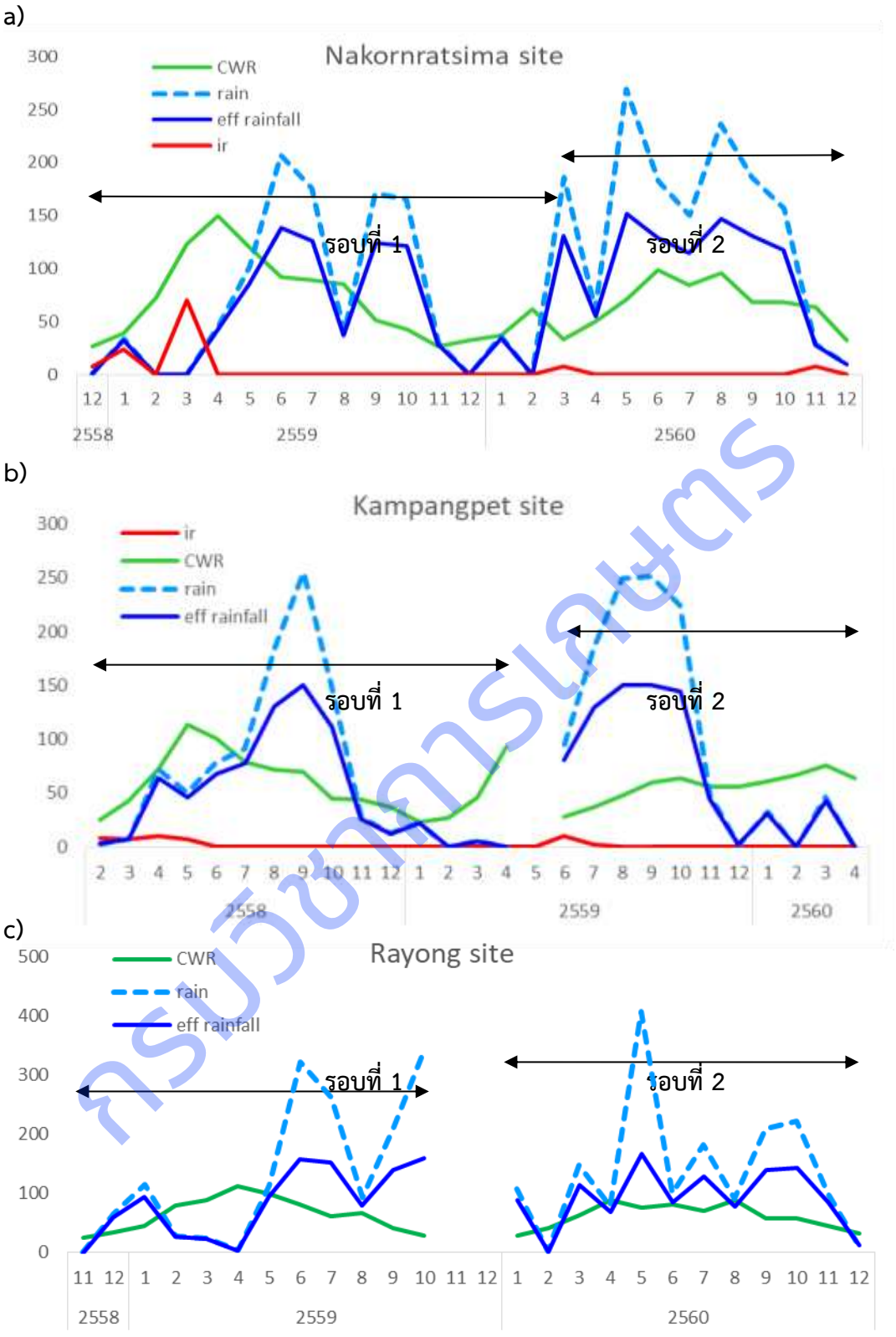
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 3.1-1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ CMR43-8-89 ที่นครราชสีมา (a) ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ CMR43-8-89 และ CMR35-22-166 ที่กำแพงเพชร (b-c) และพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 86-13 ที่ระยอง (d-e)

สำหรับพื้นที่อาศัยน้ำฝน การปลูกในเดือนพ.ย. ทำให้เกิดขาดน้ำในช่วงอายุ 3-5 เดือน แต่การปลูกในรอบ 2 ช่วงม.ค. แม้จะมีความเสียงต่อการขาดน้ำแต่โอกาสที่จะขาดน้ำในระยะยาวๆตลอดฤดูปลูกมีน้อย (ภาพที่3.1-2) ซึ่งหากเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่น กรณี ปลูกพันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 4.15 เป็น 5.15 ตัน/ไร่

กรมวิชาการเกษตร

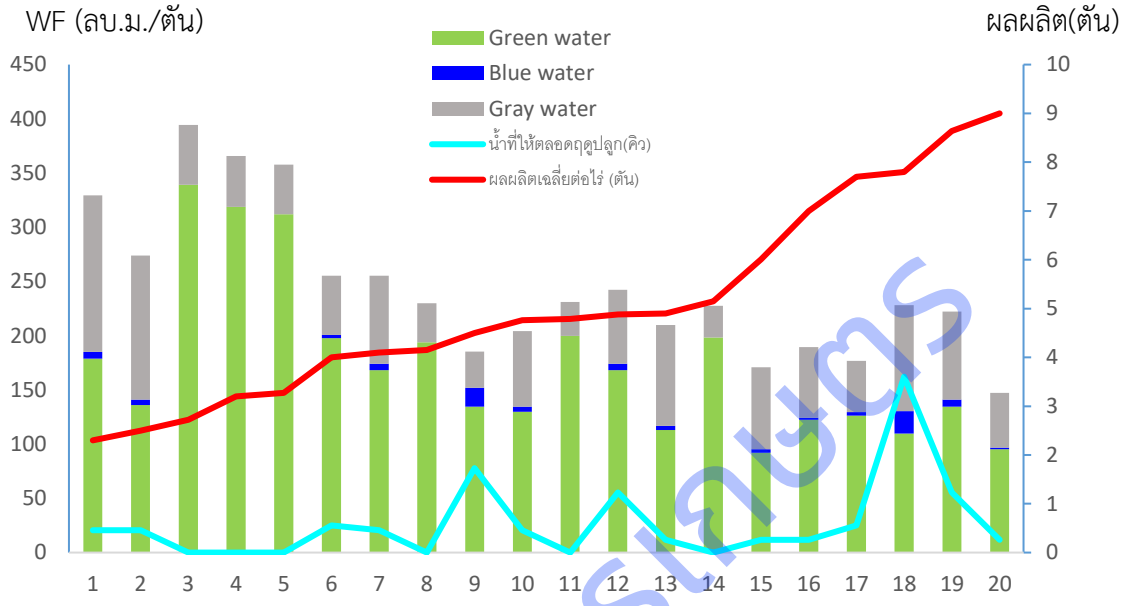


ภาพที่ 3.1-2 ปริมาณน้ำฝน ฝนใช้การและความต้องการน้ำของมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างกัน

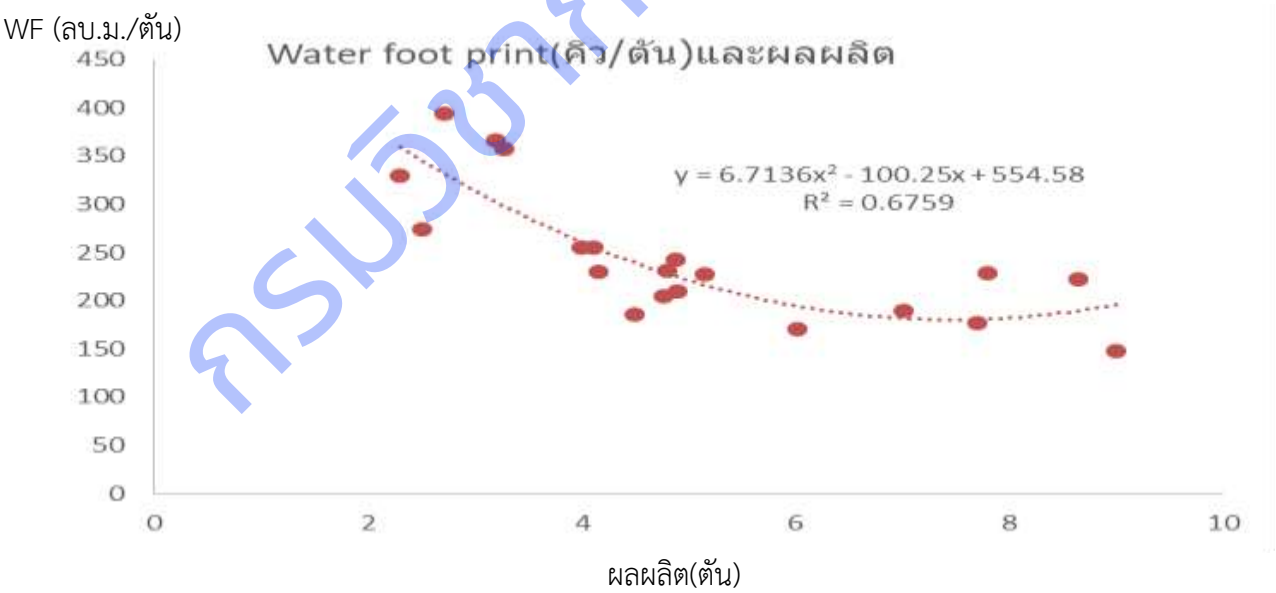
กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังมีค่า 147-366 ลูกบาศก์เมตรต่อตันหัวมันสด โดยเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ร้อยละ 48-87 0-9 และ 13-48 หรือ 92-339 0-21 และ 29-97 ลูกบาศก์เมตรต่อตันหัวมันสด ตามลำดับ โดยแยกพื้นที่ที่ให้น้ำได้ไม่จำกัด (นครราชสีมา) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211 ลูกบาศก์เมตรต่อตันหัวมันสด ส่วนพื้นที่ให้น้ำจำกัด (กำแพงเพชร) และพื้นที่อาศัยน้ำฝน (ระยอง) มีค่า 224 และ 301 ลูกบาศก์เมตรต่อตันหัวมันสด ตามลำดับ เมื่อเรียงลำดับผลผลิตพบว่า ผลผลิตที่สูงให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ (ภาพที่ 3.1-3) การให้น้ำถูกช่วงตามความต้องการช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลทำให้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กันแบบ polynomial (ภาพที่ 3.1-4)



ภาพที่ 3.1-3 ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่างกัน



ภาพที่ 3.1-4 ผลผลิตหัวสดและขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มันสำปะหลัง

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในมันสำปะหลังนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Tapanee ,et al (2015) ที่ประมาณค่าจากการปลูกวันที่ 1 พ.ค. แบบอาศัยน้ำฝนมีขนาด 257 คิวน้ำ/ตัน แยกเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ขนาด 178 0 78 ตามลำดับ แต่ต่ำกว่ามากกับรายงานของอนัตยา และคณะ(2557) ที่ว่ามันสำปะหลังมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 430 คิว/ตันหัวสด แยกเป็นกรีนวอเตอร์

กรมวิชาการเกษตร

333 และเกรย์วอเตอร์ 97 คิว/ตัน ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยประเมินจากข้อมูลมือสองเป็นหลัก รวมทั้ง ชินาธิปกรณ์ และ ธำรงรัตน์ (2554) ที่รายงานว่ามันสำปะหลังมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 599.4 คิว/ตัน ซึ่งคำนวณจากผลผลิตมันสำปะหลัง 3.4 ตัน/ไร่

อย่างไรก็ตาม การประมาณค่าใช้ข้อมูลรายเดือนเป็นหลักและใช้ Kc มันสำปะหลังค่าเดียวกันสำหรับทุกพันธุ์ และไม่ได้คำนึงถึงความเครียสของน้ำดิน (soil water stress) โดยปัจจัยที่มีผลต่อเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือธาตุอาหารอื่นๆ สารเคมีกำจัดวัชพืช และกำจัดโรคและแมลง แต่การศึกษานี้คำนวณเฉพาะจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เนื่องจากขาดข้อมูลการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานของมลพิษอื่น ๆ จากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำชนิดต่างๆที่คำนวณได้ เช่น วันปลูก อายุเก็บเกี่ยว การใช้พันธุ์ ปุ๋ย การให้น้ำ และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งทำให้การปลูกมันสำปะหลังด้วยสภาพแวดล้อมเดิมเกษตรกรเดิมมีปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างไป การจัดการเพื่อให้มีการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การจัดการดินและน้ำเพื่อให้น้ำที่เป็นประโยชน์ในดินมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมีความจำเป็น แต่ทั้งนี้ต้องขจัดปัญหาเรื่องการเข้าทำลายของศัตรูพืชหรือหลีกเลี่ยงการปลูกไป

การทดลองที่ 3.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร

พันธุ์มันสำปะหลัง

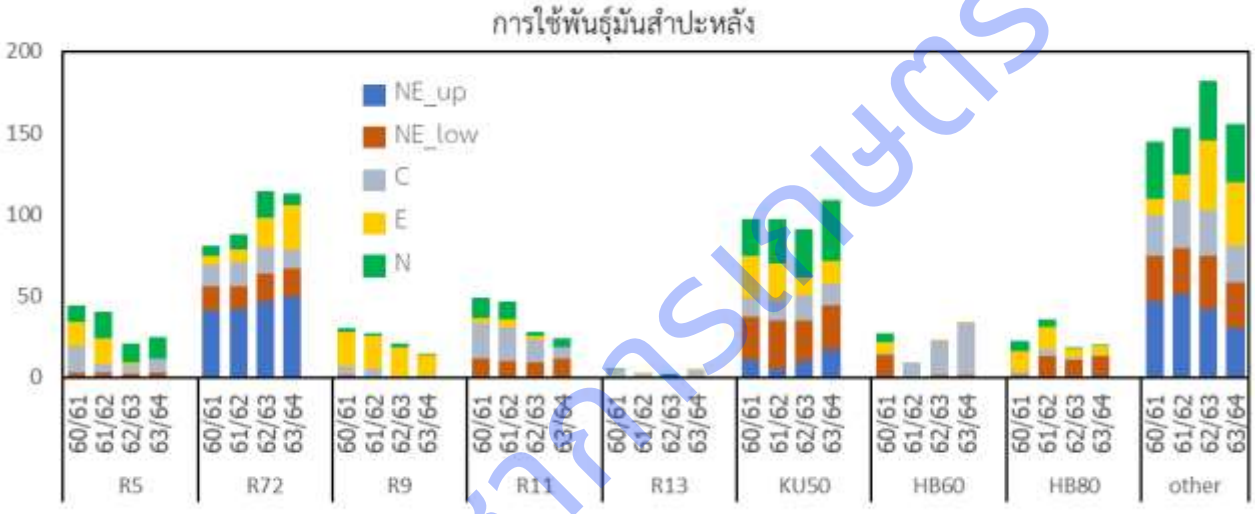
การใช้พันธุ์มันสำปะหลังแต่ละแหล่งปลูกมีความหลากหลาย มีทั้งพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร เช่น สายพันธุ์ CMR33-38-48 CMR36-55-166 และ CMR43-08-89 เป็นต้น เมื่อพิจารณาสัดส่วนพื้นที่ปลูกภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนนิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (KU50) รองลงมา ได้แก่ ระยอง 72 (R72) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างนิยมปลูกระยอง 72 มากกว่า ภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์ระยอง 5 (R5) รองลงมา เกษตรศาสตร์ 50 ภาคตะวันออกนิยมปลูกเกษตรศาสตร์ 50 รองลงมา ได้แก่ ระยอง 9 (ตารางที่ 3.2-1) ส่วนภาคเหนือนิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 รองมาเป็นระยอง 11 แต่ในหลายพื้นที่เกษตรกรไม่ทราบชื่อพันธุ์ที่ใช้ปลูก หรือเป็นสายพันธุ์/พันธุ์ที่ผู้จำหน่ายพันธุ์ หรือเกษตรกรตั้งชื่อเรียกพันธุ์เอง การใช้พันธุ์ในช่วงปี 2560/61-2563/64 ไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 3.2-1) ทั้งนี้ช่วงปีท้ายๆของการศึกษามีการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายท่อนพันธุ์จำกัด และระมัดระวังเรื่องแหล่งที่มาของท่อนพันธุ์ การใช้ท่อนพันธุ์ของเกษตรกร จึงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ยังพบการหาพันธุ์ใหม่ๆ มาปลูก

ตารางที่ 3.2-1 การใช้พันธุ์มันสำปะหลังรายจังหวัดปีการเพาะปลูก 2560/61-2563/64

จังหวัด	R5	R72	R9	R11	R13	KU50	HB60	HB80	อื่นๆr
นครราชสีมา		35				15.7	0.25	0.18	49.3
อุบลราชธานี		96							4.36
บุรีรัมย์		34							65.8
ศรีสะเกษ		100							
มหาสารคาม		11				31.7			57.2
สุรินทร์	31	42	1.6					13.2	12.9
ชัยภูมิ	3	31		1		42.2	1.13	0.69	21.2
เลย	6	4.1		1		23.1			66.3
อุดรธานี		1	3.6	27		13.7	13.5	29.6	11.3
กาฬสินธุ์		19				8.08	12.5	22.9	37.8
ขอนแก่น		57	2	16	9.1	13			3.64
สกลนคร						100			
มุกดาหาร				88					12.5
กาญจนบุรี	8	8.5		11	3.1	25.9	26	3.64	13.7
นครสวรรค์	5	3	10	49	5.1	7.45		1.06	18.8

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	R5	R72	R9	R11	R13	KU50	HB60	HB80	อื่นๆr
ลพบุรี	0.1	33		1			4.14	1.61	59.6
อุทัยธานี	29	11	3.7	5	2.8	3.31	3.91	2.25	39.7
สระแก้ว	1	22	4.2	2	0.6	27.4	1.17	8.01	34
ชลบุรี	8	1.3	38	3	0.1	15.6	2.53	15.3	16.4
ฉะเชิงเทรา	19	6.5	9.2	2		31.9	0.62	1.03	29.6
จันทบุรี	10	41							48.6
ปราจีนบุรี	1	40	15			35.6			7.45
กำแพงเพชร	9	0.8	1.1	17	1.1	0.05	2.11	5.11	64
เพชรบูรณ์	5	45							50.2
ตาก	60	9.2	7.9	3	0.9	6.11	3.13	6.65	2.98
พิษณุโลก	2	4.3	0.6			91.1			1.99



ภาพที่ 3.2-1 การใช้พันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกรปีเพาะปลูก 2560/61-2563/64

ช่วงปลูกและเก็บเกี่ยว

การปลูกในสภาพอาศัยน้ำฝนในแต่ละแหล่งปลูกจึงขึ้นอยู่กับการตกของฝน พบว่า ส่วนใหญ่ปลูกในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พื้นที่ทางภาคตะวันออกปลูกได้เร็วกว่าพื้นที่อื่น ส่วนใหญ่ปลูกในเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม (ภาพที่ 2) พื้นที่อื่นการปลูกเกษตรกรจะรอให้มีฝนก่อนหรือรอจังหวะฝน ภาคเหนือการปลูกล่าช้ากว่าพื้นที่อื่นๆ บางพื้นที่ปลูกหลังเก็บผลผลิตอาศัยความชื้นในดิน แต่ก็ทำได้เฉพาะบางพื้นที่ที่มีฝนกระจายดีเท่านั้น การตกของฝนมีผลต่อช่วงเวลาการเริ่มต้นฤดูปลูกมันสำปะหลังในทุกพื้นที่ มีเกษตรกรจำนวนน้อยมากที่ให้น้ำ จากการสำรวจพบร้อยละ 1 ในปีการผลิตแรกโดยให้แบบน้ำหยด หรือสปริงเกอร์ ประกอบกับปัญหาการแย่งน้ำที่มีจำกัดในบางพื้นที่ บางพื้นที่น้ำมากจนเกิดปัญหาหัวมันเน่าผลผลิตลดลง ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและต้นทุนที่ใช้ในการให้น้ำของเกษตรกรไม่สอดคล้องกัน ทำให้การให้น้ำหยดซึ่งเคยได้รับความนิยมก่อนหน้านี้ลดลงอย่างมาก เกษตรกรปรับตัว เช่น ปลูกให้ตรงกับฤดูฝน ปรับช่วงปลูกมาปลูกช่วงปลายฝนมากขึ้นเพื่อให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตก่อนเข้าช่วงฤดูหนาว และมีใบปกคลุมดินพอที่จะข้ามแล้ง พร้อมที่จะเติบโตและสะสมน้ำหนักในช่วงฤดูฝนถัดไปช่วยทำให้ผลผลิตสูงขึ้น รวมทั้งเปลี่ยนเป็นพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า

ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวสด เริ่มตั้งแต่ลานมันเปิดเป็นหลักเนื่องจากเกษตรกรขายผลผลิตผ่านลานมันและโรงงานแป้งและช่วงเวลาการชำระหนี้ของเกษตรกร เช่น ธกส. ชำระเดือนมีนาคม ส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวในช่วงมกราคมถึงเมษายน ผลผลิตหัวสดกระจุกตัวสู่แหล่งรับซื้อในช่วง 3-4 เดือน ยกเว้นฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรีที่ผลผลิตส่วนใหญ่ออกในช่วงปลายปี (ภาพที่ 2) โดยเก็บ

กรมวิชาการเกษตร

เกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งหลังเก็บเกี่ยวก็จะปลูกต่อเลยเนื่องจากต้องการความชื้นที่เหลืออยู่ให้มันสำปะหลังโตพอข้ามแล้งไปได้ เกษตรกรหลายพื้นที่ปลูกแบบเก็บเกี่ยวข้ามปีเพื่อให้มีท่อนพันธุ์แข็งแรงและเพียงพอสำหรับปลูกในฤดูถัดไป จากสภาวะแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง และปลูกแล้วฝนไม่ตก กลุ่มนี้จะตัดต้นเพื่อใช้เป็นท่อนพันธุ์สำหรับปลูกในช่วงต้นปีหลังฝนตก และจะเก็บเกี่ยวในช่วงปลายปีของปีถัดไป ทั้งช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในปีถัดๆ ไป รวมระยะเวลาปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 10.4 เดือน ต่ำสุด 4 เดือน สูงสุด 19 เดือน (ตารางที่ 3.2-2)

จังหวัด	ปลูก												เก็บเกี่ยว											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
นครราชสีมา	2.3	7.4	20	24	21	9.4	8.4		0.6	3.6	1.6	0.6	6.9	25	32	9	5.0	0.6	13	0.5	1.5	2.6	1.4	2.5
อุบลราชธานี	2.1	2.4	11	26	48	5.5	0.6	0.7		1.6	2.4		6	43	26	11		0.8	1.0			2.5	6.0	4.0
บุรีรัมย์	2.1	2.4	17	14	35	14			2.2	3.2	1.9	7.9	3.0	3.6	13	21	0.1	4.1	2.9	16	1.0	4.3	25	6.1
ศรีสะเกษ			9.9	34	49	7							30	19	29	15								6.4
มหาสารคาม		9.5		4.2	4.0	3.8		7.7	7.5	29	14	21	4.0		4.0	9.7		7	23	30	18			4.0
สุรินทร์			21	23	31	18				6.5			9.5	33	21	2	15				3.2	3.2		12
ชัยภูมิ	0.3	12	14	14	12	11	6.6	0.4	3.1	14	5.2	6.5	14	25	17	7.3	6.5	0.6		2.9	4.8	13	3.6	6.3
เลย	0.8	4.4	14	29	30	17	5.7						12	28	23	22	12	0.7				0.8	1.5	0.8
อุดรธานี	2.1	22	33	13	16	2.7	5.4	0.3		1.1	1.2	3.5	23	17	30	7.8	0.6	0.3	0.3	0.9	9.1	0.3	4.5	6.0
กาฬสินธุ์	3.2	11	34	18		5.8		1.3		9.7	9.4	7.1	6.3	28	25	10		0.8				17	9.9	3.8
ขอนแก่น	4.5	11	19	20	15	12	10			2.5	2.5	2.5	13	25	41	5.7		0.9			1.6		5	7.7
สกลนคร		7.2	29	14	4.5	2.2	2.3	2.2	2.2	11	17	8.4	6	28	9.4	4.4	2.2	6.6			2.2	18	12	10
มุกดาหาร		1.3	36	33	5.3	11	8.3		1.8		3.7		6.4	2.2	51	6.6	16			1.9		5.3	7	4.4
กาญจนบุรี	19	7.6	19	18	13	8.5	0.3	3.4			3.8	6.7	19	19	30	16	0.5		1.7	0.3		4.5	3.8	4.3
นครสวรรค์		3.3	34	21	17	9.1	14				2.5		4.8	12	23	1.7	1.9						21	35
ลพบุรี		11	10	29	32	14						4.3	16	34	24	5.4							5.3	16
อุทัยธานี	12	15	13	5.3	17					6.9	18	14	11	19	21	6	7.9	2.6	1.9			4.7	12	13
สระแก้ว	3.2	17	27	23	17	3.6		1.9		0.6	1	5.5	3.0	35	7	15	1.8	2.3		0.7	5.3	4.7	0.3	26
ชลบุรี	8	21	36	12	6.7	0.2					15	0.7	9	15	8.4	5.6	0.0	14	0.0	1.7	8.4	0.2	11	27
ฉะเชิงเทรา		8.5	39	7.9	2.2	1.8	1.1	0.8		3.5	7.3	28	3.1	27	24	2.8	1.8	0.7			0.6	17	17	7.4
จันทบุรี		13	30	28	27		3.4						14	34	16	1.7	9	9.3						16
ปราจีนบุรี	0.4	5.8		6.7	22	3.5	15	1	0.4		19	26	15	28	5.5			3.8	0.2		0.5		44	2.7
กำแพงเพชร	0.4	0.9	15	14	19	37	4.9	3.8		0.5	2.1	2.1	2.0	18	35	14	2.6				1.8	2.0	17	8.2
เพชรบูรณ์		7.5	15	11	18	40	8.2						1	40	37	2.2							12	7.7
ตาก	1.2				37	30	24		1.6	6.3			12	5	3.8	23	14	13				1.4	25	2.2
พิษณุโลก	8.2	8.1	4.7	1.3	15	30	4			1	17	11	17	1.9	50	18	0.5							13

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 3.2-2 ร้อยละของช่วงปลูกและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในแต่ละเดือนเฉลี่ยของเกษตรกร 26 จังหวัด ในปีการเพาะปลูก 2560/61- 2563-64

ตารางที่ 3.2-2 ช่วงเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเฉลี่ยเป็นเดือน (ต่ำสุด-สูงสุด) ของเกษตรกร 26 จังหวัด ปีการเพาะปลูก 2560/61- 2563-64

จังหวัด	ปีการเพาะปลูก			
	2560/61	2561/62	2562/63	2563/64
นครราชสีมา	10.7 (6-14)	11.2 (7-17)	10.5 (9-13)	12 (7-15)
อุบลราชธานี	9.7 (5-17)	9.5 (6-13)	10 (7-11)	9.3 (5-11)
บุรีรัมย์	7.7 (4-14)	9.8 (7-13)	9.5 (5-13)	9.5 (6-14)
ศรีสะเกษ	9.7 (8-12)	9.2 (9-10)	10.4 (8-13)	10.1 (9-11)
มหาสารคาม	10.5 (7-16)	8.8 (5-12)	8.3 (6-9)	9.8 (9-11)
สุรินทร์	9.6 (7-11)	9.2 (7-11)	10.6 (10-11)	9.8 (5-13)
ชัยภูมิ	10.8 (8-13)	10.4 (6-12)	10.9 (9-12)	9.7 (7-13)
เลย	10.3 (7-12)	10.4 (7-12)	11.1 (7-12)	10.3 (9-12)
อุดรธานี	10.6 (7-13)	9.8 (6-13)	11.5 (10-12)	10.1 (8-12)
กาฬสินธุ์	10.6 (7-13)	11.5 (7-12)	11.8 (11-12)	11.2 (9-12)
ขอนแก่น	9.7 (8-12)	11.5 (11-12)	11.4 (10-12)	9.6 (8-13)
สกลนคร	10.8 (7-12)	11.1 (8-13)	11.8 (11-12)	11.4 (9-15)
มุกดาหาร	9.9 (6-13)	10.4 (4-12)	11.6 (9-12)	7.7 (6-10)
กาญจนบุรี	10.8 (7-15)	11.1 (7-16)	10.7 (7-14)	12 (12-12)
นครสวรรค์	9.9 (7-13)	11.2 (8-13)	9.8 (9-11)	7.7 (6-9)
ลพบุรี	9.8 (8-11)	10.1 (9-12)	9.3 (6-10)	10.3 (8-12)
อุทัยธานี	12.5 (11-16)	11.3 (7-15)	10.3 (5-16)	10.7 (9-12)
สระแก้ว	9.1 (4-12)	9.6 (6-14)	11.7 (9-16)	10 (8-12)
ชลบุรี	10.9 (7-14)	12.1 (7-19)	11.3 (8-19)	10.7 (10-12)
ฉะเชิงเทรา	11.7 (10-13)	10.4 (8-12)	9.8 (7-12)	11.4 (9-14)
จันทบุรี	11.3 (7-12)	9.8 (7-12)	9.2 (8-10)	10 (8-12)
ปราจีนบุรี	9.3 (6-12)	10.3 (8-13)	8.9 (7-12)	9.4 (9-10)
กำแพงเพชร	10.6 (7-18)	12.1 (7-18)	11 (9-19)	10.4 (7-18)
เพชรบูรณ์	10.1 (7-12)	11 (10-13)	9.4 (8-11)	7 (6-8)
ตาก	12.5 (11-17)	9.8 (5-12)	11.1 (8-17)	9 (5-16)
พิษณุโลก	12.6 (10-16)	12.5 (10-16)	10 (8-13)	10.3 (4-14)

การใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

เน้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก ซึ่งนำไปใช้ในการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ การใช้ปัจจัยการผลิต ได้แก่ ปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ สารควบคุมวัชพืช แช่ท่อนพันธุ์ก่อนปลูก รวมทั้งการให้น้ำชลประทานเสริมในช่วงแล้งบางแปลง พบว่า เกษตรกรทำตามวิธีการของตนเองที่เคยปฏิบัติ มีการเปลี่ยนแปลงบ้างขึ้นกับทุน ราคาผลผลิตแต่ละปี การใช้ปุ๋ยเริ่มตั้งแต่เตรียมดินโดยการใส่อินทรีย์วัตถุ เช่น กากตะกอนโรงงาน ขี้เถ้า ขี้ไก่แกลบ การใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมพร้อมปลูกด้วยเครื่องปลูก บางกรณีเกษตรกรจะรอใส่ 1-3 เดือนหลังปลูกเพื่อให้แน่ใจว่าต้นมันสำปะหลังรอดแล้ว และอีกครั้ง 4-6 เดือนหลังปลูก การใช้ปุ๋ยแต่ละรายมีความแตกต่างกัน เช่น บางรายใช้เพียงวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน บางรายใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว บางรายใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี หรือผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง บางรายฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ จากการคำนวณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า ภาคตะวันออก เกษตรกรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยสูงสุด 10.7 กก.N/ไร่ รองมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เกษตรกรใช้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

ไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กก.N/ไร่ ส่วนภาคอื่น ๆ การใช้ปุ๋ยใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3.2-3) ชลบุรีมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงสุด 13.6 กก.N/ไร่ ส่วนตากใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำสุดเฉลี่ย 1.8 กก.N/ไร่ ภาพรวมตลอด 4 ปีการเพาะปลูกการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจมาจากฝนตกน้อยลง รายได้และผลผลิตลดลง

ผลผลิต

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ 6 จังหวัด ในปีการผลิต2560/61-2563/64 รวม 4 ปี ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4.0 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดศรีสะเกษให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.6 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดสุรินทร์ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.2 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 7 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5.0 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดอุดรธานีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดมุกดาหารให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 4.2 ตัน/ไร่ ภาคกลางในพื้นที่ 4 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.9 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดลพบุรีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.7 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดอุทัยธานีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.1 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกในพื้นที่ 5 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.7 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดปราจีนบุรีให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.5 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดฉะเชิงเทราและสระแก้วให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 3.5 ตัน/ไร่ ภาคเหนือพื้นที่ 4 จังหวัด ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 3.5 ตัน/ไร่ โดยจังหวัดตากให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุด 4.0 ตัน/ไร่ ในขณะที่จังหวัดพิษณุโลกให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 3) โดยภาพรวม 26 จังหวัด ผลผลิตเฉลี่ย 4.1 ตัน/ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนให้ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ยสูงสุด และภาคเหนือให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน คำนวณแยกเป็น กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{Green}) และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{Blue}) และเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{grey}) ในแต่ละจังหวัด มีรายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 3.2-3)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 6 จังหวัด สุรินทร์มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงสุด 346 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่ศรีสะเกษมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำสุด 222 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างเฉลี่ย 288 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 245 ลบ.ม./ตันหัวสด และเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 43 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ชัยภูมิมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงสุด 238 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่อุดรธานีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำสุด 138 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเฉลี่ย 196 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 168 ลบ.ม./ตันหัวสด และเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 28 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคกลาง อุทัยธานีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงสุด 402 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่ลพบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำสุด 193 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคกลางเฉลี่ย 304 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 262 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 42 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคตะวันออก ฉะเชิงเทรามีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงสุด 343 ลบ.ม./ตันหัวสด ในขณะที่จันทบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำสุด 220 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคตะวันออกเฉลี่ย 308 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 236 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 72 ลบ.ม./ตันหัวสด

ภาคเหนือ พิษณุโลกมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงสุด 373 ลบ.ม./ตันหัวสด และตากมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำสุด 226 ลบ.ม./ตันหัวสด โดยมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคเหนือเฉลี่ย 271 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 230 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 42 ลบ.ม./ตันหัวสด

รวมทั้ง 26 จังหวัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 268 ลบ.ม./ตันหัวสด แยกเป็นค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 266 ลบ.ม./ตันหัวสด และค่าเกร์ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 42 ลบ.ม./ตันหัวสด สูงสุดที่พิษณุโลก 373 ลบ.ม./ตันหัวสด ต่ำสุดที่อุดรธานี 138 ลบ.ม./ตันหัวสด

การปลูกมันสำปะหลังในการสำรวจปีแรกส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝน มีบางส่วนที่ให้น้ำเสริม พบในจังหวัดชัยภูมิและอุบลราชธานีร้อยละ 1 ของแปลงที่สำรวจ ส่วนในปีถัดมาปลูกแบบอาศัยน้ำฝนทั้งหมด จึงทำให้การปลูกมันสำปะหลังที่อาศัยน้ำฝนมีค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็น 0 สำหรับแปลงที่มีการให้น้ำ เมื่อแยกประเมิน พบว่า จังหวัดอุบลราชธานีมีการนำน้ำล้างจากโรงงานมาใช้เป็นน้ำเสริม แต่ผลผลิตไม่ได้สูงขึ้น บางแปลงเน่า ทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงมาก 462 ลบ.ม./ตันหัวสด ค่าบลูวอเตอร์

กรมวิชาการเกษตร

ฟุตพริ้นท์ 181 ลบ.ม./ตันหัวสด รวมวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกลุ่มแปลงที่ให้น้ำ 707 ลบ.ม./ตัน ขณะที่จังหวัดชัยภูมิมีการให้น้ำเสริมบ้างในช่วงแล้ง แต่ผลผลิตในพื้นที่นี้สูงทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าไม่สูงมาก 195 และ 118 ลบ.ม./ตัน ตามลำดับ ต่างจากการผลิตแบบอาศัยน้ำฝน

ตารางที่ 3.2-3 ผลผลิตหัวสด ปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ยและ WF_{green} WF_{blue} WF_{grey} และ WP ของการปลูกมันสำปะหลัง 26 จังหวัด ปีการผลิต 2560/61-2563/64

จังหวัด	พื้นที่เฉลี่ย (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเฉลี่ย (กก.N/ไร่)	WF_{green} (ลบ.ม./ตัน หัวสด)	WF_{blue} (ลบ.ม./ตัน หัวสด)	WF_{grey} (ลบ.ม./ตัน หัวสด)	WP (ลบ.ม./ตัน หัวสด)
อาศัยน้ำฝน		**4.1**	**7.2**	**266**	**0**	**42**	**268**
นครราชสีมา	1,477,367	4.0	6.3	274	0	36	310
อุบลราชธานี	479,069	3.8	5.7	213	0	40	253
บุรีรัมย์	255,686	4.1	8.9	189	0	55	245
ศรีสะเกษ	156,386	4.6	10.9	168	0	54	222
มหาสารคาม	139,302	3.5	9.6	222	0	60	282
สุรินทร์	115,881	3.2	12.6	261	0	85	346
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง		**4.0**	**7.2**	**245**	**0**	**43**	**288**
ชัยภูมิ	632,590	4.6	5.4	212	0	25	238
เลย	318,354	4.7	8.1	151	0	39	189
อุดรธานี	265,041	6.5	6.6	116	0	22	138
กาฬสินธุ์	254,038	5.0	6.4	142	0	28	170
ขอนแก่น	233,930	5.2	6.8	151	0	26	177
สกลนคร	116,118	4.5	6.2	155	0	29	183
มุกดาหาร	140,109	4.2	6.1	190	0	34	224
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน		**5.0**	**6.4**	**168**	**0**	**28**	**196**
กาญจนบุรี	481,424	4.1	4.0	268	0	27	295
นครสวรรค์	373,356	3.3	8.6	304	0	59	364
ลพบุรี	303,450	4.7	6.3	166	0	27	193
อุทัยธานี	160,345	3.1	9.4	328	0	74	402
ภาคกลาง		**3.9**	**6.5**	**262**	**0**	**42**	**304**
สระแก้ว	376,058	3.5	9.4	245	0	79	324
ชลบุรี	150,932	3.8	13.6	222	0	72	294
ฉะเชิงเทรา	220,555	3.5	12.5	258	0	85	343
จันทบุรี	54,612	4.3	3.7	190	0	30	220
ปราจีนบุรี	119,275	4.5	11.1	202	0	47	249
ภาคตะวันออก		**3.7**	**10.7**	**236**	**0**	**72**	**308**
กำแพงเพชร	684,357	3.7	6.3	205	0	37	242
เพชรบูรณ์	215,016	3.1	7.2	260	0	55	315
ตาก	135,710	4.0	1.8	217	0	9	226
พิษณุโลก	164,960	2.9	8.7	302	0	71	373

กรมวิชาการเกษตร

จังหวัด	พื้นที่เฉลี่ย (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเฉลี่ย (กก.N/ไร่)	WF_{green} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WF_{blue} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WF_{grey} (ลบ.ม./ตันหัวสด)	WP (ลบ.ม./ตันหัวสด)
ภาคเหนือ		**3.5**	**6.3**	**230**	**0**	**42**	**271**
พื้นที่ให้น้ำ				**267**	**135**	**19**	**420**
อุบลราชธานี	33	3	5.9	462	181	64	707
ชัยภูมิ	90	4.5	0.5	195	118	2	315

การให้ผลผลิตมันสำปะหลังเกี่ยวข้องโดยตรงกับการตกของฝน กำหนดการเริ่มต้นฤดูปลูก ช่วงระยะเวลาที่มันสำปะหลังเติบโตที่สอดคล้องกับระยะการสะสมน้ำหนักหัว ปี พ.ศ. 2560 ปริมาณน้ำฝนรวมสูงมากในทุกภูมิภาค แล้วลดลงทุก ๆ ปี มาต่ำสุดในปี พ.ศ 2562 และเพิ่มสูงขึ้นอีกเล็กน้อยในปี พ.ศ 2563 ยกเว้นภาคเหนือที่ปริมาณน้ำฝนรวมปี พ.ศ 2563 ไม่แตกต่างจากปี พ.ศ 2562 กระทบต่อการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร ทำให้พื้นที่ปลูก ผลผลิต และการใช้พันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกรเปลี่ยนแปลง บางพื้นที่ต้องปลูกหลายครั้ง ผลผลิตจึงมีความแตกต่างกันโดยมีแนวโน้มลดลงในปีหลังๆ จากช่วงแล้งที่ยาวนานขึ้น ทำให้มีผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันของข้อมูลที่ใช้ของชินาธิปกรณ์ และธำรงรัตน์ (2554) สานิตย์ดา และคณะ (2555) และ Kongboon and Sampattagul (2012) ซึ่งมีค่ามากกว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังที่ได้จากการศึกษานี้ จากการประเมินข้อมูลรายแปลง พบว่า ผลผลิตที่สูงขึ้นทำให้ขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง การให้น้ำถูกจังหวะตามความต้องการช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้ขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกัน ระหว่าง 147-366 ลบ.ม./ตัน โดย 48-87 % เป็นกรีนวอเตอร์ 0-9 % เป็นบลูวอเตอร์ และ 13-48 % เป็นเกรย์วอเตอร์ (วลัยพรและคณะ, 2561)

อย่างไรก็ตาม การประมาณฝนใช้การมีหลายวิธี ซึ่งจากการศึกษาของ Pongpinyopap and Mungcharoen (2012) กล่าวถึงการประมาณด้วยวิธี USDA-SCS ทำให้ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ได้ต่ำกว่าการประมาณด้วยวิธี soil water balance method ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ค่าบลูวอเตอร์สูงกว่าความเป็นจริงได้ และอาจเป็นสาเหตุสำคัญ ทำให้ผลการศึกษาก่อนหน้าแตกต่างจากผลการศึกษาครั้งนี้ การปลูกมันสำปะหลังที่อาศัยน้ำฝนใช้การประมาณจากปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช ซึ่งใช้วิธี A-pan ซึ่งน่าจะให้ค่าการคายระเหยของพืชได้ใกล้เคียงในแต่ละพื้นที่ โดยปัจจุบันมีค่าการตรวจวัดนี้ในสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ มันสำปะหลังส่วนใหญ่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน จึงไม่มีค่าบลูวอเตอร์ ทำนองเดียวกับอนัตยาและคณะ (2557) หรือ ทิพยปภาและคณะ (2013) ที่ไม่มีค่าบลูวอเตอร์ในการปลูกแบบอาศัยน้ำฝน และช่วงระยะเวลาการปลูกมันสำปะหลังก็มีส่วนสำคัญ ซึ่งการประมาณค่าจากข้อมูลมือ 2 มักใช้เวลาเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือนเป็นหลัก แต่ในความเป็นจริงเกษตรกรเก็บเกี่ยวที่อายุหลากหลายตั้งแต่ 6 - 18 เดือน โดยเฉลี่ย 10.4 เดือนซึ่งต่ำกว่าการประมาณของผู้ที่เคยรายงานก่อนหน้าอีก การปลูกที่เก็บเกี่ยวอายุน้อยมักใช้พันธุ์ที่สะสมน้ำหนักเร็ว ส่วนที่เก็บข้ามปีมักใช้ประโยชน์จากการมีท่อนพันธุ์ไว้ปลูกในฤดูฝนที่จะมาถึงและปล่อยให้ต้นแตกใหม่สะสมน้ำหนักเพิ่มอีกประมาณเท่าตัว ซึ่งจะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน เนื่องจากไม่ต้องปลูกหรือใส่ปุ๋ยเพิ่มอีก ทั้งอัตราการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรต่ำกว่าคำแนะนำ และค่า K_c ที่มักใช้ของ FAO ซึ่งมีเพียง 3 ระดับตามการเจริญเติบโต และน้ำซึ่งเคยเป็นทางออกในการเพิ่มผลผลิตแต่เกษตรกรน้อยคนที่ประสบความสำเร็จในการใช้น้ำเพิ่มผลผลิต เช่น ถ้าต้องการให้น้ำมันสำปะหลัง ควรให้ในช่วงแล้ง โดยให้น้ำ 45 มม./เดือน โดยแบ่งให้ 2 ครั้ง ทำให้ผลผลิตสูง ดัชนีเก็บเกี่ยวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (นพศูล และคณะ, มปป) ดังนั้นการพิจารณา เพื่อลดการใช้น้ำ หรือลดปริมาณน้ำเสียจากการปลูกมันสำปะหลัง อย่างน้อยควรนำปัจจัยเหล่านี้ ประกอบการพิจารณา ได้แก่ พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง พันธุ์มันสำปะหลัง วิธีการปลูกมันสำปะหลัง ลักษณะสมบัติของดิน รวมถึงปริมาณปุ๋ยที่ใช้ผลผลิตที่สูงลดขนาดของวอเตอรฟุตพริ้นท์ได้ ช่วงปลูกมีผลให้ขนาดวอเตอรฟุตพริ้นท์แตกต่างกันถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน การปลูกในช่วงปลายฝนมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลัง หลีกเลี่ยงการปลูกในช่วงมิถุนายน จะทำให้ช่วงปลูกสั้นไม่เพียงพอกับการสะสมน้ำหนักหัว รวมทั้งการใช้ท่อนพันธุ์สะอาดปราศจากโรค

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 3.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลัง

โรงงานผลิตแป้งดิบในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

ผลผลิตหัวสดที่นำเข้าโรงงาน

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังที่นำเข้าสู่โรงงานเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแป้งดิบส่วนใหญ่มาจากอำเภอในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยผลผลิตหัวสดร้อยละ 78 มาจากลานรวบรวมผลผลิต (ลานมัน) ซึ่งปริมาณแป้งของผลผลิตหัวสดจากลานรวบรวมผลผลิตส่วนใหญ่มีปริมาณแป้งในหัวสดอยู่ระหว่าง 22-23 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลผลิตหัวสดที่เกษตรกรนำมาขายโดยตรงให้กับโรงงานมีปริมาณแป้งอยู่ระหว่าง 24-25 เปอร์เซ็นต์ โดยผลผลิตหัวสดส่วนใหญ่ที่นำเข้าแปรรูปเป็นแป้งดิบอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤษภาคม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแป้งในหัวสดในช่วงการนำเข้ามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แป้งดิบมีปริมาณแป้งเฉลี่ย 23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.3-1)

ตารางที่ 3.3-1 คุณภาพผลผลิตหัวสดเฉลี่ย ปริมาณน้ำใช้ในการผลิตแป้งมัน ประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพแป้งมันดิบ

	Factories of native tapioca starch in the province studies		
	Ubon Ratchathani	Kampheng Phet	Sa Kaeo
Cassava fresh root quality			
WF of fresh root yields[1/] (m^3/ton)	248.3	209.0	175.6
Fresh root yields			
- Starch content (%)	23.0	23.0	22.0
- Moisture of yields (%)	65	65	65
Industrial water used			
(% of the amount of water used)			
- Root rinsing (%/day)	57	71	68
- Reusing water (%/day)	60	71	27
Production efficiency (%)	80	100	80
Native starch quality			
- Moisture of native starch (%)	13	13	13

[1/]: Data from farmers' water footprint analysis of cassava, In 2019

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรแบบอาศัยน้ำฝนในจังหวัดอุบลราชธานี ปีการผลิต 2561/2562 พบว่า ใช้น้ำ 248.3 ลูกบาศก์เมตรต่อผลผลิตหัวสด 1 ตัน กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ในกระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงาน ความชื้นของหัวสดมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า มีค่าร้อยละ 65 โดยน้ำหนักหัวสด เมื่อคำนวณกับปริมาณผลผลิตหัวสดในการแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบตามเป้าหมายการผลิตต่อปี พบว่า การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตันจากหัวสดมันสำปะหลัง มีกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.9 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

ผลิตภัณฑ์แป้งดิบ

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังต่อการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ผลผลิตหัวสดมีปริมาณแป้งเฉลี่ย 23 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นแป้งดิบ 1 ตัน ต้องใช้ผลผลิตหัวสด 4.35 ตัน เมื่อคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสดเพื่อนำมาผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มี WF ของวัตถุดิบหัวสด 1,079.6 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2) นอกจากนี้กระบวนการผลิตแป้งดิบทำให้เกิดผลพลอยได้ คือ กากมันสำปะหลังเปียก (การผลิตแป้งดิบ 1 ตัน เกิดกากมัน 1.33 ตัน) และเปลือกหัวสดรวมตะกอนดิน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตทำให้ได้แป้งดิบมันสำปะหลังที่มีคุณภาพความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ตามมาตรฐานสินค้าแป้งมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

ในระบบกระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงานแหล่งน้ำที่ใช้ส่วนใหญ่นำมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปริมาณการใช้น้ำส่วนใหญ่อยู่ในขั้นตอนการล้างหัวสดให้สะอาดซึ่งมีปริมาณการใช้น้ำร้อยละ 57 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และในระบบการผลิตนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ต่อวันร้อยละ 60 ของปริมาณน้ำทั้งหมด เมื่อคำนวณบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue) พบว่า ในระบบกระบวนการผลิตแป้ง 1 ตัน มีบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 18.7 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

<u>การบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต</u>

การศึกษาค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) ของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งดิบ โดยใช้น้ำบำบัดให้ได้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน ต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในกระบวนการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มีค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgrey) เท่ากับ 12.5 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบของโรงงานในเขตจังหวัดอุบลราชธานี

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังในจังหวัดอุบลราชธานีพบว่า การผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ใช้ผลผลิตหัวสด 4.35 ตัน มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสด 1,079.6 ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเข้าสู่การแปรรูปเป็นแป้งดิบ มีค่า WFgreen:WFblue:WFgrey เท่ากับ 6.9 : 18.7 : 12.5 ลูกบาศก์เมตร รวมการแปรรูปมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 38.1 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ตั้งแต่แปลงปลูกจนสิ้นสุดการแปรรูปผลิตภัณฑ์มีค่า 1,117.1 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

ตารางที่ 3.3-2 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังแบบไม่รวมการได้มาของผลผลิตมันสำปะหลัง และแบบรวมการได้มาของผลผลิตมันสำปะหลัง ของโรงงานผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังในจังหวัดอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว

Factories in the province	WF of fresh root yields[1/] (m^3/ton)	WF of native starch production (m^3/starch ton)				All include (m^3/starch ton)
		WFgreen	WFblue	WFgrey[2/]	Total	
Ubon Ratchathani	**1,079.6**	6.9	18.7	12.5	**38.1**	**1,117.1**
Kampheng Phet	**908.7**	6.9	17.1	18.5	**42.5**	**951.2**
Sa Kaeo	**798.2**	7.3	24.3	21.4	**53.0**	**851.2**
Average	**928.8**	**7.1**	**20.0**	**17.5**	**44.6**	**973.4**

[1/]: Data from farmers' water footprint analysis of cassava, In 2019

[2/]: Calculated from the BOD of the water quality in the production process.

โรงงานผลิตแป้งดิบในจังหวัดกำแพงเพชร เขตภาคเหนือตอนล่าง

<u>ผลผลิตหัวสดที่นำเข้าโรงงาน</u>

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังที่นำเข้ามาผลิตแป้งดิบส่วนใหญ่มาจากจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์ โดยผลผลิตหัวสดนำเข้าโรงงานช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคม เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแป้งในหัวสด มีปริมาณแป้งเฉลี่ย 23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.3-1)

การผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรแบบอาศัยน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์ ปีการผลิต 2561/2562 พบว่า เกษตรกรจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์ใช้น้ำใน 196.2 และ 221.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิตหัวสด ตามลำดับ หรือเฉลี่ย 209.0 ลูกบาศก์เมตร เมื่อคำนวณกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgreen) ในกระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงาน โดยคำนวณปริมาณความชื้นในหัวสดมันสำปะหลังร้อยละ 65 โดยน้ำหนักหัวสด และคำนวณกับปริมาณผลผลิตหัวสดที่ใช้แปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบตามเป้าหมายการผลิตต่อปี พบว่า การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตันจากหัวสดมันสำปะหลัง มีกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.9 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

กรมวิชาการเกษตร

ผลิตภัณฑ์แป้งดิบ

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังต่อการผลิตแป้งดิบน้ำหนัก 1 ตัน จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ พบว่า ผลผลิตหัวสดส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยปริมาณแป้งในหัวสด 23 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ต้องใช้ผลผลิตหัวสดประมาณ 4.35 ตัน เมื่อคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสดที่นำมาจากจังหวัดกำแพงเพชรและนครสวรรค์เพื่อนำมาผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มีค่า WF ของหัวสดเท่ากับ 908.7 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตแป้งดิบทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ คือ กากมันสำปะหลังเปียก เปลือกหัวสด และตะกอนดิน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตทำให้ได้แป้งดิบมันสำปะหลังที่มีคุณภาพความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ตามมาตรฐานสินค้าแป้งมันสำปะหลัง

ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

การผลิตแป้งดิบของโรงงานส่วนใหญ่ใช้แหล่งน้ำธรรมชาติ ปริมาณการใช้น้ำส่วนใหญ่เป็นขั้นตอนการล้างหัวสดให้สะอาด ปริมาณร้อยละ 71 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และระบบการผลิตนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ต่อวันร้อยละ 71 ของปริมาณน้ำทั้งหมด เมื่อคำนวณบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFblue) พบว่า การผลิตแป้ง 1 ตัน มีบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 17.1 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

การบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

การศึกษาค่า BOD ของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งดิบ โดยใช้น้ำบำบัดให้ได้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน ต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในกระบวนการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มีค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgrey) เท่ากับ 18.5 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบของโรงงานในเขตจังหวัดกำแพงเพชร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังของโรงงานผลิตแป้งดิบในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า การผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ใช้ผลผลิตหัวสดประมาณ 4.35 ตัน ทำให้มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบหัวสด 908.7 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่เมื่อนำผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นแป้งดิบ มีค่า WFgreen : WFblue : WFgrey เท่ากับ 6.9 : 17.1 : 18.5 ลูกบาศก์เมตร รวมกระบวนการแปรรูปมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 42.5 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ตั้งแต่ระบวนการผลิตในแปลงปลูกจนสิ้นสุดการแปรรูปผลิตภัณฑ์มีค่า 951.2 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

โรงงานผลิตแป้งดิบในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว เขตภาคตะวันออก

ผลผลิตหัวสดที่นำเข้าโรงงาน

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังที่เข้าสู่โรงงานเพื่อผลิตแป้งดิบส่วนใหญ่มาจากพื้นที่สระแก้ว การนำเข้าผลผลิตหัวสดเพื่อแปรรูปเป็นแป้งดิบในช่วงกันยายนถึงเมษายน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแป้งในหัวสดมีปริมาณแป้งเฉลี่ย 22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.3-1)

การผลิตมันสำปะหลังในไร่เกษตรกรแบบอาศัยน้ำฝนในจังหวัดสระแก้ว ปีการผลิต 2561/2562 พบว่า มันสำปะหลังในจังหวัดสระแก้วใช้น้ำในการผลิต 175.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิตหัวสด คำนวณกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงาน โดยคำนวณปริมาณความชื้นในหัวสดมันสำปะหลังร้อยละ 65 โดยน้ำหนักหัวสด และนำมาคำนวณกับปริมาณผลผลิตหัวสดที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบตามเป้าหมายการผลิตต่อปี พบว่า การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตันจากหัวสดมันสำปะหลัง มีกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 7.1 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

ผลิตภัณฑ์แป้งดิบ

ปริมาณหัวสดมันสำปะหลังต่อการผลิตแป้งดิบน้ำหนัก 1 ตัน จากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ พบว่า ผลผลิตหัวสดส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยปริมาณแป้งในหัวสด 22 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ต้องใช้ผลผลิตหัวสดประมาณ 4.55 ตัน เมื่อคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสดที่นำมาจากจังหวัดสระแก้วเพื่อนำมาผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์วัตถุดิบหัวสด 798.2 ลูกบาศก์เมตร (Table 2) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตแป้งดิบทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ คือ กากมันสำปะหลังเปียก (การผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ทำให้เกิดกากมัน 1.38 ตัน) เปลือกหัวสด และตะกอนดิน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตทำให้ได้แป้งดิบมันสำปะหลังที่มีคุณภาพความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ตามมาตรฐานสินค้าแป้งมันสำปะหลัง (ประกาศกระทรวงพาณิชย์, ๒๕๖๒)

กรมวิชาการเกษตร

ปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงานแหล่งน้ำที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปริมาณการใช้น้ำส่วนใหญ่อยู่ในขั้นตอนการล้างหัวสดให้สะอาดซึ่งมีการใช้น้ำร้อยละ 68 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และระบบการผลิตมีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ต่อวันร้อยละ 27 ของปริมาณน้ำทั้งหมด เมื่อคำนวณบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่า กระบวนการผลิตแป้ง 1 ตัน มีบูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 24.3 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

การบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

การศึกษาค่า BOD ของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งดิบ โดยใช้น้ำบำบัดให้ได้มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน ต้องมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ในกระบวนการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน มีเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 21.4 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบของโรงงานในเขตจังหวัดสระแก้ว

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลังของโรงงานพื้นที่จังหวัดสระแก้ว พบว่า ในกระบวนการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ซึ่งใช้ผลผลิตหัวสดประมาณ 4.55 ตัน ทำให้มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลผลิตหัวสด 798.2 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่เมื่อนำผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นแป้งดิบมีค่า WFgreen:WFblue:WFgrey 7.1 : 24.3 : 21.4 ลูกบาศก์เมตร รวมกระบวนการแปรรูปมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 53.0 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบ 1 ตัน ตั้งแต่กระบวนการผลิตในแปลงปลูกจนสิ้นสุดการแปรรูปผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 851.2 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3.3-2)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง 3 โรงงาน ในแต่ละภาคของประเทศไทยตั้งแต่การผลิตในไร่จนสิ้นสุดการแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งดิบพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของหัวสดมันสำปะหลังเป็นปัจจัยสำคัญต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แป้งดิบ เนื่องจากการแปรรูปแป้งดิบ 1 ตัน ใช้ผลผลิตหัวสด 4.35-4.55 ตัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ในกรณีศึกษาของโรงงานผลิตแป้งดิบในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี กำแพงเพชร และสระแก้ว วอเตอร์ฟุตพริ้นท์หัวสดมันสำปะหลังในการผลิตแป้งดิบ 1 ตันเท่ากับ 1,079.6 908.7 และ 798.2 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ หรือมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์วัตถุดิบหัวสดเฉลี่ย 928.8 ลูกบาศก์เมตรต่อผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน ในขณะที่กระบวนการผลิตแป้งดิบในโรงงานมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 38.1 42.5 และ 53.0 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ หรือมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในกระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงาน 44.6 ลูกบาศก์เมตรต่อผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธารทิพย์ (2559) ได้รายงานว่า การใช้น้ำในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจากสถิติการศึกษาของกรมโรงงานอุตสาหกรรมปี 2551 มีการใช้น้ำ 36 ลูกบาศก์เมตรต่อผลิตภัณฑ์แป้ง 1 ตัน เมื่อนำวอเตอร์ฟุตพริ้นท์วัตถุดิบหัวสดมารวมกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กระบวนการผลิตแป้งดิบของโรงงาน ทำให้ผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 1,117.1 951.2 และ 851.2 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ หรือมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 973.4 ลูกบาศก์เมตรต่อผลิตภัณฑ์แป้งดิบ 1 ตัน (ตารางที่ 3.3-2)

แนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำการผลิตของโรงงานที่ปรับปรุงเพื่อลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของโรงงาน ได้แก่

(1) พัฒนาวิธีการลดการใช้น้ำในขั้นตอนการล้างหัวสด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้ปริมาณน้ำสูงสุดในกระบวนการแปรรูปแป้งมันสำปะหลัง เช่น ลดการสูญเสียน้ำในระหว่างการล้างหัวสด การหมุนเวียนนำน้ำกลับมาใช้ใหม่อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว เป็นต้น

(2) การนำน้ำเสียหลังจากหลังผ่านระบบบำบัดมาใช้ในกระบวนการผลิต

(3) การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน เนื่องจากเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WFgrey) หรือปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตสินค้าให้เป็นน้ำดีตามมาตรฐานมีค่าร้อยละ 32.8-43.5 ของปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมดของโรงงาน

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผลวิเคราะห์ที่ได้จากการสัมภาษณ์จะเป็นฐานข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์แป้งดิบตั้งแต่การนำปริมาณวัตถุดิบมาใช้ในการแปรรูปเป็นแป้งดิบจนสิ้นสุดกระบวนการผลิตแป้งดิบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ผู้ประกอบการแป้งมันสำปะหลังสามารถใช้เป็นขอมูลประกอบการตัดสินใจในการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มโอกาสทางการค้า รวมทั้งใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาการติดฉลากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในอนาคต และประโยชน์แฝงคือ ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ของชุมชน เกิดการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 4.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก)

1. การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เริ่มจากรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแต่ละโรงงาน จากนั้นจัดทำบัญชีรายการชนิดและปริมาณของสาร รวมทั้งพลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน และคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ต่อด้วยการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการประเมินการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการใช้น้ำของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 2 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยการคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดและไม่คิดเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 3 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดและคิดรวมเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 3 แสดงถึงผลกระทบต่อปริมาณน้ำในธรรมชาติเมื่อมีการทิ้งน้ำที่ผ่านระบบการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

ภาคตะวันออก	1. บริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
	2. บริษัท อีสเทิร์น ปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
ภาคใต้	3. บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง
	4. บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
	5. บริษัท ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่
	6. บริษัท นครน้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช
	7. บริษัท สหรุ่งทรัพย์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล
	8. บริษัท ตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง
	9. บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ปาล์ม จำกัด อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
	10. บริษัท เอเชียนน้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	11. บริษัท อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร
	12. บริษัท หนองคายปาล์มออยล์ อินดัสทรีส์ จำกัด อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย
ภาคกลาง	13. บริษัท ไทยเจริญน้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
	14. บริษัท สมอทองปาล์ม 4 (สระบุรี) จำกัด อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี
ภาคตะวันตก	15. บริษัท แม่สอดกรีนพาวเวอร์ จำกัด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก
	16. บริษัท ทองมงคลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
	17. บริษัท น้ำมันปาล์ม ภาคตะวันตก จำกัด อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
	18. บริษัท เสถียรปาล์ม จำกัด อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
ภาคเหนือ	19. บริษัท สวนปาล์มอัศวิน จำกัด อำเภอเวียงเชียงรุ้ง จังหวัดเชียงราย

และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
2. บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง
3. บริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
4. บริษัท อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร

กรมวิชาการเกษตร

5. บริษัท ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่

2. การจัดทำบัญชีรายการ

นำข้อมูลจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาจัดทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า-ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงดังตารางที่ 4.1-1

ตารางที่ 4.1-1 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน

พารามิเตอร์	หน่วย	บริษัท				
		ยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	สุขสมบูรณ์ น้ำมันปาล์ม จำกัด	อีสานพัฒนา อุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด	ภัทรปาล์มออยล์ จำกัด
สารขาเข้า						
ทะลายปาล์มสด	ตัน	6.05	5.88	5.64	4.05	5.26
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร	5.78	6.45	4.34	4.04	3.16
ปริมาณไฟฟ้าจาก กฟภ.	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	4.20	41.27	54.66	40.54	39.47
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	1.62	4.12	2.07	3.24	1.58
ปริมาณการใช้สารเคมี						
- ดินขาว	กิโลกรัม	11.27	7.65	28.55	8.31	10.53
- คลอรีน	กิโลกรัม	-	-	0.49	-	-
- สารส้ม	กิโลกรัม	-	-	1.06	-	-
- สารพอลิเมอร์	กิโลกรัม	-	-	0.015	-	0.032
- เกลือ	กิโลกรัม	2.78	-	-	-	0.605
- โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	กิโลกรัม	0.15	-	-	-	0.095
สารขาออก						
ผลิตภัณฑ์หลัก						
- น้ำมันปาล์มดิบ	ตัน	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ผลิตภัณฑ์ร่วม						
- เมล็ดใน	ตัน	0.32	0.29	0.16	0.12	0.29
- เส้นใย	ตัน	0.72	0.80	0.58	0.40	0
- กะลา	ตัน	0.41	0.35	0.08	0.18	1.84
วัสดุเศษเหลือ						
- ทะลายปาล์มเปล่า	ตัน	1.00	0.24	1.31	1.00	0.09
- กากตะกอนดีแคนเตอร์	ตัน	0.27	0.18	0.17	0	0.05

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1-2 พบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตันของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ศึกษา ใช้ทะลายปาล์มสดอยู่ในช่วง 4.05 - 6.05 ตัน และมีการใช้ทะลายปาล์มสดเฉลี่ย 5.38 ตัน โดยมีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบอยู่ในช่วงร้อยละ 16.53 - 24.70 (ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด และภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด มีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ร้อยละ 16.53 17.00 17.73 24.70 และ 19.01 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบพบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน ใช้น้ำอยู่ในช่วง 3.16 - 6.45 ลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าการใช้น้ำเฉลี่ย 4.75 ลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในปริมาณที่ต่างกันอาจเนื่องจากประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำรวมถึงปริมาณทะลายปาล์มสดที่แตกต่างกันของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งค่าที่ได้

กรมวิชาการเกษตร

จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงเดียวกันกับการศึกษาของ Suttayakul et al. (2016) โดยได้ศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร และชลบุรี และพบว่ามีค่าการใช้น้ำเฉลี่ย 5.02 ลูกบาศก์เมตร

3. สัดส่วนผลิตภัณฑ์

การหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์คำนวณจากมวลของผลิตภัณฑ์ต่อมวลวัตถุดิบ จากนั้นใช้ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้เปรียบเทียบกับค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎีสำหรับสัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 4.1-2

ตารางที่ 4.1-2 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

กระบวนการ	สัดส่วนผลิตภัณฑ์					
	ยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	สุขสมบูรณ์ น้ำมันปาล์ม จำกัด	อีสานพัฒนา อุตสาหกรรม ปาล์มจำกัด	ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด	ค่าทางทฤษฎี
การนึ่งปาล์ม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
การแยกผลปาล์ม	0.83	0.78	0.77	0.75	0.81	0.80
การย่อยผลปาล์ม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
การบีบผลปาล์ม	0.72	0.68	0.81	0.77	0.87	0.68
กรองผ่านตะแกรงสั่น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ถังตกตะกอน	0.92	0.94	0.95	1.00	1.00	0.90
การทำให้บริสุทธิ์	0.30	0.34	0.29	0.42	0.27	0.37
การกำจัดน้ำ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

การใช้น้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหมายถึงบลูวอเตอร์อย่างเดียว เนื่องจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่ทิ้งน้ำจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง (เกรย์วอเตอร์) สำหรับน้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบประกอบด้วย น้ำที่ใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การนึ่งปาล์ม การย่อยผลปาล์ม การบีบผลปาล์ม แต่อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำทางตรงของแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาได้ จึงคำนวณค่าการใช้น้ำทางตรงจากข้อมูลปริมาณการน้ำใช้ทั้งหมดภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากข้อมูลในตารางที่ 4.1-3 พบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางตรงของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบอยู่ในช่วง 3.16 - 6.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และมีค่าเฉลี่ยการใช้น้ำทางตรง 4.75 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

การใช้น้ำทางอ้อมของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ใช้ข้อมูลปริมาณสารเคมี ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบคูณกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี (ตารางที่ 4.1-4) ประกอบด้วยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิต (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตสารเคมี ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า น้ำมันดีเซล) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่ง (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่งสารเคมี น้ำมันดีเซล ทะลายปาล์มสดเข้าสู่โรงงาน) ซึ่งปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงในตารางที่ 4.1-5 จากข้อมูลพบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีค่า 0.26-0.46 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และมีค่าเฉลี่ยการใช้น้ำทางอ้อม 0.35 ลูกบาศก์เมตร ต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.1-3 ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

บริษัท	ปริมาณน้ำทางตรง (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	5.78
ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	6.45
สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด	4.34
อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด	4.04
ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด	3.16

ตารางที่ 4.1-4 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
น้ำมันดีเซล	0.0042	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.0023	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ดินขาว	0.0073	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
คลอรีน	0.0143	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคลอไรด์	0.0057	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.0142	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮโปคลอไรด์	0.0094	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กรดไฮโดรคลอริค	0.0161	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพแทสเซียมอลูมิเนียมซัลเฟต	0.0665	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	0.0280	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไดคลีน	0.0546	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียม SBS	0.0129	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคาร์บอเนต	0.0084	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เรซิน	0.0194	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
สารละลายฟอสเฟต	0.1498	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

ที่มา: เพชรดา สัตยากูล (2557)

ตารางที่ 4.1-5 ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

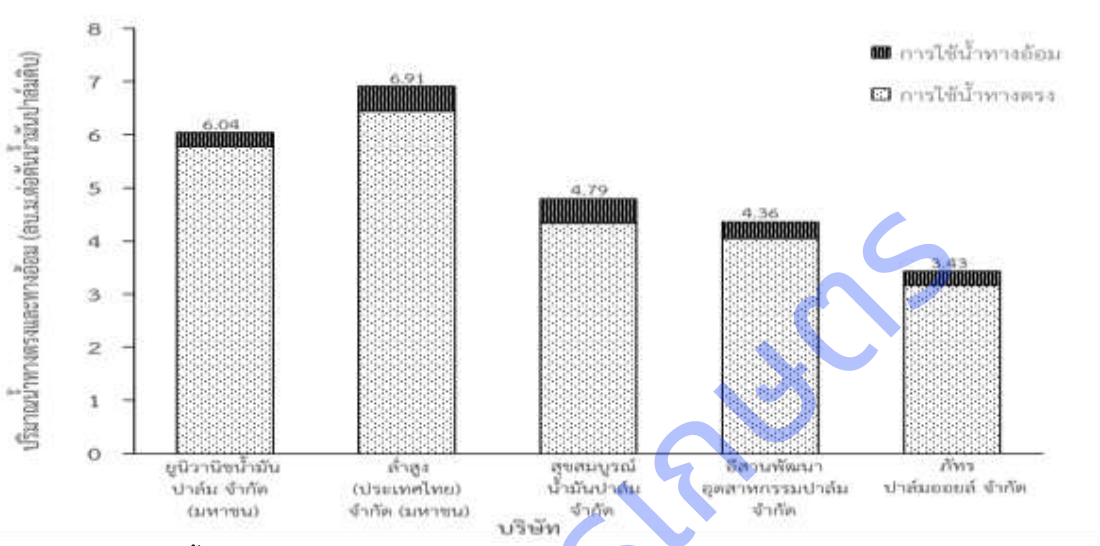
บริษัท	ผลิต			ขนส่ง			ปริมาณน้ำทางอ้อม (ลบ.ม.ต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
	ไฟฟ้า	สารเคมี	น้ำมันดีเซล	สารเคมี	น้ำมันดีเซล	ทะลายปาล์มสด	
ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	0.0097 (3.06)	0.0849 (26.88)	0.0058 (1.83)	0	0	0.1605 (50.81)	0.26
ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	0.0949 (20.83)	0.0561 (12.31)	0.0148 (3.24)	0.0006 (0.13)	0.0011 (0.23)	0.2885 (63.29)	0.46
สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด	0.1257 (27.05)	0.2257 (48.56)	0.0074 (1.60)	0	0	0.0943 (20.29)	0.45

กรมวิชาการเกษตร

อีสานพัฒนาอุตสาหกรรม ปาล์ม จำกัด	0.0932 (31.12)	0.0610 (20.34)	0.0116 (3.88)	0	0	0.1325 (44.24)	0.31
ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด	0.0908 (31.65)	0.0807 (28.14)	0.0057 (1.97)	0	0	0.0971 (33.85)	0.27

() สัดส่วนร้อยละ

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ค่าการใช้น้ำ (รวมปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม) ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ศึกษาอยู่ในช่วง 3.43 - 6.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และมีค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ 5.11 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ภาพที่ 4.1-1)



ภาพที่ 4.1-1 ปริมาณการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม

5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว จากการคำนวณพบว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3.34-6.62 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 4.1-6) และมีค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด 4.95 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

ตารางที่ 4.1-6 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด)

บริษัท	**วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)**
ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)	5.88
ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	6.62
สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด	4.70
อีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด	4.22
ภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด	3.34

6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบนอกจากคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดแล้วยังคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของประเทศไทยในการคำนวณ ซึ่งมีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด (ตารางที่ 4.1-7) (Suttayakul *et al*., 2016)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.1-7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด

ประเทศไทย	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด)			
	กรีนวอเตอร์	บลูวอเตอร์	เกรย์วอเตอร์	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์
	723	191	149	1,063

ที่มา: Suttayakul et al. (2016)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด) หลังจากการคำนวณพบว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 6 ,437 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 67.9 บลูวอเตอร์ร้อยละ 18.0 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.3 (ภาพที่ 4.1-2)

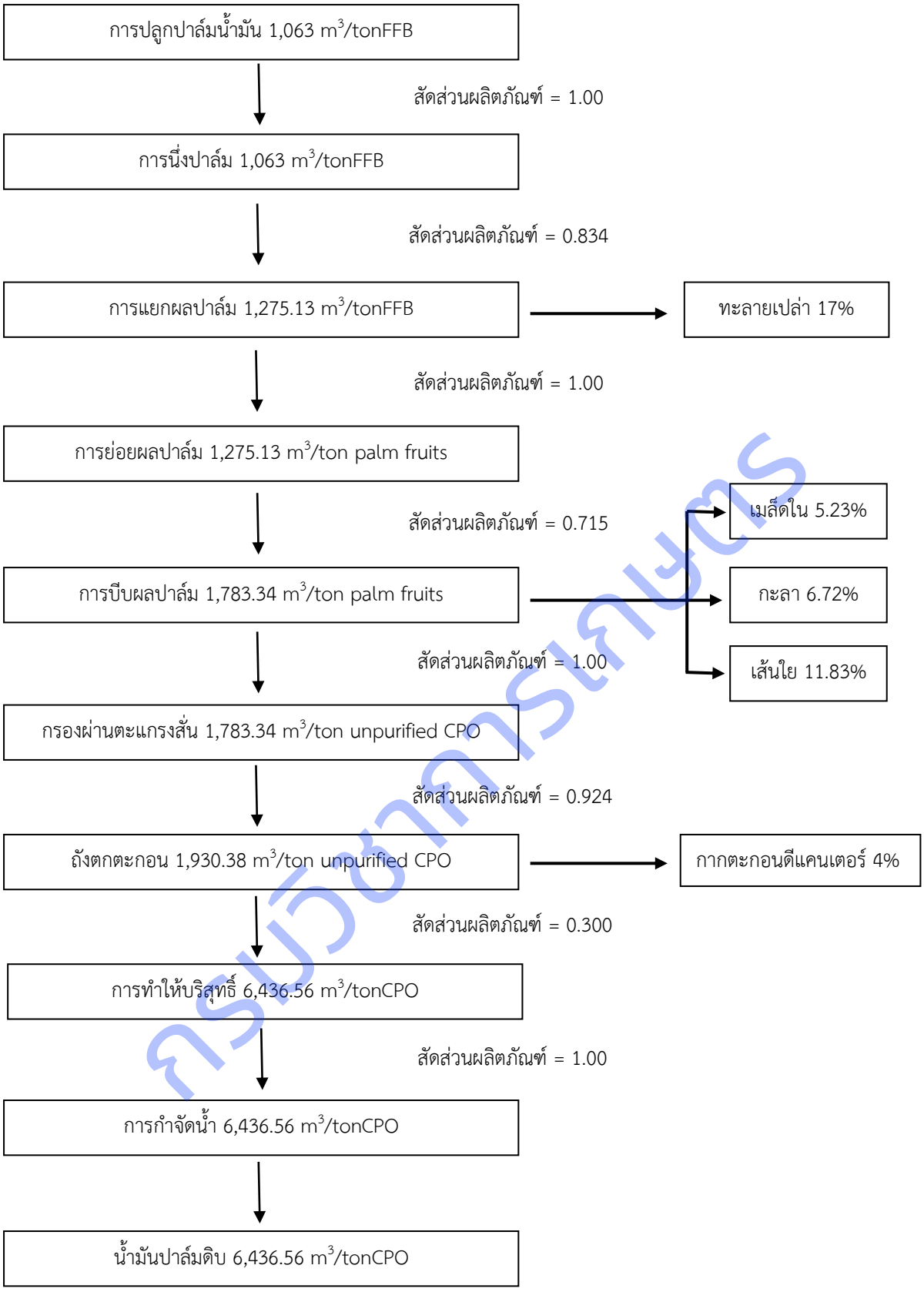
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 6,259 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 81.8 บลูวอเตอร์ร้อยละ 15.8 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 2.4 (ภาพที่ 4.1-3)

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 6,004 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 67.9 บลูวอเตอร์ร้อยละ 18.0 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 4.1-4)

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัทอีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 4,309 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.1 บลูวอเตอร์ร้อยละ 17.9 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 4.1-5)

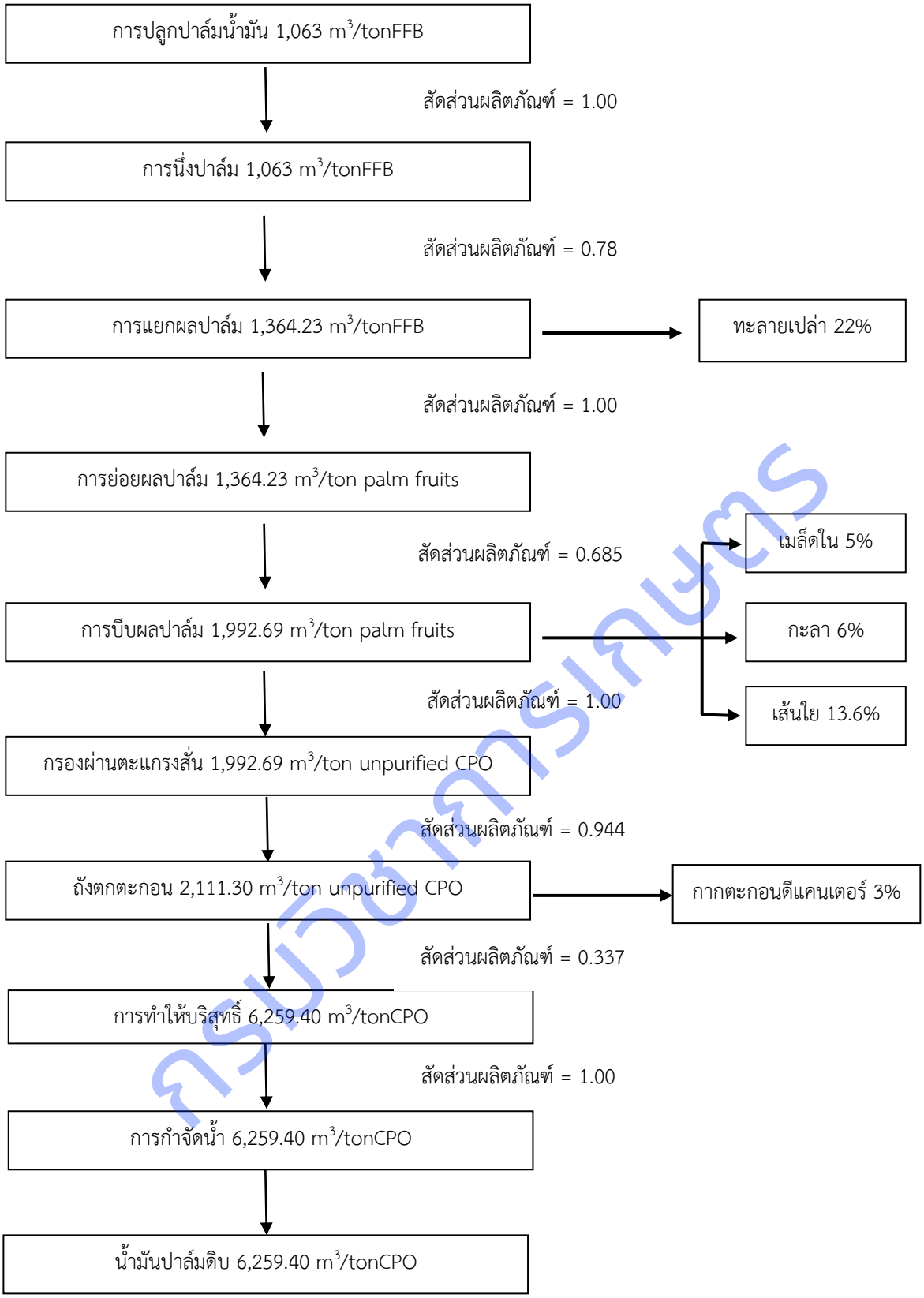
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัทภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,595 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.0 บลูวอเตอร์ ร้อยละ 17.8 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.1 (ภาพที่ 4.1-6)

กรมวิชาการเกษตร



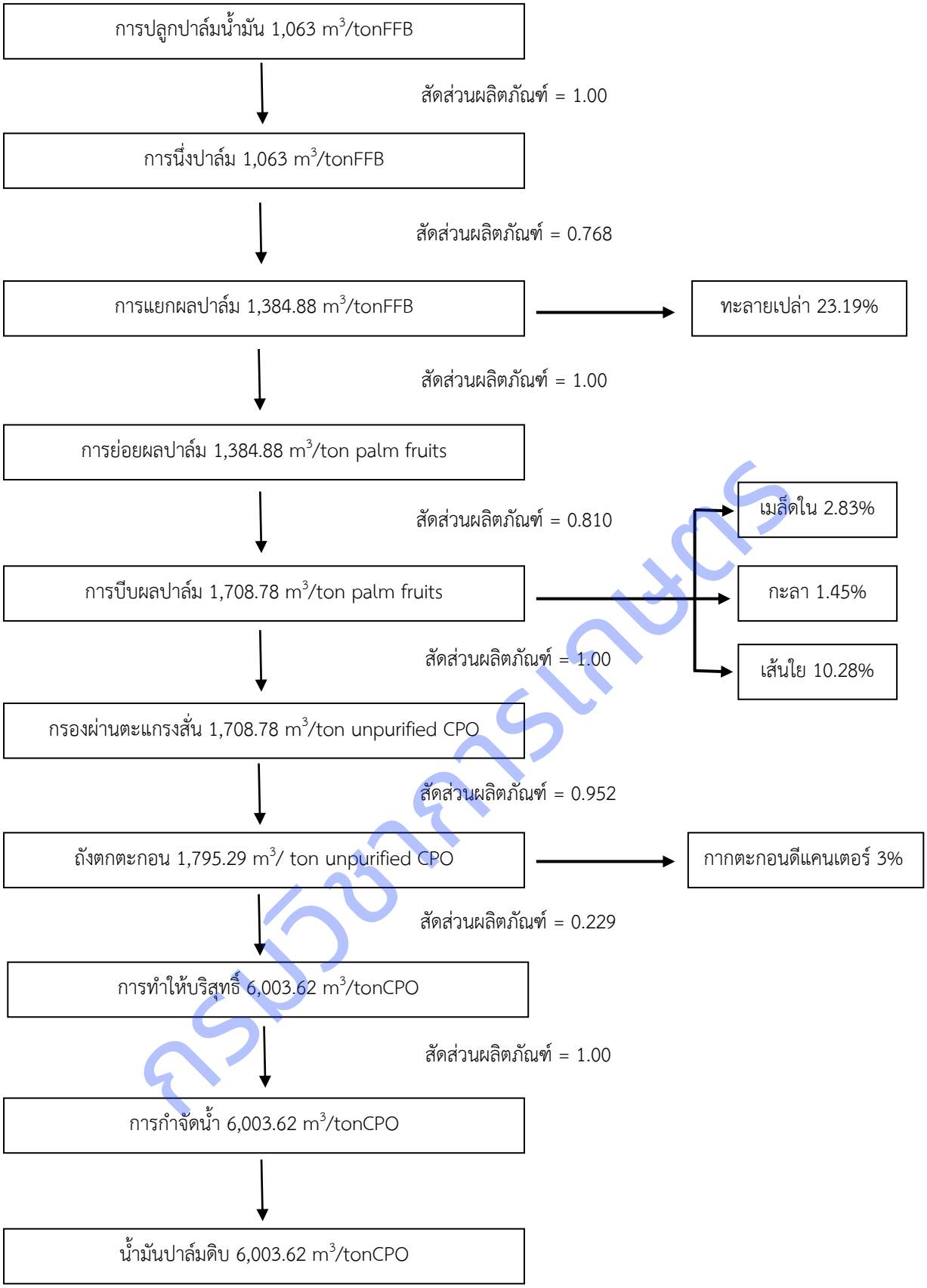
ภาพที่ 4.1-2 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทยูนิวานิช น้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)

กรมวิชาการเกษตร



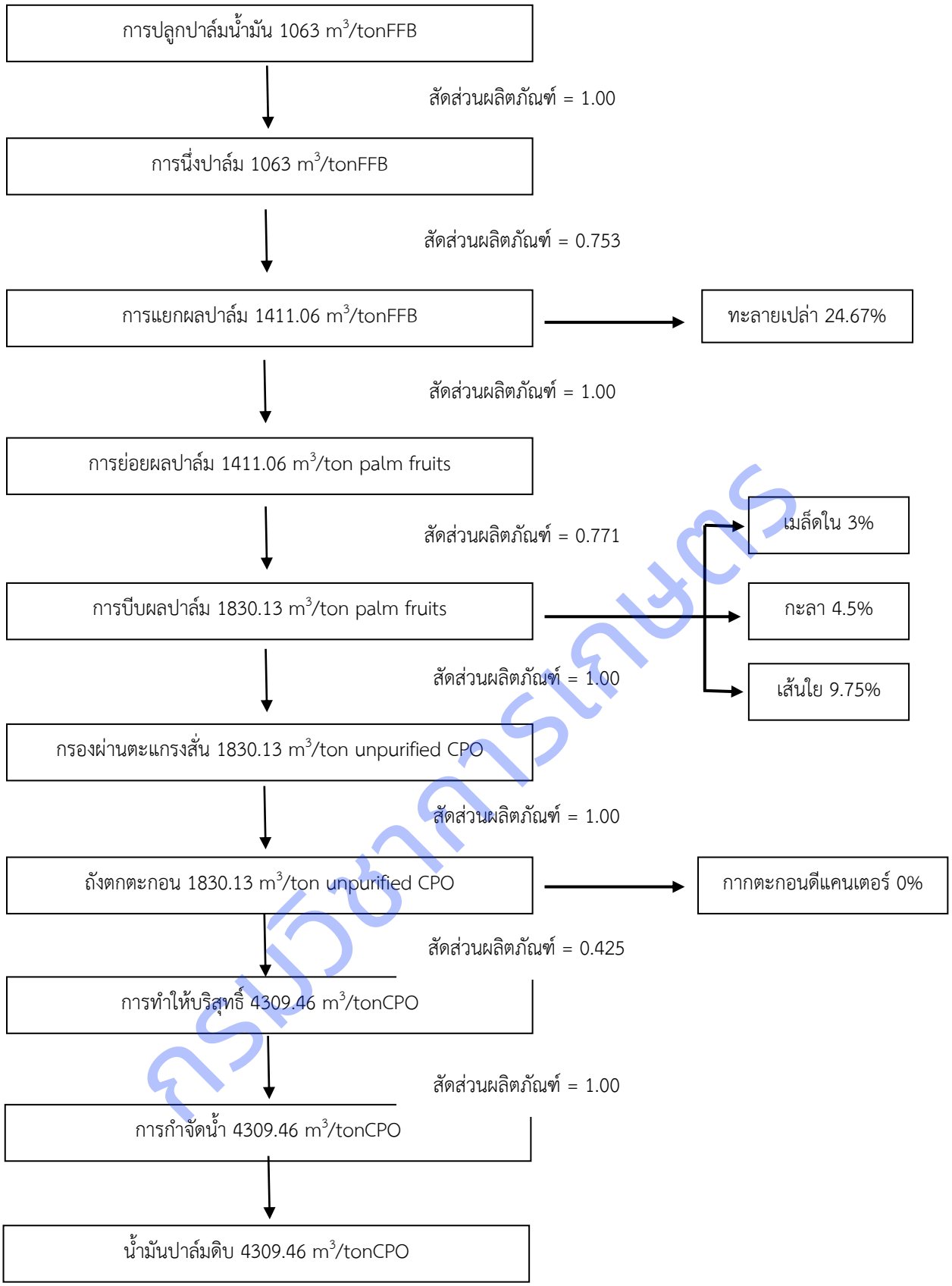
ภาพที่ 4.1-3 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

กรมวิชาการเกษตร



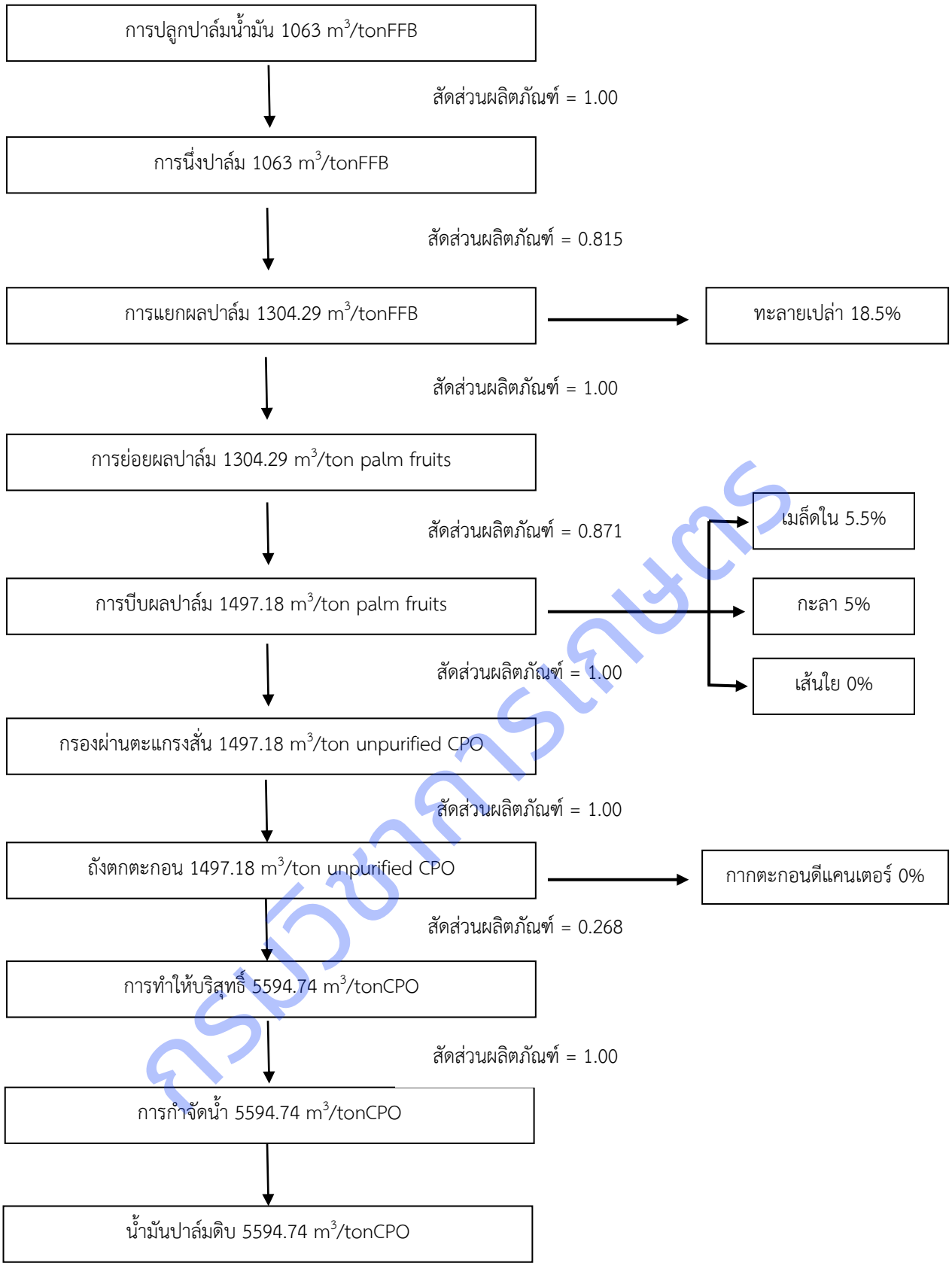
ภาพที่ 4.1-4 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทสุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์ม จำกัด

กรมวิชาการเกษตร



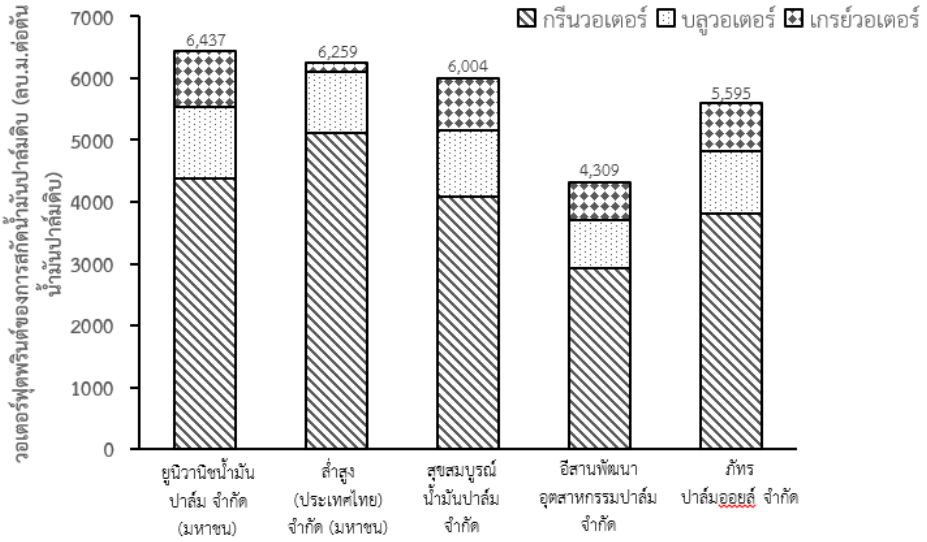
ภาพที่ 4.1-5 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทอีสานพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์ม จำกัด

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.1-6 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบริษัทภัทร ปาล์มออยล์ จำกัด

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.1-7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด

การทดลองที่ 4.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

1. การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เริ่มจากรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแต่ละโรงงาน จากนั้นจัดทำบัญชีรายการชนิดและปริมาณของสาร รวมทั้งพลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน และคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ต่อด้วยการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการประเมินการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการใช้น้ำของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 2 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยการคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดและไม่คิดเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 3 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดและคิดรวมเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อปริมาณน้ำในธรรมชาติเมื่อมีการทิ้งน้ำที่ผ่านระบบการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากูล, 2557)

โดยโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่
2. สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่
3. สหกรณ์นิคมปลายพระยา จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่
4. สหกรณ์นิคมปากน้ำ จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่
5. สหกรณ์นิคมคลองท่อมสอง จำกัด อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่
6. ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
7. สหกรณ์นิคมวิภาวดี จำกัด อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
8. สหกรณ์นิคมท่าฉาง อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
9. สหกรณ์นิคมพนม จำกัด อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
10. สหกรณ์นิคมหลังสวน จำกัด อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
11. สหกรณ์นิคมท่าแซะ จำกัด อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร

กรมวิชาการเกษตร

12. สหกรณ์นิคมปะทิว จำกัด อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

13. สหกรณ์นิคมทุ่งสง จำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

14. ชุมนุมสหกรณ์ปาล์มน้ำมันนครศรีธรรมราช อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช

15. โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อย่างไรก็ตามโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนส่วนใหญ่ได้หยุดการสกัดน้ำมันปาล์มดิบไปแล้ว สำหรับบางโรงงาน เช่น โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ไม่มีมิเตอร์ไฟและมิเตอร์น้ำแยกออกมาเพื่อใช้เฉพาะภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ โดยโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ยังคงดำเนินการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

2. ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่

2. การจัดทำบัญชีรายการ

ข้อมูลที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ นำมาจัดทำบัญชีรายการ ซึ่งเป็นการจัดทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงดังตารางที่ 4.2-1

ตารางที่ 4.2-1 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน

พารามิเตอร์	หน่วย	โรงงาน	
		สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด
สารขาเข้า			
ทะลายปาล์มสด	ตัน	5.23	5.09
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร	2.95	5.68
ปริมาณไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	85.79	151.51
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	2.84	5.22
ปริมาณการใช้สารเคมี			
- ดินขาว	กิโลกรัม	0.58	0.89
- สารส้ม	กิโลกรัม	-	0.047
สารขาออก			
ผลิตภัณฑ์หลัก			
- น้ำมันปาล์มดิบ	ตัน	1.00	1.00
ผลิตภัณฑ์ร่วม			
- เมล็ดใน	ตัน	0.33	0.35
- เส้นใย	ตัน	0	0.69
- กะลา	ตัน	1.84	0.72
วัสดุเศษเหลือ			
- ทะลายปาล์มเปล่า	ตัน	1.32	1.16
- กากตะกอนดีแคนเตอร์	ตัน	0	0.17

กรมวิชาการเกษตร

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2-2 พบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตันของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ศึกษา สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด ใช้ทะลายปาล์มสด 5.23 ตัน และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้ทะลายปาล์มสด 5.09 ตัน โดยมีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบร้อยละ 19.12 และ 19.65 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ พบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด ใช้น้ำ 2.95 ลูกบาศก์เมตร และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้น้ำ 5.68 ลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในปริมาณที่ต่างกันอาจเนื่องจากประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำรวมถึงปริมาณทะลายปาล์มสดที่แตกต่างกันของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

3. สัดส่วนผลิตภัณฑ์ คำนวณจากมวลของผลิตภัณฑ์ต่อมวลวัตถุดิบ จากนั้นใช้สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เปรียบเทียบกับค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี สำหรับสัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 4.2-2

ตารางที่ 4.2-2 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

กระบวนการ	สัดส่วนผลิตภัณฑ์		
	สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	ค่าทางทฤษฎี
การนึ่งปาล์ม	1.00	1.00	1.00
การแยกผลปาล์ม	0.74	0.77	0.80
การย่อยผลปาล์ม	1.00	1.00	1.00
การบีบผลปาล์ม	0.62	0.55	0.68
กรองผ่านตะแกรงสั่น	1.00	1.00	1.00
ถังตกตะกอน	1.00	0.92	0.90
การทำให้บริสุทธิ์	0.41	0.50	0.37
การกำจัดน้ำ	1.00	1.00	1.00

4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

การใช้น้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหมายถึงบลูวอเตอร์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบส่วนใหญ่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีการทิ้งน้ำจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง (เกรย์วอเตอร์) สำหรับน้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบประกอบด้วย น้ำที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ เช่น การนึ่งปาล์ม การย่อยผลปาล์ม การบีบผลปาล์ม แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำทางตรงของแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาได้ จึงคำนวณการใช้น้ำทางตรงจากข้อมูลปริมาณการน้ำใช้ทั้งหมดภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากข้อมูลในตารางที่ 4.2--3 พบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางตรงของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด 2.95 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และปริมาณการใช้น้ำทางตรงของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด 5.68 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

การใช้น้ำทางอ้อมของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ใช้ข้อมูลปริมาณสารเคมี ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากนั้นคูณกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี (ตารางที่ 4.2-4) สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมประกอบด้วยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิต (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตสารเคมี ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า น้ำมันดีเซล) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่ง (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่งสารเคมี น้ำมันดีเซล ทะลายปาล์มสดเข้าสู่โรงงาน) ซึ่งปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงในตารางที่ 4.2-5 จากข้อมูลพบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด 0.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด 0.53 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.2-3 ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

บริษัท	ปริมาณน้ำทางตรง (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	2.95
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	5.68

ตารางที่ 4.2-4 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
น้ำมันดีเซล	0.0042	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.0023	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ดินขาว	0.0073	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
คลอรีน	0.0143	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคลอไรด์	0.0057	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.0142	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮโปคลอไรด์	0.0094	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กรดไฮโดรคลอริค	0.0161	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพแทสเซียมอลูมิเนียมซัลเฟต	0.0665	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์	0.0280	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไดคลีน	0.0546	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียม SBS	0.0129	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคาร์บอเนต	0.0084	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เรซิน	0.0194	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
สารละลายฟอสเฟต	0.1498	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

ที่มา: เพชรดา สัตยากูล (2557)

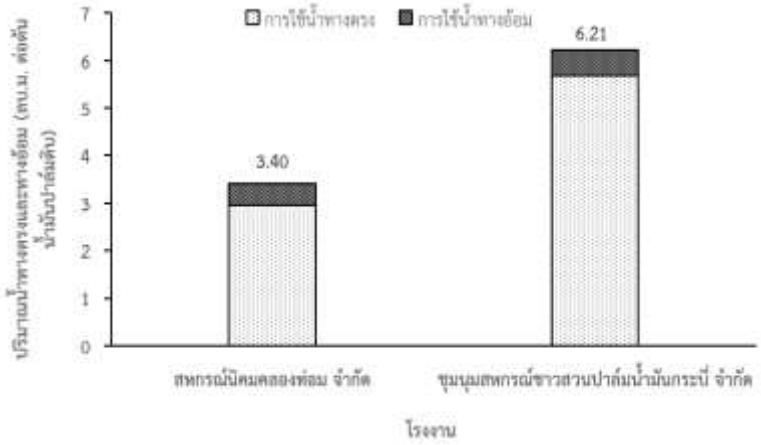
ตารางที่ 4.2-5 ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

โรงงาน	ผลิต			ขนส่ง			ปริมาณน้ำทางอ้อม (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
	ไฟฟ้า	สารเคมี	ดีเซล	สารเคมี	ดีเซล	ทะลายปาล์มสด	
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	0.1973 (44.20)	0.0043 (0.96)	0.0102 (2.28)	0	0	0.2344 (52.50)	0.45
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	0.3485 (65.51)	0.0072 (1.36)	0.0187 (3.52)	0	0	0.1570 (29.52)	0.53

() สัดส่วนร้อยละ

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ค่าการใช้น้ำ (รวมปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม) ของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 3.40 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และค่าการใช้น้ำของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ภาพที่ 4.2-1)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.2-1 ปริมาณการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม

5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด เป็นการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว จากการคำนวณพบว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 3.16 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 4.2-6)

ตารางที่ 4.2-6 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด)

บริษัท	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	3.16
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	6.05

6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบนอกจากคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดแล้วยังคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของประเทศไทยในการคำนวณ ซึ่งมีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด (ตารางที่ 4.2-7) (Suttayakul *et al*., 2016) ภาพที่ 4.2-2 และ 4.2-3 แสดงการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด โดยใช้ข้อมูลจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบและใช้ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ตารางที่ 4.2-7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด

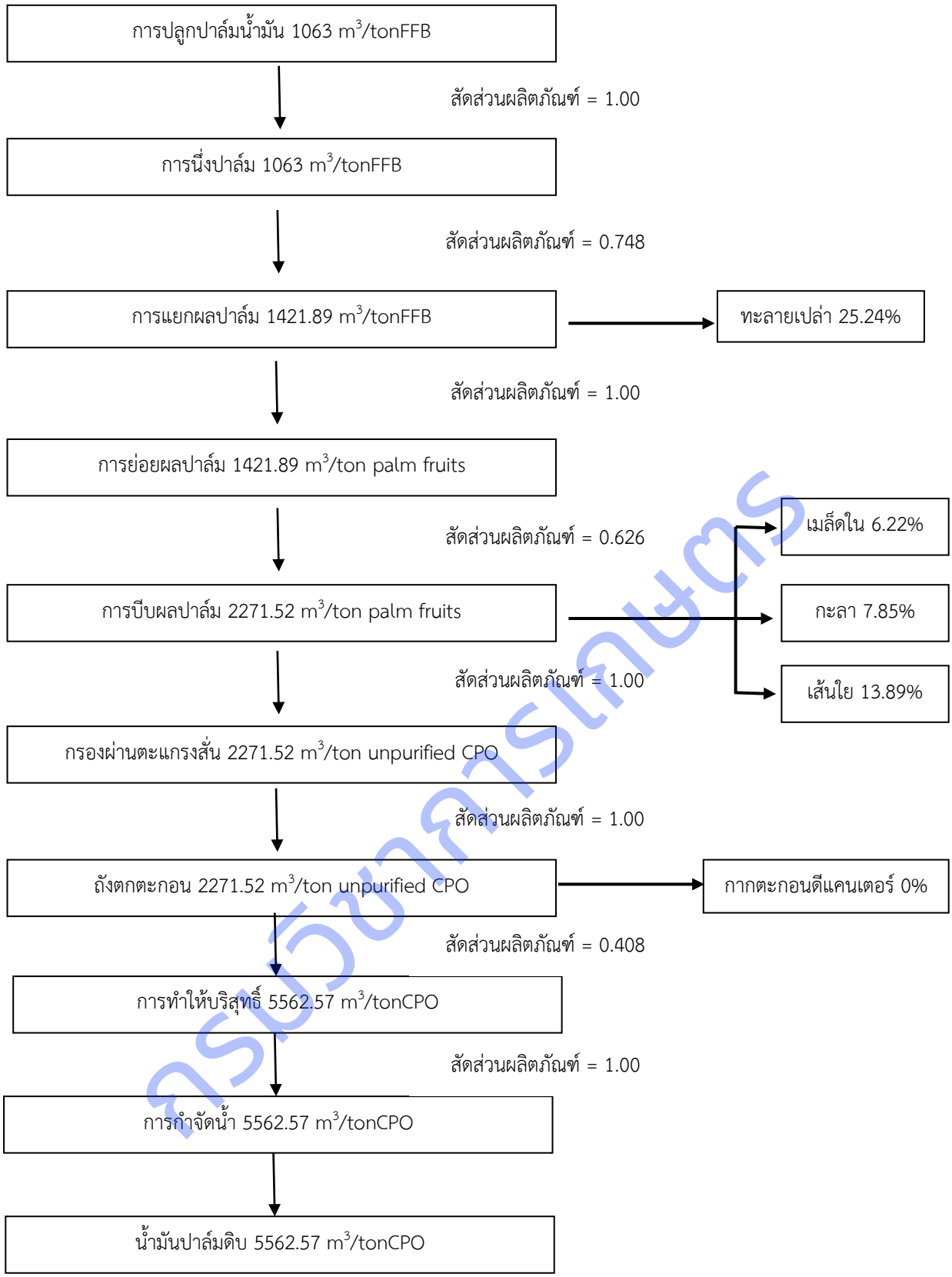
ประเทศไทย	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด)			
	กรีนวอเตอร์	บลูวอเตอร์	เกรย์วอเตอร์	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์
	723	191	149	1,063

ที่มา: Suttayakul *et al*. (2016)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด) หลังจากการคำนวณพบว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,563 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.01 บลูวอเตอร์ร้อยละ 17.9 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 4.2-4)

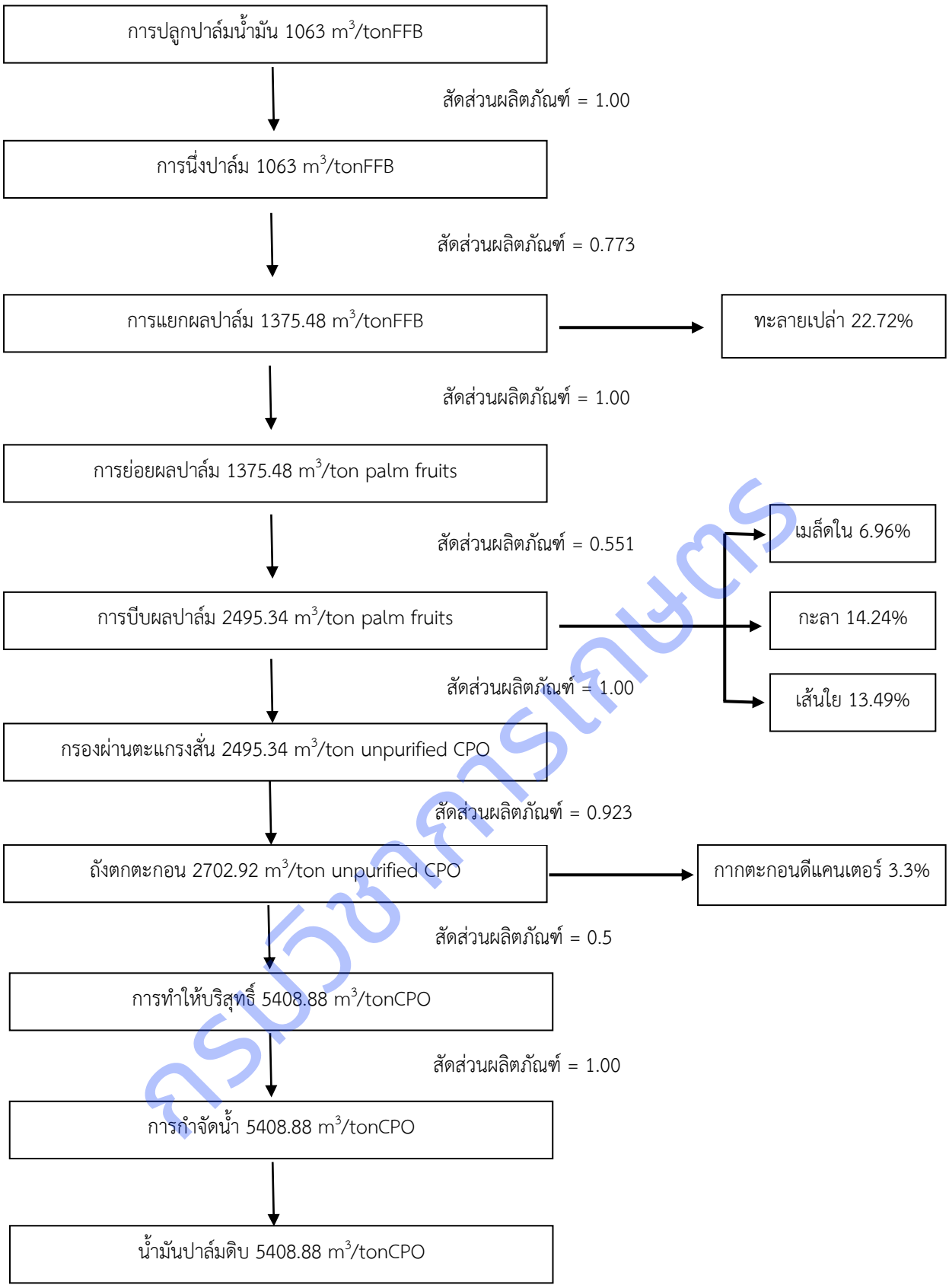
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.01 บลูวอเตอร์ร้อยละ 17.9 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 4.2-4)

กรมวิชาการเกษตร



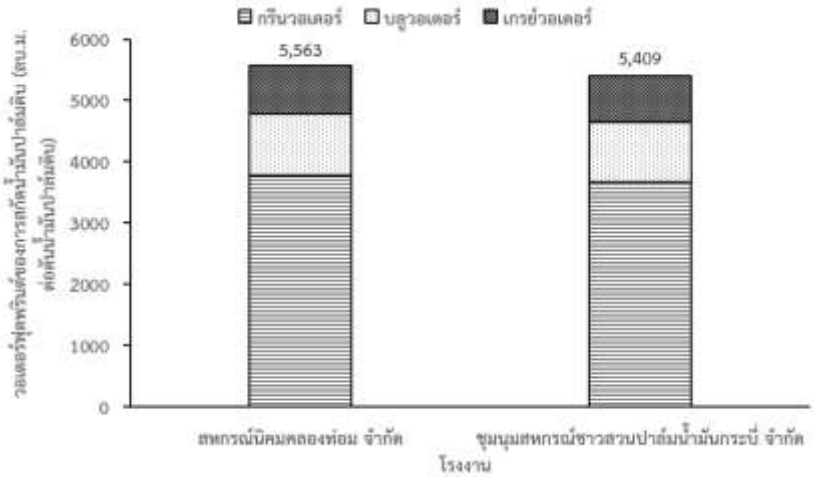
ภาพที่ 4.2-2 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.2-3 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 4.2-4 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสด

การทดลองที่ 4.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

1) การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ข้อมูลจากบริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันปาล์มจำกัด จัดทำบัญชีรายการชนิดและปริมาณของสาร รวมทั้งพลังงานที่เข้า-ออกของกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน คำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ และประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 3 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ เป็นการประเมินการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 1 แสดงการใช้น้ำของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์ม

รูปแบบที่ 2 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยคิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ และไม่คิดเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันปาล์ม

โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์ม ที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. บริษัท บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันพืช จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
2. บริษัท อีสเทิร์น ปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
3. บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง
4. บริษัท ยูนิวานิชน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน) อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
5. บริษัท พีพีพี กรีนคอมเพล็กซ์ จำกัด อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

อย่างไรก็ตามโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย คือ บริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันพืช จำกัด

2. การจัดทำบัญชีรายการ

นำข้อมูลจากโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มมาจัดทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณสาร พลังงานเข้า-ออกของกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม 1 ตัน โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการกลั่นน้ำมันปาล์ม (ตารางที่ 4.3-1)

ตารางที่ 4.3-1 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตันของบริษัท สุขสมบูรณ์น้ำมันพืช จำกัด

พารามิเตอร์	หน่วย	ปริมาณ
สารขาเข้า		
น้ำมันปาล์มดิบ	ตันต่อปี	249,722.48
ปริมาณการใช้น้ำ	ลบ.ม.ต่อปี	40,475
ปริมาณไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	กิโลวัตต์ต่อปี	10,000,000
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	-
ปริมาณการใช้สารเคมี		

กรมวิชาการเกษตร

- Phosphoric acid	กิโลกรัมต่อปี	240,000
- Citric acid	กิโลกรัมต่อปี	9,000
- แป้งฟอกสี	กิโลกรัมต่อปี	3,700,000
สารขาออก		
ผลิตภัณฑ์หลัก		
- น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RBDPO)	ตันต่อปี	240,000
Palm Oleine	ตันต่อปี	140,000
Palm Stearine	ตันต่อปี	60,000
ผลิตภัณฑ์ร่วม		
- กรดไขมันปาล์ม (Palm Fatty Acid Distillate, PFAD)	ตันต่อปี	12,000
วัสดุเศษเหลือ		
- น้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด	ลบ.ม.ต่อปี	227,949

การกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตันของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มต้องใช้น้ำมันปาล์มดิบ 1.0405 ตัน โดยอัตราการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่าร้อยละ 96.11 เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ พบว่า น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ใช้น้ำเฉลี่ย 0.1686 ลูกบาศก์เมตร

3. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

การใช้น้ำทางตรงของการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์หมายถึง บลูวอเตอร์อย่างเดียว เนื่องจากโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีการทิ้งน้ำจากกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มโดยตรง (เกรย์วอเตอร์) น้ำทางตรงของกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ประกอบด้วยน้ำใช้ในขั้นตอนต่างๆ เช่น การกำจัดกรดไขมันอิสระ (PFAD) การฟอกสี การกำจัดกลิ่น ฯ และไม่สามารถคำนวณการใช้น้ำทางตรงแต่ละขั้นตอนได้ จึงคำนวณจากปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดในโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางตรงมีค่า 0.1686 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (ตารางที่ 4.3-2)

ตารางที่ 4.3-2 ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

บริษัท	ปริมาณน้ำทางตรง (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์)
สุขสมบูรณ์ น้ำมันพืช จำกัด	0.1686

การใช้น้ำทางอ้อมของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ใช้ข้อมูลปริมาณสารเคมี น้ำมันดีเซล และไฟฟ้า ที่ใช้ในโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จากนั้นคูณกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของไฟฟ้า และสารเคมี (ตารางที่ 4.3-3) สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมนั้นประกอบด้วยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิต (สารเคมี น้ำมันดีเซล และไฟฟ้า) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่ง (ขนส่งสารเคมี น้ำมันดีเซล ขนส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าโรงงาน) ปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่า 4.37395 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (ตารางที่ 4.3-4) ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน ของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มีค่า 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตและการขนส่งร้อยละ 89.3 และ 10.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3-3 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
น้ำมันดีเซล	0.004200	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.002300	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
Phosphoric acid	0.085686	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

กรมวิชาการเกษตร

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
Citric acid	0.24156	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
แป้งฟอกสี	0.00175	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

ที่มา: Pfister et al., 2009 (Water Scarcity) V1.02

ตารางที่ 4.3-4 ปริมาณน้ำทางอ้อม (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์) ที่ใช้ในการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

บริษัท	การผลิต			การขนส่ง			ปริมาณน้ำทางอ้อม
	ไฟฟ้า	สารเคมี	น้ำมันดีเซล	สารเคมี	น้ำมันดีเซล	น้ำมันปาล์มดิบ	
สุขสมบูรณ์น้ำมันพืช จำกัด	0.0958	3.80995	0	0.4292	0	0.0390	4.37395
	(2.19)	(87.11)	(0)	(9.81)	(0)	(0.89)	

() สัดส่วนร้อยละ

4. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

4.1) รูปแบบที่ 1 : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ ศึกษาเฉพาะวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์อย่างเดียว จากการประมวลผลข้อมูลพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบมีค่า **4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์** (ตารางที่ 4.3-2 และ 4.3-4)

4.2) รูปแบบที่ 2 : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมัน 15 จังหวัด โดยใช้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มน้ำมัน มีค่า 5.11 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ธีระ และคณะ, 2562) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ทะลายปาล์มน้ำมัน 1 ตัน) ตามจังหวัดที่ศึกษา 15 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี สกลนคร สุราษฎร์ธานี กระบี่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สตูล สงขลา ตรัง นราธิวาส ระนอง และพังงา (วิชณีย์ และคณะ, 2562-2563) โดยอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน ต้องใช้ทะลายปาล์มน้ำมัน 5.60 ตัน หรืออัตราการสกัดเฉลี่ยร้อยละ 17.86 ดังนั้น วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบ 15 จังหวัด มีค่า 5.32 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน 15 จังหวัด มีค่า 5,099.18 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 1 ตัน มีค่า 5,104.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 4.3-5) และเมื่อคิดรวมกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 4.54255 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ **วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์คิดรวมการได้มาซึ่งน้ำมันปาล์มดิบและทะลายปาล์มน้ำมัน มีค่า 5,109.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์**

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4.3-5 ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) ที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์จาก 15 จังหวัด วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแต่ละจังหวัด ปริมาณทะลายปาล์มน้ำมันทั้งหมดที่ใช้ผลิตน้ำมันปาล์มดิบ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน 1 ตัน และทะลายปาล์มน้ำมันทั้งหมดในแต่ละจังหวัด

จังหวัด	น้ำมันปาล์มดิบ (ตันต่อปี)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.ต่อตันน้ำมันปาล์มดิบต่อปี)	ทะลายปาล์มน้ำมันที่ใช้ผลิต (ตันต่อปี)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.ต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.ต่อทะลายปาล์มน้ำมันที่ใช้ผลิตต่อปี)
A	88,522.93	452,352.17	476,253.36	1035.8	493,303,234
B	24,419.50	124,783.65	131,376.91	811.8	106,651,776
C	14,106.73	72,085.39	75,894.21	972.3	73,791,938
D	300.75	1,536.83	1,618.04	1016.7	1,645,056
E	1,230.50	6,287.86	6,620.09	1405.2	9,302,550
F	50,640.36	258,772.24	272,445.14	805.5	219,454,558
G	38,409.16	196,270.81	206,641.28	845.8	174,777,195
H	11,163.34	57,044.67	60,058.77	624.7	37,518,713
I	6,774.90	34,619.74	36,448.96	979.2	35,690,824
J	5,419.37	27,692.98	29,156.21	1167.7	34,045,707
K	4,030.11	20,593.86	21,681.99	828.8	17,970,035
L	3,048.74	15,579.06	16,402.22	798.8	13,102,094
M	897.82	4,587.86	4,830.27	828.8	4,003,329
N	601.07	3,071.47	3,233.76	567.0	1,833,540
O	157.20	803.29	845.74	842.0	712,110
รวม	**249,722.48**	**1,276,081.87**	**1,343,506.94**		**1,223,802,658.58**
เฉลี่ย		**5.32**	**5.60**	**902.0**	**5,099.18**

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 5: การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

การทดลองที่ 5.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตา

ช่วงปี พ.ศ. 2556–2560 เนื้อที่ให้ผล และผลผลิตกาแฟโรบัสตาลดลง โดยเนื้อที่ให้ผลลดลงจาก 260,968 ไร่ ในปี 2556 เหลือ 177,558 ไร่ ในปี 2560 (ลดลงร้อยละ 3.42) ผลผลิตลดลงจาก 29,794 ตัน ในปี 2556 เหลือ 13,471 ตัน ในปี 2560 (ลดลงร้อยละ 14.8) ผลผลิตลดลงจาก 145 กิโลกรัมต่อไร่ในปี 2556 เหลือ 76 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2560 (ลดลงร้อยละ 11.8) (ตารางที่ 5.1-1) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

ตารางที่ 5.1-1 เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ กาแฟของไทย ปี 2556–2560

ปี	เนื้อที่ให้ผล (ไร่)			ผลผลิต (ตัน)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	
	โรบัสตา	อะราบิกา	รวม	โรบัสตา	อะราบิกา	รวม	โรบัสตา	อะราบิกา
2556	206,405	54,563	260,968	29,794	8,156	37,950	145	150
2557	189,281	62,152	251,433	17,160	8,929	26,089	91	144
2558	186,106	68,841	254,947	21,338	9,241	30,579	115	135
2559	180,526	72,528	253,054	16,967	8,942	25,909	94	124
2560	177,558	80,203	257,761	13,471	10,146	23,617	76	128
อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	**-3.42**	**9.69**	**-0.18**	**-14.78**	**4.48**	**9.11**	**-11.83**	**-4.56**

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

แหล่งปลูกกาแฟโรบัสตาที่สำคัญในภาคใต้ได้แก่ ชุมพร ระนอง และสุราษฎร์ธานี ซึ่งปี 2556-2560 มีสัดส่วนร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับเนื้อที่ปลูกทั้งหมด ผลผลิตเฉลี่ย 3 จังหวัดหลักของกาแฟโรบัสตามีค่า 108 กิโลกรัมต่อไร่ ชุมพรผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 116 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยประเทศ 119 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ยของภาคใต้ 7 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ นครศรีธรรมราช มีค่า 113 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5.1-2)

ตารางที่ 5.1-2 เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิตและผลผลิตต่อไร่ของกาแฟรายจังหวัด ปี 2556-2560

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
รวมทั้งประเทศ	285,180	263,748	31,619	119
ภาคเหนือ	77,399	61,287	8,582	141
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1,364	647	49	74
ภาคกลาง	1,631	1,321	139	106
ภาคใต้	204,786	200,492	22,848	113
เชียงราย	36,538	28,878	3,934	138
พะเยา	1,091	953	99	104
ลำปาง	4,417	2,938	409	141
เชียงใหม่	20,941	18,720	3,081	165
แม่ฮ่องสอน	3,992	2,903	393	136
ตาก	3,211	2,246	186	85
แพร่	1,311	1,065	116	109
น่าน	4,271	3,013	342	114
อุตรดิตถ์	807	167	9	71
พิษณุโลก	371	215	6	30
เพชรบูรณ์	449	189	8	38

กรมวิชาการเกษตร

เลย	419	153	10	61
ชัยภูมิ	55	9	-	-
นครราชสีมา	715	485	39	80
กาญจนบุรี	489	251	23	95
ประจวบคีรีขันธ์	1,142	1,071	116	109
ชุมพร	143,256	139,972	16,440	116
ระนอง	56,166	55,617	5,873	106
สุราษฎร์ธานี	3,042	2,706	272	102
พังงา	141	122	12	94
กระบี่	1,848	1,784	222	123
นครศรีธรรมราช	333	290	30	90

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

พื้นที่ปลูกกาแฟโรบัสตาในชุมพร พบในอำเภอท่าแซะ สวี เมืองชุมพร พะโต๊ะ ปะทิว ทุ่งตะโก หลังสวน และละแม จังหวัดระนองพบในอำเภอกระบุรี ละอุ่น กะเปอร์ เมืองระนองและสุขสำราญ จังหวัดสุราษฎร์ธานีพบในอำเภอท่าชนะ พนม ท่าฉาง เคียนซา ไชยา วิภาวดี คีรีรัฐนิคม พระแสง เมืองสุราษฎร์ธานี เกาะสมุย พุนพิน ดอนสัก บ้านตาขุน บ้านนาสารและชัยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์พบในอำเภอบางสะพานและบางสะพานน้อย ขนาดพื้นที่ปลูก 5–25 ไร่ ส่วนมากเป็นที่สูงและลาดชัน ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ให้ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แบ่งใส่ 3 ครั้งแก่ต้นที่กำลังให้ผล ไม่ใช้สารเคมีสำหรับป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช พันธุ์กาแฟได้จากการคัดเลือกพันธุ์จากแปลงปลูกด้วยตัวเอง บริษัทเอกชน และซื้อจากร้านจำหน่ายพันธุ์ รวมไปถึงกล้าพันธุ์ที่กลุ่มวิสาหกิจ/สหกรณ์ที่เกษตรกรเป็นสมาชิกแจกจ่ายหรือจำหน่าย เกษตรกรปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมกับพืชชนิดอื่น เช่น ลองกอง ขนุน ทุเรียน กล้วย มังคุด มะพร้าว เป็นต้น โดยกาแฟโรบัสตาเป็นพืชรอง-ไม้ผลเป็นพืชหลัก การใส่ปุ๋ยและรดน้ำส่วนใหญ่ให้ไม้ผล

เมื่อคำนวณกรีนและบลูวอเตอร์ฟุตพรินท์ด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 เพื่อหาค่าการคายระเหยของน้ำ ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตา โดยกำหนดการให้น้ำพืชด้วยวิธีการให้น้ำชลประทาน เมื่อความชื้นถึงจุดวิกฤต (Irrigation at critical depletion) และให้น้ำจนความชื้นในดินถึงความจุในสนาม พบว่า กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงกว่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ดังตารางที่ 5.1-3 ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มากที่สุด 26.87 $m^3 kg^{-1}$ และน้อยที่สุดคือจังหวัดชุมพร เท่ากับ 21.33 $m^3 kg^{-1}$ โดยค่าความต้องการใช้น้ำบลูพบว่าจังหวัดระนองต้องการมากที่สุด เท่ากับ 757.12 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี และจังหวัดชุมพร ต้องการน้อยที่สุด เท่ากับ 548.32 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี ตามตารางที่ 5.1-3

ตารางที่ 5.1-3 ค่าคายระเหยน้ำ ค่ากรีนและบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของการปลูกกาแฟโรบัสตา

จังหวัด	ค่าคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร)		ความต้องการใช้น้ำของกาแฟ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี)		วอเตอร์ฟุตพรินท์ (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม)	
	ETgreen	ETblue	CWUgreen	CWUblue	WFgreen	WFblue
ชุมพร	1,541.2	342.7	2,465.92	548.32	21.33	4.74
ระนอง	1,451.9	473.2	2,323.04	757.12	22.00	7.17
สุราษฎร์ธานี	1,511.7	498.1	2,418.72	796.96	26.87	23.71

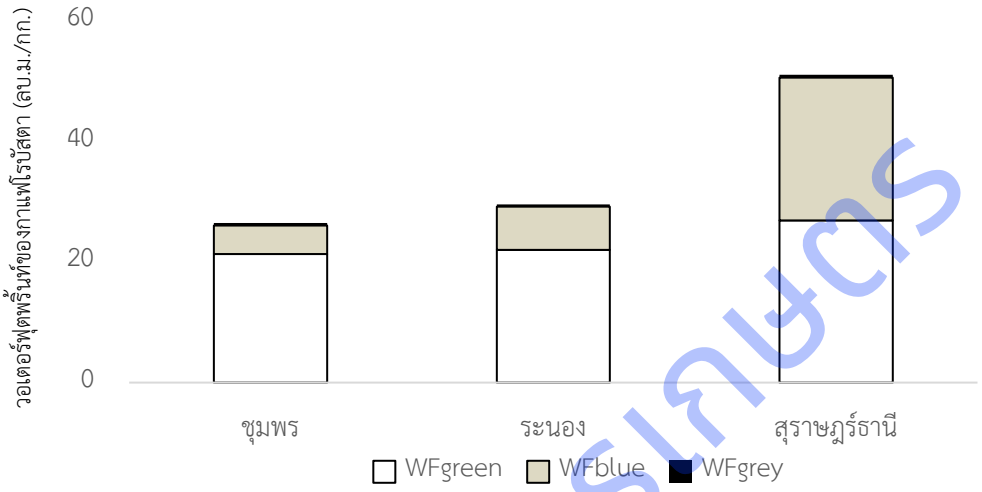
การใช้ปุ๋ย เนื่องจากเกษตรกรให้ปุ๋ยกาแฟพร้อมกับไม้ผลหลัก และให้เมื่อต้นกาแฟกำลังให้ผลผลิต การคำนวณเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะใช้ปริมาณเฉลี่ยของประเทศเป็นตัวแทนแต่ละจังหวัด พบว่าจังหวัดที่ค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มากสุดและน้อยสุด คือ สุราษฎร์ธานี และระนอง มีค่า 0.453 และ 0.373 $m^3 kg^{-1}$ ตามลำดับ (ตารางที่ 5.1-4)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5.1-4 การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อเจือจางการชะล้างปุ๋ยในแหล่งน้ำ

จังหวัด	การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (กิโลกรัม/ปี)	สัดส่วนการชะล้าง (กิโลกรัม/ปี)	WFgrey (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม)
ชุมพร	6.892	0.689	0.409
ระนอง	0.611	0.061	0.373
สุราษฎร์ธานี	8.538	0.854	0.453

จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าวอเตอร์ฟุตพรินท์มากสุด 51.03 $m^3 kg^{-1}$ เป็น กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 26.87 23.71 และ 0.453 $m^3 kg^{-1}$ ตามลำดับ และดชุมพรมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยสุด 26.48 $m^3 kg^{-1}$ เป็น กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 21.33 4.74 และ 0.409 $m^3 kg^{-1}$ ตามลำดับ (ภาพที่ 5.1-1)



ภาพที่ 5.1-1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกาแฟโรบัสตาของจังหวัดชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานี (ปี พ.ศ. 2556 – 2560)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของกาแฟโรบัสตาในชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานีมีค่า 35.7 $m^3 kg^{-1}$ (ตารางที่ 5.1-5)

ตารางที่ 5.1-5 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตกาแฟโรบัสตาในจังหวัดชุมพร ระนอง และสุราษฎร์ธานี ปี พ.ศ. 2556–2560)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพรินท์ (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม)			
	WFgreen	WFblue	WFgrey	Total
ชุมพร	21.33	4.74	0.409	26.479
ระนอง	22.00	7.17	0.373	29.543
สุราษฎร์ธานี	26.87	23.71	0.453	51.033
เฉลี่ย	**23.40**	**11.87**	**0.409**	**35.679**

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 5.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา

1. การผลิตต้นกล้ากาแฟอะราบิกาพันธุ์เชียงใหม่ 80 ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ)

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ เป็นหน่วยงานหลักผลิตต้นกล้าพันธุ์ดี พันธุ์เชียงใหม่ 80 เพื่อจำหน่ายจ่ายแจกให้เกษตรกร ปีงบประมาณ 2564 ผลิตต้นกล้ากาแฟ 150,000 ต้น จากเมล็ดกาแฟ 60 กิโลกรัม ระยะเวลาตั้งแต่เพาะเมล็ดจนได้ต้นพร้อมจำหน่าย 11 เดือน ใช้น้ำรวม 198,550 ลิตร คิดเป็น 0.75 ลิตรต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 5.2-1) ทั้งนี้จากการศึกษาการให้น้ำในแปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันใช้น้ำ 0.04–0.74 ลิตรต่อต้นต่อวัน (เตือนจิตร และคณะ, 2561)

ตารางที่ 5.2-1 ปริมาณใช้น้ำในการผลิตต้นกล้ากาแฟ

ที่	ขั้นตอน	การปฏิบัติ	ปริมาณใช้น้ำ (ลิตร)
1	แช่เมล็ด	นำเมล็ดกะลากาแฟ (ความชื้น<12%) แช่น้ำสะอาด 12 ชั่วโมงก่อนเพาะ	164
2	เพาะเมล็ด	เพาะเมล็ดในกระบะทรายขนาด 9 ตร.ม. 6 กระบะ (เมล็ด 10 กก./1 กระบะ) รดน้ำโดยใช้สายยางสวมหัวบัว 1 ครั้ง ทั้ง 6 กระบะใช้เวลา 30 นาที รดสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 6 บัว	565
		รดน้ำโดยใช้สายยางสวมหัวบัววันละ 1 ครั้ง ๆ รวม 6 กระบะใช้เวลา 18 นาที เป็นเวลา 45 วัน	13,770
		รดสารป้องกันกำจัดเชื้อรา จำนวน 2 ครั้ง รวม 12 บัว	109
3	ย้ายปลูก-ดูแลรักษา	ถอนต้นกล้าอายุ 45 วัน ปลูกในถุงดินขนาด 2.5*6 นิ้ว จัดเรียงในพื้นที่ขนาด 4.2 ตร.ม. 12 แปลง รดน้ำโดยใช้สายยางสวมหัวบัว ใช้เวลา 3 นาที/แปลง เป็นน้ำ 612 ลิตร/ครั้ง ทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง นาน 10 เดือน	183,600
		ใส่ปุ๋ย 46-0-0 โดยละลายในน้ำ ใช้รดแปลงละ 1 บัว 2 ครั้ง/เดือน	182
		พ่นปุ๋ยไบโฟลาน โดยใช้ถังพ่นปริมาตร 16 ลิตร 1 ถัง/ครั้ง/เดือน	160
		รวม (ลิตร)	**198,550**

ที่มา: คู่มือการผลิตต้นกล้ากาแฟอะราบิกาคุณภาพ (2563) ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

หมายเหตุ: บัวรดน้ำ มีความจุน้ำ 9.1 ลิตร หนึ่งบัว ใช้เวลารด 32 วินาที สายยางสวมหัวบัว ให้ปริมาณน้ำ 27.3 ลิตร ในเวลา 30 วินาที ส่วนถังถังพ่น 16 ลิตร พ่นได้ 130 ตร.ม./ครั้ง

2. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟ

สัมภาษณ์เกษตรกร 33 คน แบ่งเป็น เชียงราย 23 คน ในอำเภอเมือง เวียงป่าเป้า แม่สรวย แม่ฟ้าหลวง และเวียงแก่น และเชียงใหม่ 10 คน ในอำเภอดอยสะเก็ด สะเมิง และแม่วาง พบว่า เกษตรกรเป็นเพศชายร้อยละ 81 ช่วงอายุมากที่สุด 51-60 ปี รองลงมาคือ 41-50 ปี เกษตรกรทุกคนเป็นเจ้าของสวนกาแฟ และมีประสบการณ์ปลูกกาแฟมากกว่า 10 ปี ได้รับการสนับสนุนต้นกาแฟอะราบิกาจากหน่วยงานรัฐ อาทิ โครงการหลวง กรมวิชาการเกษตร และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รูปแบบการปลูก พบว่า เกษตรกรปลูกกาแฟอะราบิกาเป็นพืชหลักร่วมกับป่าธรรมชาติ ชาเมี่ยง และไม้ผล เช่น มะคาเดเมีย อาโวคาโด ในพื้นที่ลาดชันและที่ราบเชิงเขา ระดับความสูง 700-1,350 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในปี 2563 ต้นกาแฟออกดอกหลายรุ่นตั้งแต่มกราคมถึงมิถุนายน โดยออกดอกมากที่สุดเมษายน เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ช่วงพฤศจิกายนถึงมีนาคมของปีถัดไป ผลผลิตสด (เชอรี่) เฉลี่ย 1-2 กิโลกรัมต่อต้น พื้นที่จังหวัดเชียงรายมีผลผลิตสด (เชอรรี) 263-520 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 407 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดเชียงใหม่ มีผลผลิตสด (เชอรี่) 192-583 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 401 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5.2-2)

การให้น้ำ เกษตรกรอาศัยเฉพาะน้ำฝนในการ และมีการใช้น้ำธรรมชาติ (ประปาภูเขา) ในการแปรรูปกาแฟแบบเปียก (Wet หรือ Wash process) ในขั้นตอน 1) การลอยผลกาแฟสุก 2) การสีเปลือกกาแฟผลสด 3) การล้างทำความสะอาดกาแฟหลังจากสีเปลือก และ 4) การหมักกาแฟโดยใช้น้ำสะอาด 36 ชั่วโมง นำไปตากแห้งและจำหน่ายในรูปของกาแฟกะลา

ปัจจัยการผลิต เกษตรกรบำรุงต้นกาแฟโดยใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และ/หรือใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปีละ 2 ครั้ง ในเดือนมิถุนายนและกันยายน ปุ๋ยเคมีที่ใช้มากที่สุดได้แก่ 15-15-15 รองลงมาคือ 46-0-0 13-13-21 และ 28-8-8 และใส่ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 12-3-3 ร่วมด้วย (ตารางที่ 2) ซึ่งไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของปุ๋ยเหล่านี้ จะนำไปคำณวนค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์ต่อไป อย่างไรก็ตาม มีเกษตรกรจำนวน 4 ราย ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยให้ต้นกาแฟ และเกษตรกรทุกคนไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5.2-2 การใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงปลูกกาแฟและผลผลิตกาแฟ ในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่

อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ (กก.)	ปริมาณไนโตรเจน (กก./ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)
จังหวัดเชียงราย (23 คน)				
เมือง	93	6,500	87	520
เวียงป่าเป้า	153	11,750	186	481
แม่สรวย	241	15,100	283	263
แม่ฟ้าหลวง	404	27,450	456	379
เวียงแก่น	7	5,000	100	357
เฉลี่ย				**407**
จังหวัดเชียงใหม่ (10 คน)				
ดอยสะเก็ด	112	6,160	62	583
สะเมิง	36	ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี	0	200
แม่วาง	20	ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี	0	192
เฉลี่ย				**401**

3. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา

คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 ข้อมูลจำเป็นได้แก่ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟ (Kc) และแบ่งสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟเป็น 3 ช่วง คือ Kc ini Kc mid และ Kc end (with weed) 1.05 1.1 และ 1.1 ตามลำดับ (Richard *et al*., 1998) จากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่า กาแฟอะราบิกาออกดอกมกราคมถึงมิถุนายน เก็บเกี่ยวผลผลิตช่วงพฤศจิกายนถึงมีนาคมของปีถัดไป ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟตามข้อมูลจากเกษตรกรได้แก่ ช่วงเริ่มต้น (Kc ini) มกราคม-กุมภาพันธ์ ช่วงกลาง (Kc med) มีนาคม-กันยายน และช่วงปลาย (Kc end) ตุลาคม-กุมภาพันธ์ (ตารางที่ 5.2-3)

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่พบว่า เดือนเมษายน การระเหยน้ำของพืช (Eto) มากที่สุด 146.40 และ 160.20 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ โดยเดือนธันวาคมมีการระเหยน้อยที่สุด 75.64 และ 87.73 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ ทั้งนี้ศักย์การคายระเหยน้ำของกาแฟจังหวัดเชียงรายตลอดปี มีค่าเฉลี่ย 3.63 มิลลิเมตรต่อวัน หรือ 110.41 มิลลิเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 5.2-4) จังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 3.85 มิลลิเมตรต่อวัน หรือ 117.06 มิลลิเมตรต่อเดือน (ตารางที่ 5.2-5)

ตารางที่ 5.2-3 ข้อมูลพืชกาแฟสำหรับนำเข้าโปรแกรม CROPWAT8.0

รายการ	ค่าพารามิเตอร์
การเจริญเติบโต (วัน)	365
ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Kc value) [1/]	
(With weed)	
Kc ini (มกราคม-กุมภาพันธ์)	1.05
Kc mid (มีนาคม-กันยายน)	1.10
Kc end (ตุลาคม-กุมภาพันธ์)	1.10
ค่าการหยั่งลึกของรากพืช (เมตร)	2
ค่าระดับการขาดน้ำของพืช (ร้อยละ)	0.4
ค่าปัจจัยในการตอบสนองต่อการให้ผลผลิตของพืช	3.0

[1/] Richard *et al*, (1998)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5.2-4 ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือนของจังหวัดเชียงราย

เดือน	ระยะ	Eto[1/] (มม./วัน)	จำนวนวัน	Eto (มม./เดือน)	Kc[2/]	Etc (มม./เดือน)	ปริมาณฝน(มม.)	ปริมาณฝนใช้การ[1/](มม.)
มกราคม	เก็บเกี่ยว/พัฒนากิ่งก้าน	2.66	31	82.46	1.05	86.58	11.2	11
กุมภาพันธ์	เก็บเกี่ยว/พัฒนากิ่งก้าน	3.42	28	95.76	1.05	100.55	12.2	12
มีนาคม	เก็บเกี่ยว/ออกดอก	4.07	31	126.17	1.1	138.79	20.9	20.2
เมษายน	ออกดอก	4.88	30	146.40	1.1	161.04	94.6	80.3
พฤษภาคม	ออกดอก	4.62	31	143.22	1.1	157.54	194.7	134
มิถุนายน	ออกดอก/ติดผล	4.05	30	121.50	1.1	133.65	194.8	134.1
กรกฎาคม	ติดผล	3.80	31	117.80	1.1	129.58	319.1	156.9
สิงหาคม	ติดผล	3.65	31	113.15	1.1	124.47	377.7	162.8
กันยายน	ติดผล	3.69	30	110.70	1.1	121.77	271.2	152.1
ตุลาคม	เก็บเกี่ยว	3.43	31	106.33	1.1	116.96	130.7	103.4
พฤศจิกายน	เก็บเกี่ยว	2.86	30	85.80	1.1	94.38	56.6	51.5
ธันวาคม	เก็บเกี่ยว	2.44	31	75.64	1.1	83.20	18.5	18
	เฉลี่ย	3.63		110.41		120.71	1702.2	1036.3

หมายเหตุ: [1/] ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือน คำนวณโดยใช้โปรแกรม CROP WAT8.0

[2/] coffee Kc value, Richard *et al.* (1998)

ตารางที่ 5.2-5 ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่

เดือน	ระยะ	Eto[1/] (มม./วัน)	จำนวนวัน	Eto (มม./เดือน)	Kc[2/]	Etc (มม./เดือน)	ปริมาณฝน(มม.)	ปริมาณฝนใช้การ[1/](มม.)
มกราคม	เก็บเกี่ยว/พัฒนากิ่งก้าน	2.95	31	91.45	1.05	96.02	7.7	7.6
กุมภาพันธ์	เก็บเกี่ยว/พัฒนากิ่งก้าน	3.85	28	107.80	1.05	113.19	9.2	9.1
มีนาคม	เก็บเกี่ยว/ออกดอก	4.80	31	148.80	1.10	163.68	17.3	16.8
เมษายน	ออกดอก	5.34	30	160.20	1.10	176.22	54.5	49.7
พฤษภาคม	ออกดอก	4.75	31	147.25	1.10	161.98	155.4	116.8
มิถุนายน	ออกดอก/ติดผล	4.06	30	121.80	1.10	133.98	119.4	96.6
กรกฎาคม	ติดผล	3.74	31	115.94	1.10	127.53	157.6	117.9
สิงหาคม	ติดผล	3.54	31	109.74	1.10	120.71	224.4	143.8
กันยายน	ติดผล	3.60	30	108.00	1.10	118.80	202.4	136.9
ตุลาคม	เก็บเกี่ยว	3.56	31	110.36	1.10	121.40	116.6	94.8
พฤศจิกายน	เก็บเกี่ยว	3.19	30	95.70	1.10	105.27	51.4	47.2
ธันวาคม	เก็บเกี่ยว	2.83	31	87.73	1.10	96.50	18.1	17.6
	เฉลี่ย	**3.85**		**117.06**		**127.94**	**1134**	**854.8**

หมายเหตุ: [1/] ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิงรายวันและรายเดือน คำนวณโดยใช้โปรแกรม CROP WAT8.0

[2/] coffee Kc value, Richard *et al.* (1998)

กรมวิชาการเกษตร

3.1 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

จากสมการที่ (1) หาค่าการคายระเหยของน้ำตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของกาแฟอะราบิกา โดยใช้โปรแกรม CROPWAT8.0 เพื่อนำไปคำนวณค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่งเกษตรกรที่สัมภาษณ์ ปลูกและดูแลกาแฟโดยอาศัยน้ำฝน มีผลผลิตเฉลี่ยแต่ละอำเภอภายใต้เกษตรน้ำฝน กำหนดให้ ETgreen= ETa และ ETblue = 0 โดยที่ ETa = ค่าการคายระเหยน้ำของพืชจริง มีค่าเท่ากับค่าการใช้น้ำของพืชจริง พบว่า กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของจังหวัดเชียงราย 5.65 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม น้อยกว่าจังหวัดเชียงใหม่ (6.87 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาแต่ละอำเภอในจังหวัดเชียงราย พบว่า กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในอำเภอแม่สรวยมีค่ามากสุด 8.74 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตเพียง 263 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5.2-6) ทั้งนี้ เนื่องจากเกษตรกรกลุ่มดังกล่าวอยู่ระหว่างปรับเปลี่ยนเพื่อขอรับรองแปลงผลิตพืชอินทรีย์ เช่นเดียวกับเกษตรกรอำเภอสะเมิงที่เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และอำเภอแม่วาง ที่ไม่ใส่ปุ๋ยบำรุงต้นกาแฟ

ตารางที่ 5.2-6 ค่าการคายระเหยน้ำ กรีนและบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่

จังหวัด	ค่าการระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มม./เดือน) ET green	ผลผลิตกาแฟ (กก/ไร่) Y	ค่าความต้องการน้ำของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) CWU green	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม) WF green
เชียงราย	1437.9	407	2,300.6	5.65
เมือง		520		4.42
เวียงป่าเป้า		481		4.78
แม่สรวย		263		8.74
แม่ฟ้าหลวง		379		6.07
เวียงแก่น		357		6.44
เชียงใหม่	1525.6	401	2,440.9	6.87
ดอยสะเก็ด		583		4.19
สะเมิง		200		12.20
แม่วาง		192		12.71

3.2 เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

การใช้ปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ ที่ถูกชะละลายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย จนอาจเกิดปัญหาในด้านสิ่งแวดล้อม โดยพาะพื้นที่ลาดชัน ซึ่งเสี่ยงต่อการชะละลายไนโตรเจนสู่พื้นที่ต่ำกว่า จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 3 เพื่อหาปริมาณน้ำที่ต้องใช้เจือจางปุ๋ยที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ พบว่า เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกาของเชียงรายสูงกว่าเชียงใหม่ (2.43 และ 0.19 ลบ.ม./กก. ตามลำดับ) (ตารางที่ 5.2-7) โดยเฉพาะอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกรย์มากสุด 10.97 ลบ.ม./กก. สอดคล้องกับปุ๋ยเคมีที่ใส่ในแปลงกาแฟ (ตารางที่ 5.2-7) ทำให้ผลผลิตกาแฟมากกว่าอำเภออื่นด้วย

ตารางที่ 5.2-7 การใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อเจือจางการชะล้างปุ๋ยในแหล่งน้ำ ของจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่

จังหวัด	ผลผลิตเฉลี่ย (กก/ไร่)	ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ (กก./ไร่)	สัดส่วนการชะล้าง (กิโลกรัม/ปี)	เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./กก)
เชียงราย	407	222.4	22.24	2.43
เมือง	520	87	8.7	0.29
เวียงป่าเป้า	481	186	18.6	1.44
แม่สรวย	263	283	28.3	6.09
แม่ฟ้าหลวง	379	456	45.6	10.97
เวียงแก่น	357	100	10	0.56

กรมวิชาการเกษตร

เชียงใหม่	401	62	6.2	0.19
ดอยสะเก็ด	583	62	6.2	0.13
สะเมิง	200	0	0	0.00
แม่วาง	192	0	0	0.00

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกาจังหวัดเชียงรายมีค่าเฉลี่ย 8.08 ลบ.ม./กก. เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 5.65 0 และ 2.43 ลบ.ม./กก. ตามลำดับ สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกามีค่าเฉลี่ย 7.06 ลบ.ม./กก. เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลบ.ม./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2-8)

ตารางที่ 5.2-8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกา จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่

จังหวัด	**วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./กก.)**			
	กรีน	**บลู**	**เกรย์**	**รวม**
เชียงราย	5.65	0	2.43	8.08
เชียงใหม่	6.87	0	0.19	7.06

ภาพที่ 5.2-1 เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอะราบิกานายสุทธินัย เยลูกูและนายอิน เยลูกู และสภาพแปลงปลูกกาแฟอะราบิกา (ภาพขวา) ต.ห้วยชมภู อ.เมือง จ.เชียงราย

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 6 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การทดลองที่ 6.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน

ปี 2562 การให้น้ำอัตรา IW/E 0.6-1.0 ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกไม่แตกต่างกัน 3.26-3.79 ตันต่อไร่ แต่สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับอัตราน้ำ IW/E 0.0 0.2 และ 0.4 ที่ให้ผลผลิต 0.57-2.68 ตันต่อไร่ สอดคล้องกับผลผลิตปอกเปลือกของการให้น้ำอัตรา IW/E 0.6-1.0 มีค่า 2.00-2.29 ตันต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับอัตราน้ำ IW/E 0.0 0.2 และ 0.4 ที่ให้ผลผลิต 0.31-1.63 ตันต่อไร่ (ตารางที่ 6.1-2) ที่ระยะเก็บเกี่ยวพบว่า การให้น้ำอัตรา IW/E 0.8-1.0 ความสูงต้นและความสูงฝักไม่แตกต่างกันมีค่า 178-183 และ 87-89 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการให้น้ำอัตรา IW/E 0.8-1.0 ความสูงต้นและความสูงฝักสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.0-0.6 มีค่า 88-150 เซนติเมตร และ 41-72 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1-1)

การให้น้ำข้าวโพดหวานอัตรา IW/E 1.0 0.8, 0.6, 0.4, 0.2 และ 0.0 พบว่า กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 122.7 54.6 26.1 21.5 19.2 และ 18.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 1,754.9 691.5 288.0 201.3 147.8 และ 112.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 0.973 0.433 0.207 0.170 0.152 และ 0.147 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 1878.6 746.6 314.4 222.9 167.1 และ 130.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1-3) สอดคล้องกับ Jeswani and Azapagic (2011) ที่พบว่ารอยเท้าน้ำการผลิตข้าวโพดหวานทั่วโลก 354-2,434 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

ตารางที่ 6.1-1 ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้งที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562

IW/E	Plant Height (cm)	Ear Height (cm)	dry weight (g/m^2)
0.0	88 c	41.85 c	373 c
0.2	107 c	50.75 c	442 c
0.4	147 b	69.00 b	817 b
0.6	151 b	72.10 b	643 a
0.8	178 a	87.40 a	799 a
1.0	183 a	89.85 a	827 a
C.V. (%)	9.97	12.19	22.0

In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ตารางที่ 6.1-2 ขนาดฝัก ความยาวฝัก ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือกของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562

IW/E	Ear diameter (cm)	Ear Length (cm)	Yield with husk (ton/rai)	Yield without husk (ton/rai)
0.0	2.65 c	9.38 b	0.57 d	0.31 c
0.2	3.91 b	12.91 b	1.28 c	0.64 c
0.4	4.53 ab	17.79 a	2.68 b	1.63 b
0.6	4.50 ab	17.48 a	3.26 a	2.00 a
0.8	4.80 ab	19.46 a	3.65 a	2.21 a
1.0	4.88 a	19.26 a	3.79 a	2.29 a
C.V. (%)	13.09	16.29	14.39	16.18

In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6.1-3 กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2562

IW/E	Green water footprint (m^3/ton)	Blue water footprint (m^3/ton)	Grey water footprint (m^3/ton)	Total water footprint (m^3/ton)
0.0	123	1,755	0.97	1,879
0.2	55	692	0.43	747
0.4	26	288	0.21	314
0.6	22	201	0.17	223
0.8	19	148	0.15	167
1.0	19	112	0.15	130
average	**44**	**533**	**0.35**	**577**

ปี 2563 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 1.0 ให้ความสูงต้นสูงสุด 205 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับการให้น้ำอัตรา IW/E 0.8 ขณะที่การไม่ให้น้ำมีความสูงต้นต่ำสุด 70 เซนติเมตร ความสูงฝักและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.6 0.8 และ 1.0 ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การไม่ให้น้ำมีความสูงฝักและน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินต่ำที่สุด 12 เซนติเมตร และ 394 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบ การไม่ให้น้ำมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุด 1.55 (ตารางที่ 6.1-4) สอดคล้องกับ Aydinsakir *et. al.* (2013) ปลูกข้าวโพดหวานบนดินร่วนปนเหนียวพบว่า เมื่อข้าวโพดหวานขาดน้ำจะทำให้ความสูงต้นและความสูงฝักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านความกว้างฝัก การให้น้ำทุกกรรมวิธีสูงกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับเส้นผ่านศูนย์กลางฝัก กรรมวิธีให้น้ำมีความกว้างฝักและเส้นผ่านศูนย์กลางฝักมีค่า 4.03-5.14 และ 2.50-2.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้านความยาวฝัก การให้น้ำอัตรา IW/E 0.4-1.0 สูงกว่าการให้น้ำอัตรา IW/E 0.2 และกรรมวิธีไม่ให้น้ำ ความยาวฝัก การให้น้ำอัตรา IW/E 0.4-1.0 มีค่า 18-20 เซนติเมตร (ตารางที่ 6.1-5) สอดคล้องกับการทดลองของ Aydinsakir *et. al.* (2013) ปลูกข้าวโพดหวานบนเนื้อดินร่วนปนเหนียว พบว่าเมื่อข้าวโพดหวานขาดน้ำจะทำให้ความกว้างฝัก และความยาวฝักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านน้ำหนักฝักทั้งเปลือก การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกสูงสุด 3.95 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการให้น้ำอัตรา IW/E 0.8 ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 3.71 กิโลกรัมต่อไร่ ด้านน้ำหนักฝักปอกเปลือก ที่อัตราให้น้ำ IW/E 1.0 มีน้ำหนักฝักปอกเปลือกสูงสุด 2.59 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการให้น้ำอัตรา IW/E 0.6 และ 0.8 ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือก 2.33 และ 2.45 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำอัตรา IW/E 0.0 ให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกและน้ำหนักฝักปอกเปลือกต่ำสุด 0.14 และ 0.11 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1-5) สอดคล้องกับ วันชัย และคณะ (2544) ที่ศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดหวาน 3 พันธุ์ต่อปริมาณการให้น้ำ พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการให้น้ำเป็น IW/E 0.5 0.7 และ 0.9 ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นระหว่าง 26-29 53-55 และ 70-72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาการตอบสนองของข้าวโพดหวานต่ออัตราการให้น้ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่างๆ พบว่า การให้น้ำในช่วงก่อนและหลังระยะการออกดอกตัวผู้ อัตราการให้น้ำ IW/E 0.9-0.9 ก่อนและหลังระยะการออกดอกตัวผู้ ให้ผลผลิตฝักสดปอกเปลือก และไม่ปอกเปลือกสูงกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดหวาน การให้น้ำอัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 พบว่า กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่า 16-48,452 0-24 0.14-416.35 และ 36-48,868 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1-6) ซึ่งแตกต่างกับ Jeswani and Azapagic (2011) ที่พบว่า รอยเท้าน้ำการปลูกข้าวโพดหวานทั่วโลกอยู่ในช่วง 354-2,434 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.6 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้อยสุด 36 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน แสดงถึงการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เมื่อคำนึงถึงผลผลิตแล้ว พบว่า น้ำหนักฝักทั้งเปลือก 3.38 ตันต่อไร่ ซึ่งน้อยกว่าการให้น้ำอัตรา IW/E 0.8 และ 1.0 ที่ให้มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือก 3.71 และ 3.95 ตันต่อไร่ ตามลำดับ หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 17 คิดเป็นรายได้เพิ่มขึ้น 2,511 และ 4,338 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ที่ราคา 7.61 บาทต่อกิโลกรัม) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) เมื่อเปรียบเทียบการให้

กรมวิชาการเกษตร

น้ำที่อัตรา IW/E 0.6 แล้ว พบว่า การใช้น้ำของการให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 และ 1.0 ให้ผลผลิตสูง และคุ้มค่า แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของการให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 และ 1.0 พบว่า การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 มีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่าการให้น้ำที่อัตรา IW/E 1.0 ลดปริมาณการใช้น้ำได้ถึง 19,200 ลิตรต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 20 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 เป็นการส่งเสริมการผลิตข้าวโพดหวานให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีคุณค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 6.1-4 ความสูงต้น ความสูงฝัก และน้ำหนักแห้งที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563

IW/E	Plant Height (cm)	Ear Height (cm)	dry weight (g/m^2)
0.0	70 e	12 d	394 d
0.2	103 d	40 c	612 c
0.4	146 c	79 b	926 b
0.6	180 b	102 ab	1,136 ab
0.8	198 ab	120 a	1,248 a
1.0	205 a	116 a	1,220 a
C.V. (%)	9.43	20.6	15.52

In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ตารางที่ 6.1-5 ขนาดฝัก ความยาวฝัก ผลผลิตทั้งเปลือก ผลผลิตปอกเปลือกของข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563

Treatment IW/E	Ear diameter (cm)	Ear Length (cm)	Yield with husk (ton/rai)	Yield without husk (ton/rai)
0.0	0.87 b	2.6 c	0.14 e	0.11 d
0.2	4.03 a	12.7 b	1.18 d	0.78 c
0.4	5.12 a	18.1 a	2.56 c	1.91 b
0.6	5.14 a	19.5 a	3.38 b	2.33 a
0.8	5.06 a	19.5 a	3.71 ab	2.45 a
1.0	5.00 a	19.8 a	3.95 a	2.59 a
C.V. (%)	16.95	13.70	12.82	12.54

In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ตารางที่ 6.1-6 กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 เมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563

IW/E	Green water footprint (m^3/ton)	Blue water footprint (m^3/ton)	Grey water footprint (m^3/ton)	Total Water footprint (m^3/ton)
0.0	48,452	0.00	416.35	48,868
0.2	64	19.77	0.57	84
0.4	25	15.32	0.22	40
0.6	19	17.48	0.17	36
0.8	17	20.70	0.15	38
1.0	16	24.33	0.14	40

ศูนย์วิชาการเกษตร

ปี 2564 สำรวจแปลงข้าวโพดหวานภายใต้สภาพปัจจัยการผลิตไม่จำกัด 25 แปลง ในพื้นที่ปลูก 8 จังหวัดได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง นครสวรรค์ นครราชสีมา สระบุรี ลพบุรี และกาญจนบุรี ผลการสำรวจ พบว่า

จังหวัดเชียงราย เกษตรกร 9 ราย ปลูกข้าวโพดหวานตั้งแต่พฤศจิกายน 2563-เมษายน 2564 กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 20-157 275-1,619 และ 0.002 - 0.014 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 125 746 และ 0.006 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 351-1,803 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ย 872 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกร 19 ราย ปลูกข้าวโพดหวานหลังนาตั้งแต่พฤศจิกายน 2563-กุมภาพันธ์ 2564 และปลูกฤดูฝนตั้งแต่กรกฎาคม-สิงหาคม 2564 โดยการผลิตข้าวโพดหวานหลังนาพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 13-71 0.02-227 และ 0.004-0.012 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 13-271 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และการผลิตข้าวโพดหวานฤดูฝนพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 220-293 194-561 และ 0.010-0.013 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 413-854 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เมื่อเฉลี่ยทั้ง 2 ช่วงการผลิตข้าวโพดหวานพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 56 69 และ 0.008 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 125 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดลำปาง เกษตรกร 60 ราย ปลูกข้าวโพดหวานช่วงฤดูแล้งแต่พฤศจิกายน 2563-เมษายน 2564 และปลูกฤดูฝนตั้งแต่พฤษภาคม-กรกฎาคม 2564 การผลิตข้าวโพดหวานช่วงฤดูแล้ง กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 0.05-263 0–2,176 และ 0-0.038 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 0.6 – 2,439 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดหวานช่วงฤดูฝน กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 81-857 0-406 และ 0.003-0.014 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 81-605 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เมื่อเฉลี่ 2 ช่วงการผลิตข้าวโพดหวานพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 80 295 และ 0.011 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 377 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดนครสวรรค์ เกษตรกร 15 ราย ปลูกข้าวโพดหวาน 2 ช่วง คือ ปลูกหลังนาตั้งแต่พฤศจิกายน 2563 -กุมภาพันธ์ 2564 และปลูกต้นฤดูฝนตั้งแต่เมษายน-มิถุนายน 2564 การผลิตข้าวโพดหวานหลังนาพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 64-650 4-6,808 และ 0.002-0.028 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 213-6,872 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดหวานช่วงฤดูฝน กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 185-635 12-1,432 และ 0.001-0.0026 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 202-2,067 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เมื่อเฉลี่ยทั้ง 2 ช่วงการผลิตข้าวโพดหวานพบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 244 911 และ 0.010 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 1,155 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดลพบุรี เกษตรกร 6 ราย ปลูกข้าวโพดหวานตั้งแต่ธันวาคม 2563-พฤษภาคม 2564 พบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 0.15-851 58-12,096 และ 0.004-0.016 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 221 2,316 และ 0.010 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 238-12,947 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ย 2,537 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดสระบุรี เกษตรกร 4 ราย ปลูกข้าวโพดหวานตั้งแต่ธันวาคม 2563-มีนาคม 2564 พบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 0.32-257 331-2,790 และ 0.005-0.023 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 130 1,479 และ 0.015 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 588-2,925 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ย 1,609 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดนครราชสีมา เกษตรกร 11 ราย ปลูกข้าวโพดหวานหลังนาตั้งแต่พฤศจิกายน 2563-มกราคม 2564 พบว่า กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 2.2-34 3-360 และ 0.008 - 0.021 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 15 124 และ 0.014 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 5-372 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือมีค่าเฉลี่ย 139 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

จังหวัดกาญจนบุรี เกษตรกร 7 ราย โดยเกษตรกร 1 รายปลูกข้าวโพดหวานตุลาคม 2563 พบว่า กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่า 142 21 0 และ 162 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ และเกษตรกร 6 รายปลูกข้าวโพดหวานมิถุนายน-

กรมวิชาการเกษตร

กรกฎาคม 2564 พบว่า กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่า 123-205 22-505 0.001-0.016 และ 169-689 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 169 269 0.006 และ 438 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

พิจารณาภาพรวม 8 จังหวัด เกษตรกร 131 ราย พบว่า กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่า 15-224 69–2,316 0.006-0.015 และ 125-2,537 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือมีค่าเฉลี่ย 130 776 0.010 และ 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.1-7)

ตารางที่ 6.1-7 กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดหวานพันธุ์ชัยนาท 2 และผลผลิตเมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ฤดูแล้ง 2563-2564

Porvince	Green water footprint (m^3/ton)	Blue water footprint (m^3/ton)	Grey water footprint (m^3/ton)	Total water footprint (m^3/ton)	Yield ton/rai
Chiang Rai	125	746	0.006	872	2.82
Chiang Mai	56	69	0.008	125	2.81
Lampang	80	295	0.011	377	3.13
Nakhon Sawan	244	911	0.010	1155	2.06
Lopburi	221	2,316	0.010	2,537	1.65
Saraburi	130	1,479	0.015	1,609	1.38
Nakhon Ratchasima	15	124	0.014	139	1.82
Kanchanaburi	169	269	0.006	438	2.43
Average	**130**	**776**	**0.010**	**907**	**2.26**

การทดลองที่ 6.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

ดำเนินการทดลองบนดินร่วนเหนียว มีค่าวิเคราะห์ดิน มีค่า pH 6.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2562 เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อวันที่ 3-19 กุมภาพันธ์ 2563 ผลการทดลอง พบว่า ตลอดฤดูปลูกข้าวโพดฝักอ่อนให้น้ำเมื่อค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหยสะสมครบ 50 มิลลิเมตร จำนวน 6 ครั้ง การให้น้ำ โดยอัตราการให้น้ำที่ 0.8 และ 1.0 เมื่อค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหยสะสมครบ 50 มิลลิเมตร ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกสูงที่สุด 2,416 และ 2,370 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นการให้น้ำ อัตรา 0.6 ที่ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือก 1,708 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตน้ำหนักฝักปอกเปลือกมาตรฐานที่มีขนาดความกว้างฝักตั้งแต่ 1.0 - 2.5 เซนติเมตร (มาตรฐาน มกอช.) การให้น้ำที่อัตรา 1.0 ให้ผลผลิตสูงที่สุด 409 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรา 0.8 และ 0.6 ให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกรองลงมา 373 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่อัตรา 0.8 มีจำนวนฝักมากที่สุด คือ 451 ฝัก แต่ไม่แตกต่างกับอัตราการให้น้ำที่ 1.0 และ 0.6 (ตารางที่ 6.2-1)

น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ดัชนีพื้นที่ใบ ความสูงต้น และความสูงฝัก จากการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการให้น้ำที่ 0.8 มีพื้นที่ใบ 2.67 ซึ่งมีความสูงต้นและความสูงฝัก สูงที่สุด 197 และ 122 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่ต่างกับการให้น้ำที่ 1.0 ที่มีดัชนีพื้นที่ใบ 2.48 และความสูงต้นความสูงฝัก 197 และ 119 เซตติเมตร ตามลำดับ ส่วนการให้น้ำที่ 0.8 - 1.0 มีค่าน้ำหนักแห้ง 67.55 และ 67.80 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 6.2-2) และการให้น้ำที่ 0.2 - 1.0 มีค่าความยาวฝักและความกว้างฝัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ระหว่าง 8.35 - 8.65 และ 1.20 - 1.30 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6.2-3)

กรมวิชาการเกษตร

การคำนวณค่าวอเตอรฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดฝักอ่อน

เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Wgrey) การให้น้ำอัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มีค่าเท่ากับ 2.59 0.58 0.42 0.32 0.23 และ 0.23 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Wgreen) ของการให้น้ำอัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มีค่า เท่ากับ 327.03 64.91 46.47 36.22 26.10 และ 25.60 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Wblue) ของการให้น้ำอัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มีค่าเท่ากับ 0.00 120.88 171.90 202.34 194.43 และ 238.41 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ โดยค่า Total water footprint ของการให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มีค่าเท่ากับ 329.62 186.37 218.79 238.88 220.76 และ 264.24 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6.2-4)

ตารางที่ 6.2-1 ผลผลิตฝักสดทั้งเปลือก ผลผลิตฝักสดปอกเปลือกมาตรฐาน จำนวนฝักมาตรฐาน ความสูงต้น ความสูงฝักของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อให้น้ำในอัตราที่ต่างกัน ในฤดูแล้ง 2563

กรรมวิธี	ผลผลิตฝักสด (กก./ไร่)			จำนวนฝัก	ความสูง (เซนติเมตร)	
	ฝักทั้งเปลือก	ฝักปอกเปลือก	Standard ear wt	มาตรฐาน	ต้น	ฝัก
ให้น้ำอัตรา 0.0	214 d	45 d	65.62 c	71 d	32 e	0 e
ให้น้ำอัตรา 0.2	953 c	198 c	391.25 b	266 c	135 d	78 d
ให้น้ำอัตรา 0.4	1331 bc	243 c	397.50 b	307 bc	158 c	95 c
ให้น้ำอัตรา 0.6	1708 b	300 bc	502.82 a	349 abc	178 b	109 b
ให้น้ำอัตรา 0.8	2370 a	373 ab	527.83 a	451 a	197 a	122 a
ให้น้ำอัตรา 1.0	2416 a	409 a	531.20 a	444 ab	197 a	119 a
CV (%)	26.70	25.54	15.12	27.73	5.86	6.94

ตารางที่ 6.2-2 พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง ความสูงต้น ความสูงฝักของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อให้น้ำในอัตราที่ต่างกัน ในฤดูแล้ง 2563

กรรมวิธี	LAI	Total dry weight (g/m^2)	Plant height (cm)	Ear height (cm)
ให้น้ำอัตรา 0.0	0.68 d	9.92 c	32 e	0 e
ให้น้ำอัตรา 0.2	1.85 c	59.65 ab	135 d	78 d
ให้น้ำอัตรา 0.4	2.02 c	55.30 b	158 c	95 c
ให้น้ำอัตรา 0.6	2.35 b	66.00 a	178 b	109 b
ให้น้ำอัตรา 0.8	2.67 a	67.55 a	197 a	122 a
ให้น้ำอัตรา 1.0	2.48 ab	67.80 a	197 a	119 a
CV (%)	7.51	11.52	5.86	6.94

ตารางที่ 6.2-3 ความยาว-ความกว้างฝัก ฝัก วันออกดอกและออกไหมของข้าวโพดฝักอ่อนเมื่อให้น้ำอัตราต่างกัน ฤดูแล้ง 2563

กรรมวิธี	Ear length (cm)		Ear width (cm)		Day of silk (days)		Day of tassel (days)	
ให้น้ำอัตรา 0.0	0.00	b	0.00	b	63.50	a	59.50	ab
ให้น้ำอัตรา 0.2	8.35	a	1.30	a	64.00	a	60.75	a
ให้น้ำอัตรา 0.4	8.43	a	1.23	a	61.25	ab	57.75	bc
ให้น้ำอัตรา 0.6	8.40	a	1.20	a	59.75	bc	56.50	cd
ให้น้ำอัตรา 0.8	8.65	a	1.23	a	58.25	c	56.00	cd
ให้น้ำอัตรา 1.0	8.60	a	1.23	a	57.75	c	55.50	d
CV (%)	7.31		7.44		2.87		2.14	

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 6.2-4 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนและผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนทั้งเปลือก

IW/E	Green water footprint (m^3/ton)	Blue water footprint (m^3/ton)	Grey water footprint (m^3/ton)	Total water footprint (m^3/ton)	Yield ton/rai
0.0	327.03	0.00	2.59	329.62	0.21
0.2	64.91	120.88	0.58	186.37	0.95
0.4	46.47	171.90	0.42	218.79	1.33
0.6	36.22	202.34	0.32	238.88	1.71
0.8	26.10	194.43	0.23	220.76	2.37
1.0	25.60	238.41	0.23	264.24	2.42

ได้ข้อมูลการใช้ปริมาณปุ๋ยและปริมาณน้ำของแปลงเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน ในพื้นที่จังหวัด 3 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี จำนวน 6 ราย เชียงใหม่ จำนวน 13 ราย และเชียงราย จำนวน 2 ราย รวมทั้งหมด 21 ราย มีการให้น้ำทั้งหมด 21 ราย แบ่งเป็นการให้น้ำตามร่อง จำนวน 19 ราย และแบบสปริงเกอร์ จำนวน 2 ราย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เดี่ยว จำนวน 1 ราย ใส่ปุ๋ยเคมีเดี่ยว จำนวน 17 ราย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี จำนวน 3 ราย จำนวนครั้งการใส่ปุ๋ย 1-2 ครั้ง จำนวน 6 ราย และจำนวนครั้งการใส่ปุ๋ย 3-4 ครั้ง จำนวน 15 ราย

การทดลองที่ 6.3 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคเหนือ

ข้อมูลการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จังหวัดน่าน สัมภาษณ์เกษตรกร 54 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอนาน้อย 19 ราย อำเภอบ้านหลวง 1 ราย และอำเภอเวียงสา 34 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 33.98 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ ไพโอเนียร์46 และซีพี888 นิว ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 3.31 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 45.81 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 540 กิโลกรัมต่อไร่

จังหวัดตาก สัมภาษณ์เกษตรกร 51 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอเมืองตาก 29 ราย อำเภอสามเงา 20 ราย และอำเภอแม่สอด 2 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 21 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ แปซิฟิก339 และแปซิฟิก999 ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 4.23 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 42.1 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 525 กิโลกรัมต่อไร่

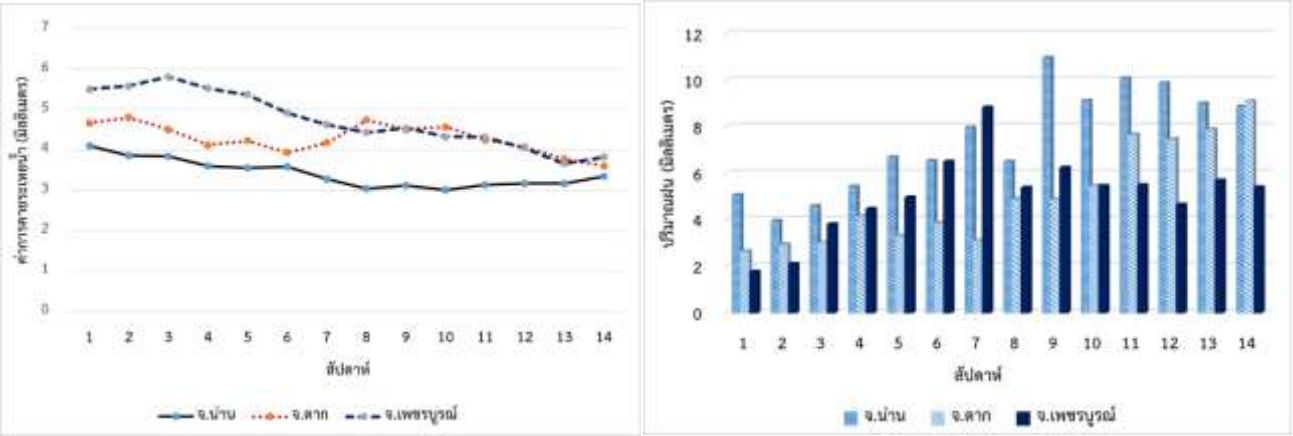
จังหวัดเพชรบูรณ์ สัมภาษณ์เกษตรกร 32 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ 1 ราย และอำเภอหนองไผ่ 31 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 32.81 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ ซีพี888 และ NK6253 ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 3.65 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 51.85 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 413 กิโลกรัมต่อไร่

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การคายระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี ตั้งแต่ปี 2534-2563 แสดงข้อมูลเฉพาะ 14 สัปดาห์ในช่วงที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์ พบว่า การคายระเหยน้ำเฉลี่ยมีค่า 3.41 4.28 และ 4.75 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณฝนเฉลี่ยมีค่า 7.49 5.05 และ 5.07 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ (ภาพที่ 6.3-1)

กรมวิชาการเกษตร



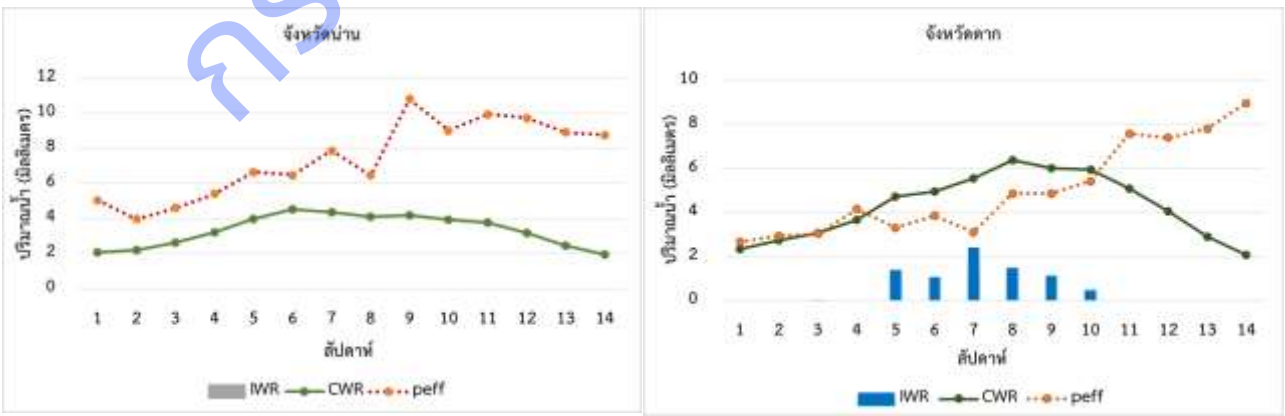
ภาพที่ 6.3-1 การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) และปริมาณฝน (Precipitation) เฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดน่าน ตากและเพชรบูรณ์

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

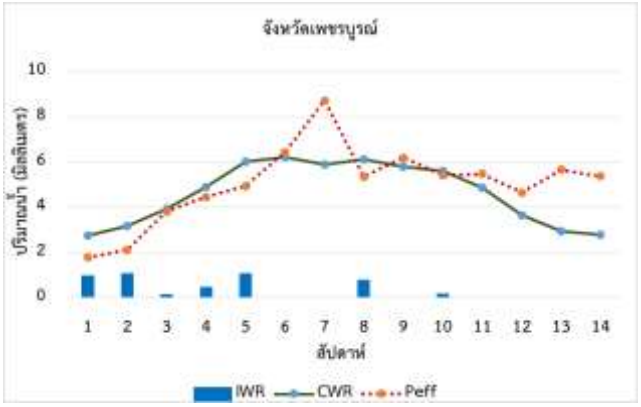
จังหวัดน่าน ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนมิถุนายน-กันยายน ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 7.40 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 2 มีค่า 3.95 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การมากที่สุดสัปดาห์ที่ 9 มีค่า 10.79 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำเฉลี่ยมีค่า 3.31 มิลลิเมตรต่อวัน ความต้องการน้ำน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 14 มีค่า 1.94 มิลลิเมตร และความต้องการน้ำมากที่สุดสัปดาห์ที่ 6 มีค่า 4.52 มิลลิเมตร และไม่มีค่าความต้องการน้ำชลประทาน (ภาพที่ 6.3-2)

จังหวัดตาก ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 5.00 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 1 มีค่า 2.66 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การมากที่สุดสัปดาห์ที่ 14 มีค่า 8.98 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำเฉลี่ยมีค่า 4.26 มิลลิเมตรต่อวัน มีความต้องการน้ำน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 14 มีค่า 2.09 มิลลิเมตร และความต้องการน้ำมากที่สุดสัปดาห์ที่ 8 มีค่า 6.4 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยมีค่า 5.66 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) มากที่สุดในสัปดาห์ที่ 7 มีค่า 2.43 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.3-2)

จังหวัดเพชรบูรณ์ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนเมษายน–กรกฎาคม ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 5.02 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 1 มีค่า 1.77 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การมากที่สุดสัปดาห์ที่ 7 มีค่า 8.72 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำเฉลี่ยมีค่า 4.62 มิลลิเมตรต่อวัน มีความต้องการน้ำน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 1 มีค่า 2.75 มิลลิเมตร และความต้องการน้ำมากที่สุดสัปดาห์ที่ 8 มีค่า 6.13 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยมีค่า 0.34 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ และความต้องการน้ำชลประทานมากที่สุดในสัปดาห์ที่ 5 มีค่า 1.08 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.3-2)

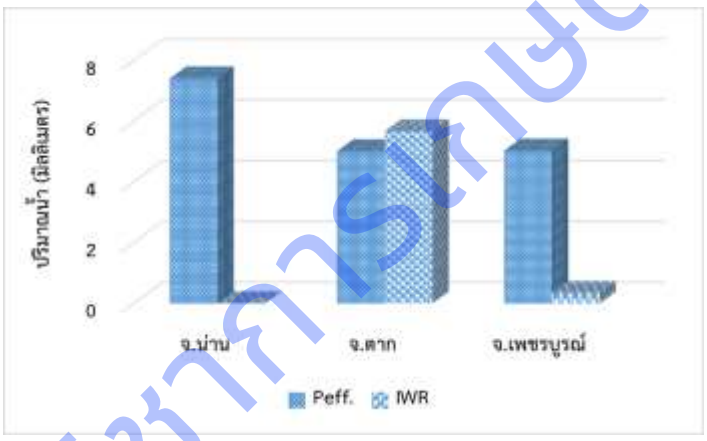


กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 6.3-2 ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation effective: Peff) ความต้องการน้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Crop Water Requirement: CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requirement: IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์

จังหวัดน่าน ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 7.40 มิลลิเมตรต่อวัน และไม่มีความต้องการน้ำชลประทาน จังหวัดตาก ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 5.00 มิลลิเมตรต่อวัน และมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 5.66 มิลลิเมตร และจังหวัดเพชรบูรณ์ ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 5.02 มิลลิเมตรต่อวัน และมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 0.34 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.3-3)



ภาพที่ 6.3-3 ปริมาณฝนใช้การ (Peff.) และความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) รวมของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์ เฉลี่ยจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563)

ผลผลิตและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

จังหวัดน่าน ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 113-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 540 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 74.26-658.73 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เฉลี่ย 220.08 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วย กรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 219.98 และ 0.09 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดตาก ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 150-1,283 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 525 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 74.24-635.65 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เฉลี่ย 211.67 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วยกรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 211.63 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 95-967 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 413 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 107.07-1,089.66 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เฉลี่ย 310.79 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วยกรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 310.69 และ 0.10 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ (ตารางที่ 6.3-1 และ 6.3-2)

เมื่อพิจารณาภาพรวมทั้ง 3 จังหวัดพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเพชรบูรณ์มีค่ามากสุด 310.79 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต และจังหวัดตากมีค่าน้อยสุด 211.67 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการศึกษาของ ทิพย์ปภาและคณะ (2556) ที่รายงานว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยทั่วประเทศ 1,132 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต และการศึกษาของวีรฉัตร์ (2558) พบว่า วอ

กรมวิชาการเกษตร

เตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ CROPWAT 8.0 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยน้ำยาว 1 ตอนล่าง อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน มีค่ากรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 767.75 57.75 1.06 และ 826.56 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 6.3-1 กรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเฉลี่ย จากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์

จังหวัด	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./ ตันผลผลิต)			
	กรีน	บลู	เกรย์	รวม
น่าน	219.98	-	0.09	220.08
ตาก	211.63	-	0.05	211.67
เพชรบูรณ์	310.69	-	0.10	310.79

ตารางที่ 6.3-2 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยในจังหวัดน่าน ตาก และเพชรบูรณ์

จังหวัด	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (กก./ไร่)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย (ลบ.ม./ตันผลผลิต)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
น่าน	112.78	1,000	539.73	74.26	658.73	220.08
ตาก	150.00	1,283.85	524.78	74.24	635.65	211.67
เพชรบูรณ์	95.08	966.67	412.70	107.07	1089.66	310.79

การทดลองที่ 6.4 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ข้อมูลการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จังหวัดเลย สัมภาษณ์เกษตรกร 42 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอเมืองเลย 19 ราย อำเภอหนองไผ่ 23 ราย พบว่าเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 5.75 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ ซีพี535 ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 3.43 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 59.35 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 601 กิโลกรัมต่อไร่

จังหวัดนครราชสีมา สัมภาษณ์เกษตรกร 49 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอด่านขุนทด 4 ราย อำเภอปากช่อง 19 ราย อำเภอสีคิ้ว 10 ราย และอำเภอสูงเนิน 16 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 31 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ไพโอเนียร์81 และ NK7328 ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 3.16 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 32.60 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 590 กิโลกรัมต่อไร่

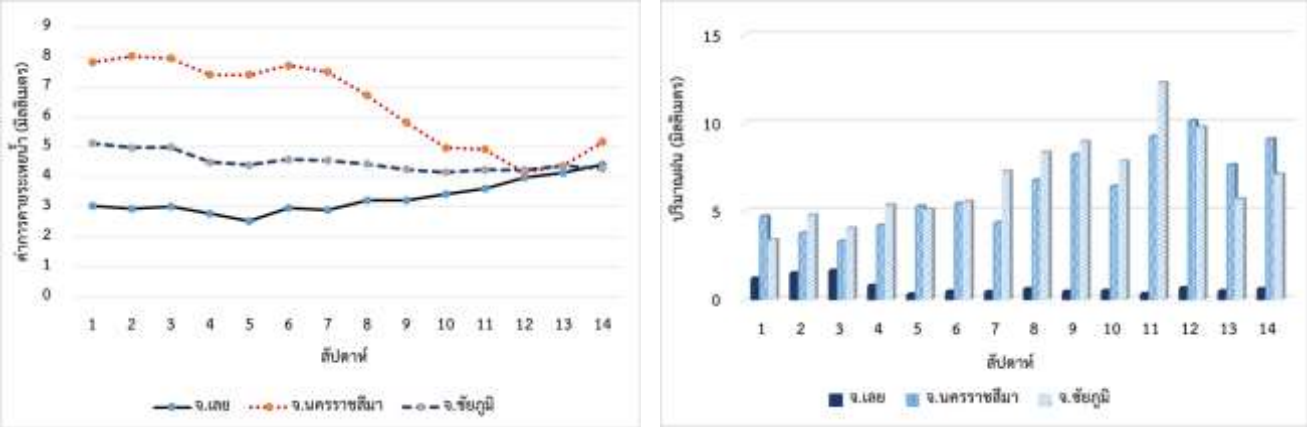
จังหวัดชัยภูมิ สัมภาษณ์เกษตรกร 44 ราย ประกอบด้วยเกษตรกรอำเภอจัตุรัส 39 ราย อำเภอบำเหน็จณรงค์ 3 ราย และอำเภอซับใหญ่ 2 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ย 19.26 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค339 ใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ยอัตรา 3.06 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 40.03 กิโลกรัมต่อตันผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ย 508 กิโลกรัมต่อไร่

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การคายระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี ตั้งแต่ปี 2534-2563 แสดงข้อมูลเฉพาะ 14 สัปดาห์ในช่วงที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากที่สุดในจังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิพบว่า การคายระเหยน้ำเฉลี่ยมีค่า 3.30 6.43 และ 4.51 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ตามลำดับ ปริมาณฝนเฉลี่ยมีค่า 0.73 6.35 และ 6.85 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ตามลำดับ (ภาพที่ 6.4-1)

กรมวิชาการเกษตร



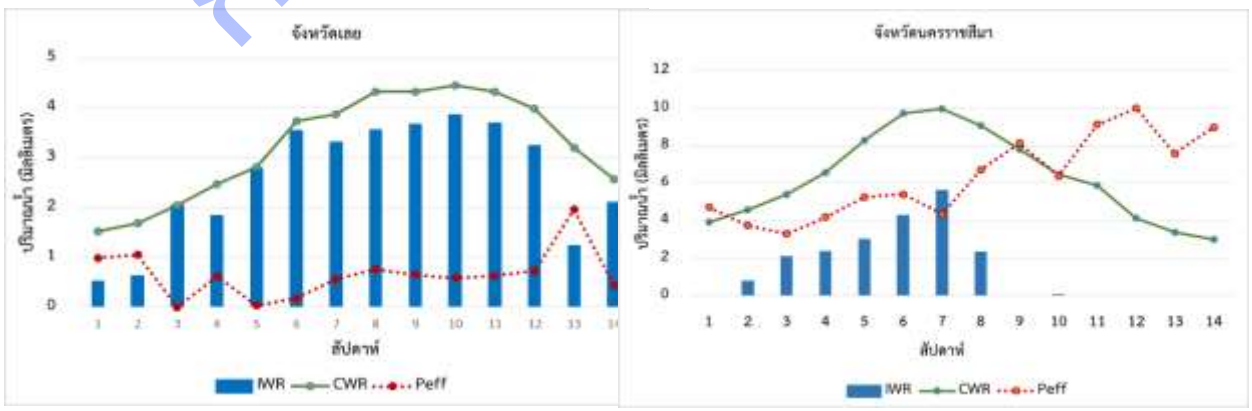
ภาพที่ 6.4-1 การคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration) และปริมาณฝน (Precipitation) เฉลี่ยรายสัปดาห์ 30 ปี (ปี พ.ศ. 2534-2563) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเลย นครราชสีมาและชัยภูมิ

ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำ และความต้องการน้ำชลประทานในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

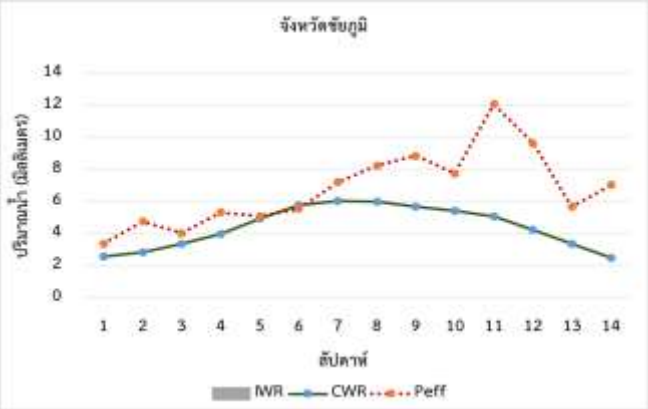
จังหวัดเลย ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนธันวาคม-มีนาคม ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 0.65 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การ สัปดาห์ที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด 0.00 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การสัปดาห์ที่ 13 มีค่ามากที่สุด 1.96 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำของข้าวโพดเฉลี่ยมีค่า 3.24 มิลลิเมตรต่อวัน ความต้องการน้ำสัปดาห์ที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด 1.52 มิลลิเมตร และความต้องการน้ำสัปดาห์ที่ 10 มีค่ามากที่สุด 4.45 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยมีค่า 2.58 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความต้องการน้ำชลประทานทุกสัปดาห์ และความต้องการน้ำชลประทานสัปดาห์ที่ 10 มีค่ามากที่สุด 3.87 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.4-2)

จังหวัดนครราชสีมา ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 6.28 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การสัปดาห์ที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด 3.30 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การสัปดาห์ที่ 14 มีค่ามากที่สุด 8.99 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำของข้าวโพดเฉลี่ยมีค่า 6.30 มิลลิเมตรต่อวันมีความต้องการน้ำสัปดาห์ที่ 14 มีค่าน้อยที่สุด 3.00 มิลลิเมตร และความต้องการน้ำสัปดาห์ที่ 7 มีค่ามากที่สุด 9.98 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยมีค่า 1.48 มิลลิเมตรต่อวัน ความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) สัปดาห์ที่ 7 มีค่ามากที่สุด 5.63 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.4-2)

จังหวัดชัยภูมิ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยมีค่า 6.76 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณฝนใช้การมีค่าน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 1 มีค่า 3.39 มิลลิเมตร และปริมาณฝนใช้การมากที่สุดสัปดาห์ที่ 11 มีค่า 12.08 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำของข้าวโพดเฉลี่ยมีค่า 4.42 มิลลิเมตรต่อวัน ความต้องการน้ำน้อยที่สุดสัปดาห์ที่ 14 มีค่า 2.48 มิลลิเมตร และมีความต้องการน้ำมากที่สุดสัปดาห์ที่ 7 มีค่า 6.06 มิลลิเมตร ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยมีค่า 0.02 มิลลิเมตรต่อวัน โดยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉพาะสัปดาห์ที่ 6 มีค่า 0.23 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6.4-2)



กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 6.4-2 ความต้องการน้ำ (CWR) ปริมาณฝนใช้การ (Peff) และความต้องการน้ำชลประทาน (IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ

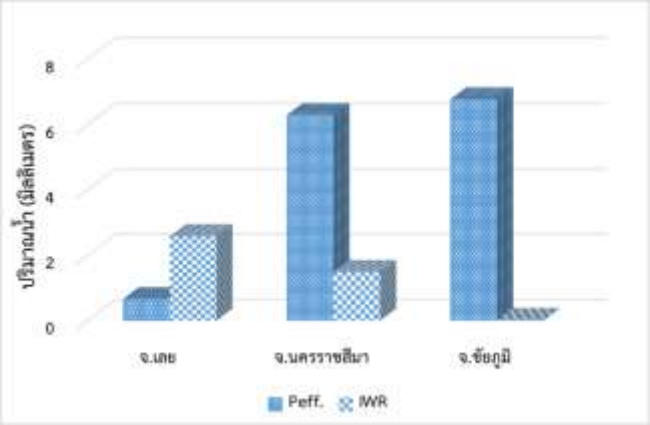
ผลผลิตและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

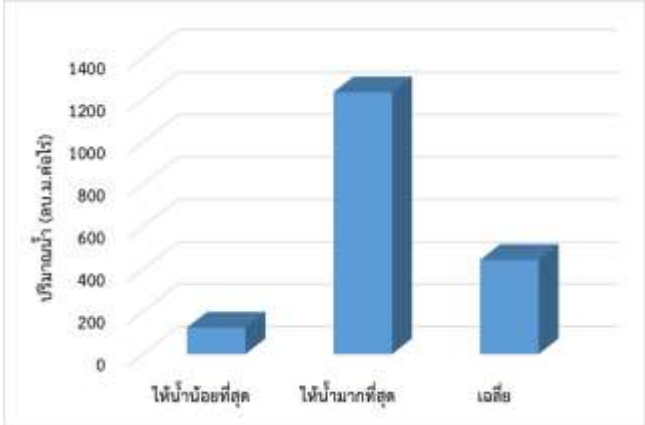
จังหวัดเลย ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 189-1,392 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 601 กิโลกรัมต่อไร่ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 371.4 - 3,463.4 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต หรือเฉลี่ย 1,088.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วย กรีน บลู และเกรย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 30.9 1,057.2 และ 0.07 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดนครราชสีมา ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 145-1,315 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 590 กิโลกรัมต่อไร่ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 107.0 – 654.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต หรือเฉลี่ย 282.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วยกรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 282.7 และ 0.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดชัยภูมิ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 151-1,160 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 508 กิโลกรัมต่อไร่ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 86.41 – 654.88 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต หรือเฉลี่ย 242.58 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ประกอบด้วยกรีน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 242.07 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ (ตารางที่ 6.4-1 และ 6.4-2)

ผลการศึกษาพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเลยมีค่ามากสุด 1,088.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต และจังหวัดชัยภูมิมีค่าน้อยสุด 242.58 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการศึกษาของ ทิพย์ปภาและคณะ (2556) ที่รายงานว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยทั่วประเทศ 1,132 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต และการศึกษาของ วีรฉัตร์ (2558) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ CROPWAT 8.0 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยน้ำยาว 1 ตอนล่าง อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน มีค่ากรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม 767.75 57.75 1.06 และ 826.56 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ

เกษตรกรจังหวัดเลยให้น้ำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 125-1,235.7 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือเฉลี่ย 444.4 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (ภาพที่ 6.4-3) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเลยที่ให้ไว้โดยกรมชลประทาน มีค่าเท่ากับ 506 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (กรมชลประทาน, มปป.)

กรมวิชาการเกษตร





ภาพที่ 6.4-3 ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation effective: Peff.) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requriment: IWR) ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในจังหวัดเลย นครราชสีมาและชัยภูมิ และปริมาณน้ำที่เกษตรกรใช้ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดเลย เดือนธันวาคม-มีนาคม

ตารางที่ 6.4-1 กรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในจังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ

จังหวัด	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./ตันผลผลิต)			
	กรีน	บลู	เกรย์	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม
เลย	30.9	1,057.2	0.07	1,088.2
นครราชสีมา	282.7	-	0.04	282.8
ชัยภูมิ	242.1	-	0.05	242.6

ตารางที่ 6.4-2 ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยในจังหวัดเลย นครราชสีมา และชัยภูมิ

จังหวัด	ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (กก./ไร่)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม./ตันผลผลิต)		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
เลย	189	1,392	**601**	371.4	3,463.4	**1,088.2**
นครราชสีมา	145	1,315	**590**	107.00	654.90	**282.8**
ชัยภูมิ	151	1,160	**508**	86.41	654.88	**242.6**

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 7: การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

การทดลองที่ 7.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคกลาง

1) การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย แบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยไม่รวมการได้มาของอ้อย

รูปแบบที่ 2 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยรวมการได้มาของอ้อย และใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยของประเทศไทยในการคำนวณ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557)

โดยโรงงานน้ำตาล 18 โรงงาน ที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. โรงงานน้ำตาลสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
2. โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
3. โรงงานน้ำตาลรีไฟน์ชัยมงคล (อู่ทอง) จังหวัดสุพรรณบุรี
4. โรงงานไทยเพิ่มพูนอุตสาหกรรม จังหวัดกาญจนบุรี
5. โรงงานประจวบอุตสาหกรรม จังหวัดกาญจนบุรี
6. โรงงานน้ำตาลท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
7. โรงงานน้ำตาลนิวกรุงไทย จังหวัดกาญจนบุรี
8. โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
9. โรงงานน้ำตาลไทยกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี
10. โรงงานอุตสาหกรรมมิตรเกษตร จังหวัดกาญจนบุรี
11. โรงงานน้ำตาลมิตรผล จังหวัดสุพรรณบุรี
12. โรงงานน้ำตาลบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
13. โรงงานน้ำตาลราชบุรี จังหวัดราชบุรี
14. โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาล ที.เอ็น. จังหวัดลพบุรี
15. โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
16. โรงงานน้ำตาลสระบุรี จังหวัดสระบุรี
17. โรงงานมิตรเกษตร (อุทัยธานี) จังหวัดอุทัยธานี
18. โรงงานน้ำตาลสระบุรี (สระโบสถ์) จังหวัดลพบุรี

โดยโรงงานน้ำตาลที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานประกอบด้วย โรงงานน้ำตาลจังหวัดกาญจนบุรี โรงงานน้ำตาลจังหวัดราชบุรี และโรงงานน้ำตาลจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดละ 1 โรงงาน

2) การจัดทำบัญชีรายการ บัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า–ออกของกระบวนการผลิตน้ำตาล 50 กิโลกรัม โดยบัญชีรายการขาเข้า ได้แก่ อ้อยสด อ้อยเผา สารเคมี บรรจุภัณฑ์ ไอน้ำ พลังงานไฟฟ้า และน้ำเสีย โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-1)

ตารางที่ 7.1-1 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย

กระบวนการ	โรงงานน้ำตาลในจังหวัดภาคกลาง		
	กาญจนบุรี	ราชบุรี	สุพรรณบุรี
1 การสกัดน้ำอ้อย			
ขาเข้า			
ปริมาณอ้อย (กก.)	615,758,000.00	643,910,727.63	10,522,030.00
น้ำร้อนพรมกากอ้อย (กก.)	229,270,380.00	224,155,344.05	3,696,390.00

กรมวิชาการเกษตร

Disodiumthio carbamade (กก.)	-	3,690.00	-
Quaternary ammonium cpd. (กก.)	-	4,861.00	-
ขาออก			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	664,179,130.00	643,910,727.63	11,197,540.00
กากอ้อย (กก.)	185,775,707.00	164,311,275.70	3,020,966.00
ทราย (กก.)	4,488,400.00	14,484,998.00	-
2 การผลิตน้ำตาลทรายดิบ			
ขาเข้า			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	664,179,130.00	643,910,727.63	11,197,540.00
ปูนขาว (กก.)	1,061,370.00	418,639.45	8,958.03
โซดาไฟน้ำ 50% (กก.)	127,420.00	202,504.60	
โซดาไฟเกล็ด (กก.)	1,100.00	-	-
Polyacrylamide (กก.)	-	-	-
กรดเกลือ (กก.)	-	201,000.00	-
น้ำ (ล.)	-	143,246,000.00	1,775.16
ขาออก			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	9,805,750.00	67,440,250.00	972,000.00
โมลาส (กก.)	27,711,000.00	28,035,480.00	412,000.00
กากหม้อกรอง (กก.)	44,376,570.00	15,425,354.73	443,250.00
3 การผลิตน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	4,572,990.50	67,440,750.00	-
ปูนขาว (กก.)	365,839.00	60,300.00	-
น้ำเกลือเข้มข้น 24% (กก)	2,154,310.00	4,824,000.00	-
เรซิน (กก.)	-	17,120.00	-
แอลกอฮอล์ (ล.)		720.00	-
น้ำร้อน (ล.)	9,145,993.00	68,206,000.00	-
High performance decolorants (HPD)	-	-	-
High Performance Adsorbent (HPD)	-	-	-
Filter Aid	-	-	-
ขาออก			
น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์(กก.)	27,013,800.00	48,678,210.00	-
โมลาส (กก.)	25,500,000.00	50,786,000.00	-
กากหม้อกรอง (กก.)	355,010.00	2,148.75	-

กรมวิชาการเกษตร

4 การบรรจุน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายขาว (กก.)	23,848,000.00	484,782,100.00	-
กระสอบ PP (กก.)	61,836.00	111,499.88	-
ด้ายเย็บกระสอบ (กก.)	720.00	2,635.72	-
ถุงพลาสติก PE (กก.)	20,612.00	43,630.39	-
ขาออก			
น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (กก.)	23,848,000.00	484,782,100.00	-
เศษบรรจุ (กก.)	1,760.00	-	-

กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย โรงงานน้ำตาลจังหวัดกาญจนบุรีใช้อ้อยสดและอ้อยเผา 615,758,000 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 23,848,000 กิโลกรัม โรงงานน้ำตาลจังหวัดราชบุรีใช้อ้อยสดและอ้อยเผา 643,910,727.63 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 484,782,100 กิโลกรัม และโรงงานน้ำตาลจังหวัดสุพรรณบุรีใช้อ้อยสดและอ้อยเผา 10,522,030 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายดิบ 972,000 กิโลกรัม ปริมาณน้ำตาลจากกระบวนการผลิตที่ต่างกันเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่าง ๆ และกำลังการผลิตของแต่ละโรงงาน รวมถึงปริมาณอ้อยสดและอ้อยเผาที่ต่างกัน (ตารางที่ 7.1-1)

ตารางที่ 7.1-2 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม

กระบวนการ	โรงงานน้ำตาลในจังหวัดภาคกลาง		
	กาญจนบุรี	**ราชบุรี**	**สุพรรณบุรี**
1 การสกัดน้ำอ้อย			
ขาเข้า			
ปริมาณอ้อย (กก.)	525.4308	450.0450	541.2566
น้ำร้อนพรมกากอ้อย (กก.)	195.6380	172.7182	190.1435
Disodiumthio carbamade (กก.)	-	0.0028	-
Quaternary ammonium cpd. (กก.)	-	0.0037	-
ขาออก			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	566.7489	496.1521	576.0051
กากอ้อย (กก.)	158.5237	126.6066	155.3994
ทราย (กก.)	3.8299	11.1611	-
2 การผลิตน้ำตาลทรายดิบ			
ขาเข้า			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	566.7489	496.1521	576.0051
ปูนขาว (กก.)	2.2252	0.0431	0.4608
โซดาไฟน้ำ 50% (กก.)	0.2671	0.0208	0
โซดาไฟเกล็ด (กก.)	0.0023	0	0
Polyacrylamide (กก.)	-	-	-
กรดเกลือ (กก.)	-	0.0207	10.3395
น้ำ (ล.)	-	14.7742	23.1481
ขาออก			

กรมวิชาการเกษตร

น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	20.5588	6.9557	50
โมลาส (กก.)	58.0992	2.8915	21.1934
กากหม้อกรอง (กก.)	93.0404	1.5909	22.8009
3 การผลิตน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	9.5877	6.9557	-
ปูนขาว (กก.)	0.7670	0.0062	-
น้ำเกลือเข้มข้น 24% (กก.)	4.5167	0.4975	-
เรซิน (กก.)	-	0.0017	-
แอลกอฮอล์ (ล.)	-	0.00007	-
น้ำร้อน (ล.)	19.1755	0.1796	-
High performance decolorants (HPD)	-	-	-
High Performance Adsorbent (HPD)	-	-	-
Filter Aid	-	-	-
ขาออก			
น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์(กก)	56.6374	5.0206	-
โมลาส (กก.)	53.4636	5.2380	-
กากหม้อกรอง (กก.)	0.7443	0.0002	-
4 การบรรจุน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายขาว (กก.)	50.0000	50.0000	-
กระสอบ PP (กก.)	0.1296	0.0115	-
ด้ายเย็บกระสอบ (กก.)	0.0015	0.0002	-
ถุงพลาสติก PE (กก.)	0.0432	0.0045	-
ขาออก			
น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (กก.)	50	50	-
เศษบรรจุ (กก.)	0.0036	0	-

กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัมของโรงงานพบว่า โรงงานต้องใช้อ้อยในการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม ดังนี้ โรงงานน้ำตาลจังหวัดกาญจนบุรี โรงงานน้ำตาลจังหวัดราชบุรี และโรงงานน้ำตาลจังหวัดสุพรรณบุรีใช้อ้อย 525.4308 450.0450 และ 541.2566 กิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 3 โรงงานมีขนาดและกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักรในการผลิตต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7.1-2)

การหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย สัดส่วนผลิตภัณฑ์คำนวณได้ 2 ประเภท คือ 1) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี หาค่าโดยใช้ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้นทางทฤษฎี 2) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง หาค่าโดยใช้ข้อมูลของโรงงานผลิตน้ำตาล คือข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้น จนได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์เข้าสู่กระบวนการบรรจุน้ำตาลโดยผลิตเป็นน้ำตาลทรายกระสอบละ 50 กิโลกรัม แสดงในตารางที่ 7.1-3 และ 7.1-4

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7.1-3 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

โรงงานน้ำตาล	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของกระบวนการ					
	อ้อยสด และ อ้อยเผา (กก.)	การสกัดน้ำอ้อย (กก.)	ผลิตน้ำตาลทรายดิบ (กก.)	กรีนวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	บลูวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	เกรย์วอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)
จังหวัดกาญจนบุรี	525.4308	566.7489	20.5588	8.5012	46.473410	12.4685
จังหวัดราชบุรี	450.0450	496.1521	6.9557	7.4423	40.684473	10.9153
จังหวัดสุพรรณบุรี	541.2566	576.0051	50	8.6401	47.232422	12.6721

ตารางที่ 7.1-4 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลทรายในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

โรงงานน้ำตาล	สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของกระบวนการ				
	น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (กก.)	กรีนวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	บลูวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์(ลบ.ม.)	เกรย์วอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)
จังหวัดกาญจนบุรี	9.5877	56.6374	1.0259	5.4650	1.4573
จังหวัดราชบุรี	6.9557	5.0206	0.7443	3.9647	1.0573
จังหวัดสุพรรณบุรี	50	-	-	-	-

3) การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำในโรงงานแบ่งเป็นการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม การผลิตที่ใช้น้ำทางตรงได้แก่ การสกัดน้ำอ้อย การผลิตน้ำตาลทรายดิบ การผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ และการบรรจุน้ำตาล แต่ที่กล่าวมานั้นไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำได้ ดังนั้นจึงใช้ค่าการใช้น้ำทั้งหมดของโรงงานผลิตน้ำตาล สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมคำนวณจากปริมาณอ้อยสด อ้อยเผา สารเคมี และวัตถุดิบในกระบวนการต่าง ๆ นำมาคูณกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ (ตารางที่ 7.1-5) พบว่า การผลิตน้ำตาลทรายไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย ปริมาณการใช้น้ำทางตรงเฉลี่ยของโรงงานน้ำตาล 82.8400 ลูกบาศก์เมตร/50 กิโลกรัม น้ำตาล หรือ 1.6568 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมคำนวณจากปริมาณอ้อยสด อ้อยเผา สารเคมี และวัตถุดิบในกระบวนการต่าง ๆ แล้วคูณกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ ปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมเฉลี่ยของโรงงานน้ำตาล 0.0098 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 50 กิโลกรัม หรือ 0.0002 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-6)

ตารางที่ 7.1-5 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ

ชนิด	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
Disodiumthio carbamade	0.1290	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
Quaternary ammonium cpd.	0.1290	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กรดเกลือ	0.0014	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ปูนขาว	0.0032	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
น้ำเกลือเข้มข้น 24%	0.0014	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
แอลกอฮอล์	0.0031	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กระสอบ PP	0.0081	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ด้ายเย็บกระสอบ	0.0191	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ถุงพลาสติก PE	0.0089	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซดาไฟน้ำ 50%	0.0151	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซดาไฟเกล็ด	0.0151	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
น้ำ	1.0000	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

กรมวิทยาศาสตร์

เรซิน	0.0240	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เศษบรรจุภัณฑ์	0.0002	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไอน้ำ	0.0050	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.0030	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ที่มา สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2557)

ตารางที่ 7.1-6 ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย

โรงงานน้ำตาล	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อ 50 กิโลกรัมน้ำตาล)	
	ทางตรง	**ทางอ้อม**
จังหวัดกาญจนบุรี	75.4975	0.0178
จังหวัดราชบุรี	79.6598	0.0018
จังหวัดสุพรรณบุรี	93.3626	0.0000
เฉลี่ย	**82.8400**	**0.0098**

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลแบบรวมการได้มาของอ้อยและการปลูกอ้อย และใช้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งอ้อยของประเทศไทยคำนวณ พบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางตรงคิดรวมการได้มาของอ้อยของโรงงานน้ำตาลเฉลี่ย 82.8400 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 50 กิโลกรัม หรือ 1.6568 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม การใช้น้ำทางอ้อมของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อยของโรงงานน้ำตาลเฉลี่ย 227.5164 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 50 กิโลกรัม หรือ 4.5503 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-7)

ตารางที่ 7.1-7 ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย

โรงงานน้ำตาล	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อน้ำตาล 50 กิโลกรัม)	
	ทางตรง	**ทางอ้อม**
จังหวัดกาญจนบุรี	75.4975	236.4617
จังหวัดราชบุรี	79.6598	202.5221
จังหวัดสุพรรณบุรี	93.3626	243.5655
เฉลี่ย	**82.8400**	**227.5164**

4) การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทราย

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อยพบว่า มีค่า 75.5154-93.3626 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-8) หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 82.8466 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-8)

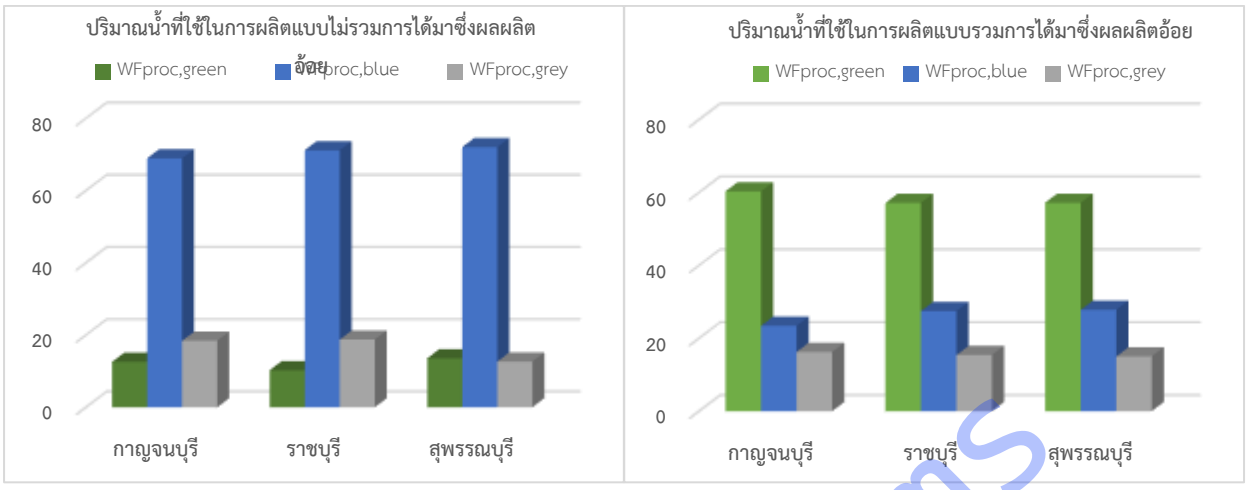
วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลแบบคิดรวมการได้มาของอ้อยพบว่า มีค่า 282.1819-336.9281 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 310.3564 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.1-8)

ตารางที่ 7.1-8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมและคิดรวมการได้มาของอ้อย

โรงงานน้ำตาล	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย (ลูกบาศก์เมตรต่อน้ำตาล 50 กิโลกรัม)	
	ไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย	**คิดรวมการได้มาของอ้อย**
จังหวัดกาญจนบุรี	75.5154	311.9592
จังหวัดราชบุรี	79.6617	282.1819
จังหวัดสุพรรณบุรี	93.3626	336.9281
เฉลี่ย	**82.8466**	**310.3564**

สำนักวิชาการ

ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานน้ำตาลทรายเขตภาคกลางพบว่า การผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม โดยไม่คิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยใช้น้ำ 82.85 ลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยร้อยละ 12.65 70.72 และ 16.63 ตามลำดับ การผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม โดยคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยใช้น้ำ 310.36 ลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยร้อยละ 58.21 26.23 และ 15.561 ตามลำดับ (ภาพที่ 7.1-1)



ภาพที่ 7.1-1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มา และแบบคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อย

การทดลองที่ 7.2 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย เริ่มจากรวบรวมข้อมูลที่ได้จาก แต่ละโรงงาน จากนั้นจัดทำบัญชีรายการชนิดและปริมาณของสาร รวมทั้งพลังงานที่เข้า–ออกของกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม และคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ต่อด้วยการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย เป็นการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาล และไม่คิดรวมการปลูกอ้อยซึ่งต้องการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานผลิตน้ำตาล

รูปแบบที่ 2 การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาล นอกจากคิดรวมการได้มาของอ้อย แล้วยังคิดรวมการปลูกอ้อยด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกอ้อยนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งอ้อยของประเทศไทยในการคำนวณ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, (2557)

โรงงานน้ำตาลที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. โรงงานน้ำตาลสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
2. โรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลอีสาน จังหวัดกาฬสินธุ์
3. โรงงานน้ำตาลมิตรกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์
4. โรงงานน้ำตาลวังขนาย (มหาวัง) จังหวัดมหาสารคาม
5. โรงงานน้ำตาลเกษตรผล จังหวัดอุดรธานี
6. โรงงานอุตสาหกรรมโคราช จังหวัดนครราชสีมา
7. โรงงานรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม (ขอนแก่น) จังหวัดขอนแก่น
8. โรงงานอุตสาหกรรมอ่างเวียน (ราชสีมา) จังหวัดนครราชสีมา
9. โรงงานน้ำตาลครบุรี จังหวัดนครราชสีมา
10. โรงงานน้ำตาลทรายขาวเริ่มอุดม จังหวัดอุดรธานี
11. โรงงานน้ำตาลกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี

กรมวิชาการเกษตร

12. โรงงานน้ำตาลขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

13. โรงงานน้ำตาลสหเรือง จังหวัดมุกดาหาร

14. โรงงานน้ำตาลบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

15. โรงงานรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม (ชัยภูมิ) จังหวัดชัยภูมิ

16. โรงงานน้ำตาลเอราวัณ จังหวัดหนองบัวลำภู

17. โรงงานน้ำตาลไทยกาญจนบุรี (อุดรธานี) จังหวัดอุดรธานี

18. โรงงานรวมเกษตรกรอุตสาหกรรม (มิตรภูหลวง) จังหวัดเลย

19. โรงงานน้ำตาลขอนแก่น (วังสะพุง) จังหวัดเลย

20. โรงงานน้ำตาลระยอง (ชัยภูมิ) จังหวัดชัยภูมิ

21. โรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม (สกลนคร) จังหวัดสกลนคร

22. โรงงานน้ำตาลมิตรกาฬสินธุ์ (อำนาจเจริญ) จังหวัดอำนาจเจริญ

โดยโรงงานน้ำตาลที่ดำเนินการให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย โรงงานน้ำตาลจังหวัดอุดรธานี โรงงานน้ำตาลจังหวัดนครราชสีมา และโรงงานน้ำตาลจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดละ 1 โรงงาน

2) การจัดทำบัญชีรายการ

การจัดทำบัญชีรายการเป็นการทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า–ออกของกระบวนการผลิตน้ำตาล 50 กิโลกรัม โดยบัญชีรายการของการผลิตน้ำตาล ขาเข้า ได้แก่ อ้อยสด อ้อยเผา สารเคมี บรรจุภัณฑ์ ไอน้ำ พลังงานไฟฟ้า และน้ำเสีย โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม ในแต่ละกระบวนการแสดงดังตารางที่ 7.2-1

ตารางที่ 7.2-1 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย

กระบวนการ	โรงงานน้ำตาลในจังหวัดภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		
	อุดรธานี	นครราชสีมา	บุรีรัมย์
1 การสกัดน้ำอ้อย			
ขาเข้า			
ปริมาณอ้อย (กก.)	716,862,940.00	1,197,121,715.10	1,759,276,340.00
น้ำร้อนพรมกากอ้อย (กก.)	223,446,173.39	849,697.32	474,792,550.00
Disodiumthio carbamade (กก.)	-	3,445.65	2,081.00
Quaternary ammonium cpd. (กก.)	-	3,487.70	3,442.00
ขาออก			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	755,501,850.00	2,768,354.64	1,750,298,868.00
กากอ้อย (กก.)	191,586,160.00	714,335,960.00	478,690,816.00
ทราย (กก.)	39,069,000.00	18,928.30	15,049,087.00
2 การผลิตน้ำตาลทรายดิบ			
ขาเข้า			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	755,501,850.00	2,768,354.64	1,750,298,868.00
ปูนขาว (กก.)	645,176.00	1,691,940.00	869,576.47
โซดาไฟน้ำ 50% (กก.)	210,000.00	241,280.00	358,750.00
โซดาไฟเกล็ด (กก.)	-	178,000.00	-
Polyacrylamide (กก.)	-	-	8,547.00
กรดเกลือ (กก.)	-	52,090.00	201,000.00

กรมวิชาการเกษตร

น้ำ (ล.)	-	-	592,344.00
ขาออก			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	48,853,810.00	183,623,560.00	80,872,900.00
โมลาส (กก.)	30,608,000.00	109,542,070.00	65,969,280.00
กากหม้อกรอง (กก.)	35,986,820.00	99,029,660.00	81,631,080.00
3 การผลิตน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	37,174,660.00	183,623,560.00	44,636,140.00
ปูนขาว (กก.)	706,319.00	2,669,610.00	729,823.43
น้ำเกลือเข้มข้น 24% (กก.)	1,613,250.00	-	-
เรซิน (กก.)	20,000.00	90,000.00	0
แอลกอฮอล์ (ล.)	247.21	4,200.00	0
น้ำร้อน (ล.)		1,795,819.91	6,053,000.00
High performance decolorants (HPD)	-	-	16151.10
High Performance Adsorbent (HPD)	-	-	34,500.00
Filter Aid	-	-	49,200.00
ขาออก			
น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์(กก.)	35,315,930.00	316,946,000.00	40,937,850.00
โมลาส (กก.)	-	109,542,070.00	-
กากหม้อกรอง (กก.)	2,148.75	15,182,070.00	2,115.76
4 การบรรจุน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายขาว (กก.)	31,185,000.00	186,789,000.00	131,106,050.00
กระสอบ PP (กก.)	31,635.00	7,146,471,251.41	382,170.00
ด้ายเย็บกระสอบ (กก.)	1,080.00	7,698,893.48	2,230.00
ถุงพลาสติก PE (กก.)	20,612.00	38,540,633.30	57,980.00
ขาออก			
น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (กก.)	31,185,000.00	130,157,000.00	131,106,050.00
เศษบรรจุ (กก.)	-	-	1,320.00

จากข้อมูลในตารางที่ 7.2-1 พบว่า กระบวนการผลิตน้ำตาลทราย ของโรงงานผลิตน้ำตาลทรายที่ศึกษา โรงงานน้ำตาลจังหวัดอุดรธานีใช้อ้อยสดและอ้อยเผาปริมาณ 716,862,940.00 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 31,185,000.00 กิโลกรัม โรงงานน้ำตาลจังหวัดนครราชสีมาใช้อ้อยสดและอ้อยเผาปริมาณ 1,197,121,715.10 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 130,157,000.00 กิโลกรัม และโรงงานน้ำตาลจังหวัดบุรีรัมย์ใช้อ้อยสดและอ้อยเผาปริมาณ 1,759,276,340.00 กิโลกรัม ได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 131,106,050.00 กิโลกรัม การได้ปริมาณน้ำตาลจากกระบวนการผลิตที่ต่างกันอาจเนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่าง ๆ และกำลังการผลิตของแต่ละโรงงานที่ศึกษา รวมถึงปริมาณอ้อยสดและอ้อยเผาที่แตกต่างกันของแต่ละโรงงานผลิตน้ำตาลทราย

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7.2-2 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม

กระบวนการ	โรงงานน้ำตาลในจังหวัดภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		
	อุดรธานี	นครราชสีมา	บุรีรัมย์
1 การสกัดน้ำอ้อย			
ขาเข้า			
ปริมาณอ้อย (กก.)	431.9654	459.8760	404.2691
น้ำร้อนพรมกากอ้อย (กก.)	134.6436	0.3264	109.1039
Disodiumthio carbamade (กก.)	-	0.0013	0.0004
Quaternary ammonium cpd. (กก.)	-	0.0013	0.0007
ขาออก			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	455.2500	461.0634	402.2061
กากอ้อย (กก.)	115.4454	274.4131	109.9997
ทราย (กก.)	23.5420	0.0072	3.4581
2 การผลิตน้ำตาลทรายดิบ			
ขาเข้า			
น้ำอ้อยรวม (กก.)	455.2483	1.0635	402.2061
ปูนขาว (กก.)	1.0344	0.6500	0.3316
โซดาไฟน้ำ 50% (กก.)	0.3367	0.0927	0.1368
โซดาไฟเกล็ด (กก.)	-	0.0684	0.0000
Polyacrylamide (กก.)	-	0.0000	0.0033
กรดเกลือ (กก.)	-	0.0200	0.0767
น้ำ (ล.)	-	0.0000	0.2259
ขาออก			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	78.3290	70.5393	30.8426
โมลาส (กก.)	49.0749	42.0807	25.1587
กากหม้อกรอง (กก.)	57.6989	38.0424	31.1317
3 การผลิตน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	59.6034	70.5393	17.0229
ปูนขาว (กก.)	1.1325	1.0255	0.2783
น้ำเกลือเข้มข้น 24% (กก.)	2.5866	0.0000	-
เรซิน (กก.)	0.0321	0.0346	-
แอลกอฮอล์ (ล.)	0.0004	0.0016	-
น้ำร้อน (ล.)	0.0000	0.6899	2.3084
High performance decolorants (HPD)	-	-	0.0062
High Performance Adsorbent (HPD)	-	-	0.0132

กรมวิชาการเกษตร

Filter Aid	-	-	0.0188
ขาออก			
น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์(กก.)	56.6233	121.7553	15.6125
โมลาส (กก.)	-	42.0807	-
กากหม้อกรอง (กก.)	0.0034	5.8322	0.0008
4 การบรรจุน้ำตาลทรายขาว			
ขาเข้า			
น้ำตาลทรายขาว (กก.)	50.0000	71.7553	50.0000
กระสอบ PP (กก.)	0.0507	2745.3273	0.1457
ด้ายเย็บกระสอบ (กก.)	0.0017	2.9575	0.0009
ถุงพลาสติก PE (กก.)	0.0330	14.8054	0.0221
ขาออก			
น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (กก.)	50.0000	50.0000	50.0000
เศษบรรจุ (กก.)	-	-	0.0005

ปริมาณอ้อยที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม โรงงานน้ำตาลจังหวัดอุดรธานีใช้อ้อย 431.9654 กิโลกรัม โรงงานน้ำตาลจังหวัดนครราชสีมาใช้อ้อย 459.8760 กิโลกรัม และโรงงานน้ำตาลจังหวัดบุรีรัมย์ใช้อ้อย 404.2691 กิโลกรัม เนื่องจากทั้ง 3 โรงงานของภาคกลางที่ศึกษามีขนาดและกำลังการผลิตที่แตกต่างกันอาจทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7.2-2)

สัดส่วนผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายคำนวณได้ 2 ประเภทคือ 1) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี หาค่าโดยใช้ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้นทางทฤษฎี 2) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง หาค่าโดยใช้ข้อมูลของโรงงานผลิตน้ำตาลคือ ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้น จนได้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์เข้าสู่กระบวนการบรรจุน้ำตาลโดยผลิตเป็นน้ำตาลทรายกระสอบละ 50 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.2-3 และ 7.2-4)

ตารางที่ 7.2-3 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

โรงงานน้ำตาลในจังหวัด	**สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของกระบวนการ**					
	อ้อยสด และอ้อยเผา (กก.)	การสกัดน้ำอ้อย (กก.)	ผลิตน้ำตาลทรายดิบ(กก.)	กรีนวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	บลูวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	เกรย์วอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)
อุดรธานี	431.9654	455.2500	78.3290	6.8287	37.3304	10.0155
นครราชสีมา	459.8760	461.0634	70.5393	6.9200	37.8071	10.1400
บุรีรัมย์	404.2691	402.2061	30.8426	6.0300	32.9809	8.8500

ตารางที่ 7.2-4 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานน้ำตาลทรายในการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

โรงงานน้ำตาลในจังหวัด	**สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของกระบวนการ**				
	น้ำตาลทรายดิบ (กก.)	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (กก.)	กรีนวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	บลูวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)	เกรย์วอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ (ลบ.ม.)
อุดรธานี	59.6034	50	6.3809	33.9739	9.0601
นครราชสีมา	70.5393	50	7.5512	40.2073	10.7221
บุรีรัมย์	17.0229	50	1.8206	9.7030	2.5904

ศูนย์วิทยทรัพยากร

3. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย เป็นการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลและไม่คิดรวมการปลูกอ้อยซึ่งต้องการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานผลิตน้ำตาล กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำในโรงงานน้ำตาล แบ่งเป็นการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม การผลิตที่ใช้น้ำทางตรงได้แก่ การสกัดน้ำอ้อย กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ และกระบวนการบรรจุน้ำตาล แต่กระบวนการที่กล่าวมานั้นไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำในแต่ละกระบวนการได้ ดังนั้นจึงใช้ค่าการใช้น้ำทั้งหมดของโรงงานผลิตน้ำตาล สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมคำนวณจากปริมาณอ้อยสด อ้อยเผา สารเคมีและวัตถุดิบในกระบวนการต่าง ๆ แล้วนำมาคูณกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแต่ละวัตถุดิบและกระบวนการ (ตารางที่ 7.2-5) พบว่า การใช้น้ำทางตรงเฉลี่ยของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายไม่คิดรวมการได้มาของอ้อยของโรงงานน้ำตาลมีค่า 76.2423 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม หรือ 1.5248 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม สำหรับกระบวนการใช้น้ำทางอ้อมเฉลี่ยของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายไม่คิดรวมการได้มาของอ้อยของโรงงานน้ำตาลมีค่า 0.0037 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 50 กิโลกรัมหรือ 0.0007 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.2-6)

ตารางที่ 7.2-5 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบในกระบวนการ

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
Disodiumthio carbamade	0.1290	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
Quaternary ammonium cpd.	0.1290	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กรดเกลือ	0.0014	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ปูนขาว	0.0032	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
น้ำเกลือเข้มข้น 24%	0.0014	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
แอลกอฮอล์	0.0031	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กระสอบ PP	0.0081	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ด้ายเย็บกระสอบ	0.0191	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ถุงพลาสติก PE	0.0089	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซดาไฟน้ำ 50%	0.0151	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซดาไฟเกล็ด	0.0151	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
น้ำ	1.0000	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เรซิน	0.0240	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เศษบรรจุภัณฑ์	0.0002	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไอน้ำ	0.0050	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.0030	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ที่มา สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2557)

ตารางที่ 7.2-6 ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย

โรงงานน้ำตาลในจังหวัด	ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร/50 กิโลกรัมน้ำตาล)	
	ทางตรง	ทางอ้อม
อุดรธานี	103.7386	0.0116
นครราชสีมา	61.2302	0.0251
บุรีรัมย์	63.7581	0.0035
เฉลี่ย	**76.2423**	**0.0037**

กรมวิชาการเกษตร

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลแบบคิดรวมซึ่งการได้มาของอ้อย นอกจากคิดรวมการได้มาของอ้อยแล้ว ยังคิดรวมการปลูกอ้อยด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกอ้อยนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งอ้อยของประเทศไทยในการคำนวณ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557) จากการคำนวณพบว่า การใช้น้ำทางตรงของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อยของแต่ละโรงงานน้ำตาลเฉลี่ย 76.2423 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 50 กิโลกรัม หรือ 1.5248 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมของกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของเฉลี่ย 201.9265 ลูกบาศก์เมตร/50 กิโลกรัมน้ำตาล หรือ 4.0385 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาล 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 7.2-7)

ตารางที่ 7.2-7 ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย

หน่วยงาน	ปริมาณน้ำใช้ (ลูกบาศก์เมตร/50 กิโลกรัมน้ำตาล)	
	ทางตรง	ทางอ้อม
โรงงานน้ำตาลอุดรธานี	103.7386	194.3960
โรงงานน้ำตาลจังหวัดนครราชสีมา	61.2302	229.4589
โรงงานน้ำตาลจังหวัดบุรีรัมย์	63.7581	181.9246
เฉลี่ย	**76.2423**	**201.9265**

4. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตน้ำตาลทราย

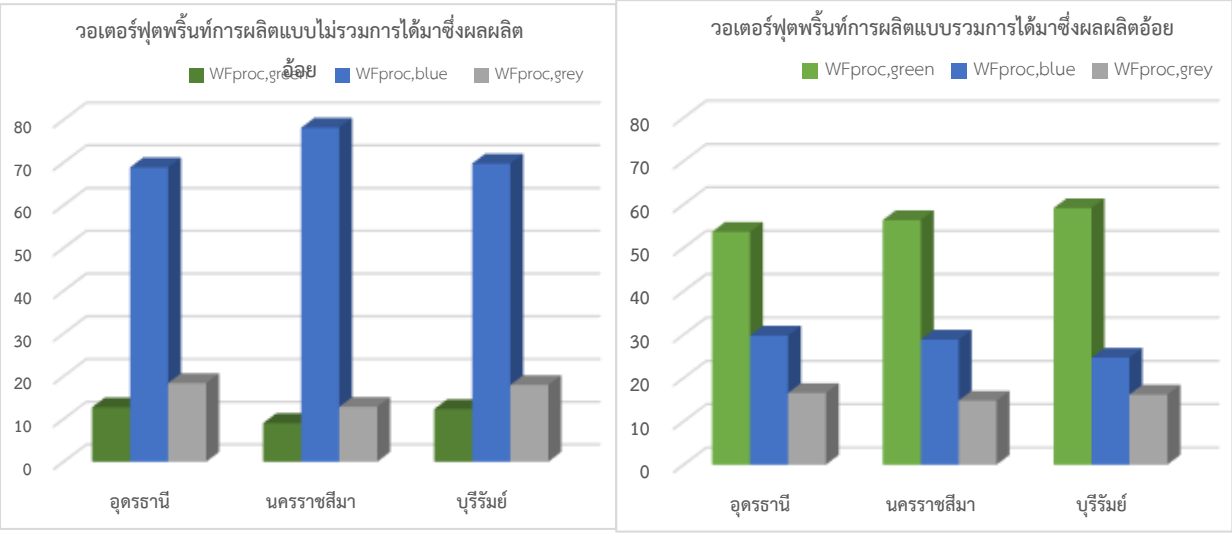
วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย ไม่คิดรวมการปลูกอ้อยซึ่งต้องประเมินจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานผลิตน้ำตาลพบว่า มีค่า 63.7616-103.7502 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 74.3407 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม สำหรับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาของอ้อยและการปลูกอ้อย ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การได้มาซึ่งอ้อยของประเทศไทยในการคำนวณ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายรวมการได้มาของอ้อย มีค่า 245.6827-298.1347 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 278.1689 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม(ตารางที่ 7.2-)

ตารางที่ 7.2-8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย และแบบคิดรวมการได้มาของอ้อย

โรงงานน้ำตาล	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย (ลูกบาศก์เมตรต่อน้ำตาล 50 กิโลกรัม)	
	ไม่คิดรวมการได้มาของอ้อย	คิดรวมการได้มาของอ้อย
จังหวัดอุดรธานี	103.7502	298.1347
จังหวัดนครราชสีมา	83.7450	290.6892
จังหวัดบุรีรัมย์	63.7616	245.6827
เฉลี่ย	**74.3407**	**278.1689**

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 50 กิโลกรัมโดยไม่คิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 83.7523 ลูกบาศก์เมตร/น้ำตาลทราย 50 กิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยร้อยละ 11.3598 72.2558 และ 16.3845 และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย 50 กิโลกรัมโดยคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อยมีค่า 278.1689 ลูกบาศก์เมตร เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยร้อยละ 56.4088 27.7629 และ 15.8282 (ภาพที่ 7.2-1)

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 7.1-1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายแบบไม่คิดรวมการได้มาและแบบคิดรวมการได้มาซึ่งผลผลิตอ้อย

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้ (ปี 2564)	17	เรื่อง	**1. องค์ความรู้ใหม่ (ปี 2564)** หลักฐานตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้ และเอกสารองค์ความรู้หน้าแรกบรรจุในภาคผนวกตามคำรับรองที่ 1	18	เรื่อง	1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 2 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเขตภาคใต้ 3 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเขตภาคตะวันออกและตะวันตก 4 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเขตภาคกลางและภาคเหนือ 6 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยในสภาพอาศัยน้ำฝนและสภาพให้น้ำชลประทาน	การผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันผ่านระบบการจัดการการผลิตที่ดีทำให้ลดขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำอย่างยั่งยืน การผลิตปาล์มน้ำมันโดยจัดการธาตุอาหารและน้ำตามความต้องการและเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกที่ต่างกันในเขตภาคใต้ ภาคตะวันออกและตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือและภาคกลาง ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แตกต่างกันตามความเหมาะสมของพื้นที่และการจัดการ-ลดขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำอย่างยั่งยืน การใช้พันธุ์ที่ดีและเทคโนโลยีในการผลิตอ้อยในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่างกัน ผ่านการจัดการที่เหมาะสมมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อย และเป็นการใช้น้ำฝน-น้ำชลประทานหรือน้ำใต้ดินที่มีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้ (ปี 2564)	17	เรื่อง	**1. องค์ความรู้ใหม่ (ปี 2564)** หลักฐานตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้ และเอกสารองค์ความรู้หน้าแรกบรรจุในภาคผนวกตามคำรับรองที่ 1	18	เรื่อง	7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังที่จัดการน้ำแตกต่างกัน 8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร 9 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง	ปัจจัยที่สำคัญในการผลิตมันสำปะหลัง คือ ความเหมาะสมของพื้นที่-การจัดการน้ำและธาตุอาหารที่เหมาะสม และส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังอย่างมาก รวมถึงพันธุ์-ช่วงปลูกที่เหมาะสม การจัดการระบบปลูกช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำฝนและน้ำชลประทานได้ดี หรือลดขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ การลดขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง ต้องไปลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังในไร่มัน โดยใช้เทคโนโลยีการจัดการน้ำและธาตุอาหารที่เหมาะสมร่วมกับพันธุ์และช่วงเวลาปลูกโดยคำนึงถึงช่วงการขาดน้ำให้น้อยที่สุดในช่วงที่มันสำปะหลังต้องการน้ำ และลดน้ำใช้ในขั้นตอนการผลิตแป้งดิบในส่วนที่สามารถจัดการได้เพิ่มเติม

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้ (ปี 2564)	17	เรื่อง	**1. องค์ความรู้ใหม่ (ปี 2564)** หลักฐานตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้ และเอกสารองค์ความรู้หน้าแรกบรรจุในภาคผนวกตามคำรับรองที่ 1	18	เรื่อง	10 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก) 11 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน 12 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	การลดขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ-น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ต้องลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคโนโลยีการจัดการน้ำและธาตุอาหารที่เหมาะสม รวมถึงการเลือกใช้แหล่งผลิตปาล์มน้ำมันที่มีค่าวอเตอร์ฟุพริ้นท์ หรือพื้นที่การผลิตใกล้โรงงานสกัด-โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์ม และลดน้ำใช้ในขั้นตอนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ-น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เช่น การลดปริมาณสารเคมี การบริหารการขนส่ง
						13 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกาแฟโรบัสตาและอะราบิกา	ต้องใช้พันธุ์ การจัดการน้ำและธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตกาแฟ มากกว่าการอาศัยการจัดการต่างๆ จากพืชร่วม หากต้องการเพิ่มผลผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือลดขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟโรบัสตาและอะราบิกา

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. องค์ความรู้ (ปี 2564)	17	เรื่อง	**1. องค์ความรู้ใหม่ (ปี 2564)** หลักฐานตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้ และเอกสารองค์ความรู้หน้าแรกบรรจุในภาคผนวกตามคำรับรองที่ 1	18	เรื่อง	14 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน 15 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 16 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 17-18 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง	การใช้พันธุ์ที่ดีและเทคโนโลยีในการผลิตข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่างกัน ผ่านการจัดการที่เหมาะสมมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวโพด และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำฝน-น้ำชลประทาน-น้ำใต้ดินที่มีปริมาณจำกัดอย่างยั่งยืน การลดขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตน้ำตาลทราย ต้องลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยโดยใช้เทคโนโลยีการจัดการน้ำและธาตุอาหารที่เหมาะสม รวมถึงการเลือกใช้แหล่งผลิตอ้อยที่มีการจัดการที่ดีและมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ หรือเลือกพื้นที่การผลิตอ้อยใกล้โรงงานและลดน้ำใช้ในขั้นตอนการผลิต เช่น ลดปริมาณสารเคมี บริหารการขนส่งที่ดีและมีประสิทธิภาพ บริหารจัดการใช้น้ำในระบบผลิตน้ำตาลทรายอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
2. ผลงานตีพิมพ์ (ปี 2565) 1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 2) รูปแบบการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศไทย 3) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 4) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง 5) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งดิบมันสำปะหลัง 6) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ 7) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 8) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 9) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 10) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย	10	เรื่อง	**2. ผลงานตีพิมพ์ (ปี 2564)** หลักฐานตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้ และเอกสารผลงานตีพิมพ์หน้าแรกบรรจุในภาคผนวกตามคำรับรองที่ 2	6	เรื่อง	1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ในการประชุมวิชาการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 30 กรกฎาคม 2564 (หน้า 413-430) 2) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ในการประชุมวิชาการ ด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 30 กรกฎาคม 2564 (หน้า 365-382) 3) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยในสภาพอาศัยน้ำฝนและให้น้ำชลประทานในบางแหล่งปลูกสำคัญ วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 39 (1) มกราคม-เมษายน 2564 (หน้า 17-28) 4) การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยในประเทศไทยภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยแบบจำลอง CANEGRO วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 2 2561 (หน้า 161-166)	การผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันผ่านระบบการจัดการการผลิตที่ดีทำให้ลดขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำอย่างยั่งยืน การผลิตปาล์มน้ำมันโดยจัดการธาตุอาหารและน้ำตามความต้องการและเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกที่ต่างกันทำให้ผลผลิตเพิ่ม-ลดขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือเพิ่มประสิทธิ ภาพการใช้น้ำอย่างยั่งยืน การใช้พันธุ์ที่ดีและเทคโนโลยีในการผลิตอ้อยในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่างกัน ผ่านการจัดการที่เหมาะสมมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อย และเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำทั้งน้ำฝนและน้ำจากชลประทานหรือน้ำใต้ดินที่มีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน และการใช้แบบจำลอง CANEGRO ช่วยให้ปรับระบบการผลิตได้มีอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
2. ผลงานตีพิมพ์ (ปี 2565) (ต่อ)	10	เรื่อง	**2. ผลงานตีพิมพ์ (ปี 2564)**	6	เรื่อง	5) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 36 (2) พฤษภาคม-สิงหาคม 2561 (หน้า 173-185) 6) การเจริญเติบโตและการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ในสภาพอาศัยน้ำฝน วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 39 (3) กันยายน-ธันวาคม 2564 (หน้า 273-283)	การผลิตมันสำปะหลัง ปัจจัยที่สำคัญคือ ความเหมาะสมของพื้นที่และการจัดการน้ำที่เหมาะสม และส่งผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก รวมถึงพันธุ์-ช่วงปลูกที่เหมาะสม การจัดการระบบปลูกจากผลงานวิจัยช่วยให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงขึ้น และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำฝนและน้ำชลประทานได้ดี หรือเป็นการลดขนาดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ การเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมในพื้นที่อาศัยน้ำฝนร่วมกับการจัดการที่ดี เกษตรกรได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำฝนที่มีปริมาณจำกัดได้อย่างดี

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
3. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ (ปี 2565) **นำเสนอแบบโปสเตอร์** 1) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 2) รูปแบบการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศไทย 3) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 4) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง 5) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแป้งมันสำปะหลัง 6) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ 7) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน 8) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 9) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย 10) การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำตาลทราย	10	เรื่อง	นำเสนอแบบโปสเตอร์	-	เรื่อง		

กรมวิชาการเกษตร

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
1. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน .จากการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละหน่วยงานพบว่า มีความแตกต่างมากกว่า 10 เท่า ซึ่งเกิดจากรูปแบบการผลิตและปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกัน จึงนำขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตมาประมวลให้ได้รูปแบบการผลิตที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และนำไปเผยแพร่ทำความเข้าใจกับแหล่งผลิตให้นำไปปรับใช้ เช่น แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันของหน่วยงานภายใต้สังกัดกรมวิชาการเกษตร แปลงเพาะกล้าของรายย่อย ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ หรือลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์	2562-2564
2. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตปาล์มน้ำมัน จากการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก การจัดการน้ำและธาตุอาหาร พันธุ์ที่ปลูก ฯ สำหรับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางถึงสูง พบว่า การจัดการมีผลต่อผลผลิตอย่างมาก สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยถึงไม่เหมาะสม พบว่า สภาพภูมิอากาศ สภาพดิน และการจัดการมีผลต่อผลผลิตอย่างมาก จึงสรุปรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรนำเทคนิคการจัดการดังกล่าวไปปรับใช้ในสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และให้เกษตรกรในโครงการนำไปขยายผลให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในชุมชนรับทราบและปฏิบัติตาม ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและสามารถลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก และเป็นการผลิตที่มีความยั่งยืนจากการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ	2564 เป็นต้นไป
3. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในบางขั้นตอนของโรงงานแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งต้องทำมาตรฐานการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ประกอบกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ส่วนใหญ่ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาจากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทะลายปาล์มน้ำมันและการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งการจัดการที่ดีจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทะลายปาล์มน้ำมันได้ ตามแหล่งที่มาของทะลายปาล์มน้ำมัน ดังนั้นหากโรงงานสกัดและโรงงานกลั่นบริสุทธิ์ใช้แหล่งผลิตทะลายปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่ดี จะลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
4. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตอ้อย จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยพบว่า ปัจจัยที่มีผลมากต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ วันปลูก สภาพภูมิอากาศ พันธุ์ และการจัดการ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตอ้อยที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
5. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตมันสำปะหลัง จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังพบว่า ปัจจัยที่มีผลมากต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ พันธุ์ และการจัดการฯ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
6. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตกาแฟโรบัสตาและอะราบิกา ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟขึ้นกับปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตกาแฟที่เหมาะสมตามชนิดของกาแฟในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกร	2564 เป็นต้นไป

กรมวิชาการเกษตร

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
7. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อน ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อนพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ พันธุ์ พื้นที่ปลูกและการจัดการฯ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตข้าวโพดฝักสดที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดฝักสด ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
8. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ (ลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) ในการผลิตแป้งมันสำหลัง การลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลังที่ได้ผลที่สุด คือ การเลือกใช้มันสำปะหลังที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ ดังนั้นหากโรงงานมีการเลือกซื้อมันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติดังกล่าวในการผลิตแป้งมัน โรงงานจะสามารถลด8jkวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
9. มีต้นแบบแปลงพืชเศรษฐกิจ (ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟและข้าวโพดฝักสด) ในพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูง ทั้งด้านผลผลิต การจัดการการผลิตและการใช้ทรัพยากรน้ำ โครงการนี้ได้เลือกดำเนินการในพื้นที่ปลูกที่ปลูกพืชเศรษฐกิจแหล่งใหญ่หลายพื้นที่เป็นตัวแทน ซึ่งมีความเหมาะสมของพื้นที่ พันธุ์ที่ใช้ และการจัดการที่แตกต่างกันไปตามความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร แต่ในระหว่างวิจัยได้มีการให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการการผลิตพืชแต่ละชนิด ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้จากเดิม (หากจัดการตามคำแนะนำ) ส่งผลให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง และเป็นแหล่งเรียนรู้ของเกษตรกรในชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี	2564 เป็นต้นไป
10. การลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตของปาล์มน้ำมัน เกษตรกรเข้าใจในการจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบ เข้าใจถึงชนิดของปุ๋ยที่ควรใช้ให้ตรงกับสมบัติของดินและอัตราของปุ๋ยที่ตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
11. การลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตของอ้อย เกษตรกรเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในพื้นที่ ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมโดยคำนึงค่าการขาดน้ำเป็นสำคัญ (ค่าการขาดน้ำในช่วงพัฒนาผลผลิตต้องมีค่าต่ำที่สุด) การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป
12. การลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตของมันสำปะหลัง เกษตรกรเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมในพื้นที่ ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมโดยคำนึงค่าการขาดน้ำเป็นสำคัญ (ค่าการขาดน้ำในช่วงพัฒนาผลผลิตควรมีค่าต่ำที่สุด) การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์	2564 เป็นต้นไป

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

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : จากการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันในแต่ละหน่วยงานพบว่า มีความแตกต่างมากกว่า 10 เท่า ซึ่งเกิดจากรูปแบบการผลิตและปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกัน จึงนำขั้นตอนต่าง ๆ ในการผลิตมาประมวลให้ได้รูปแบบการผลิตที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และนำไปเผยแพร่ทำความเข้าใจกับแหล่งผลิตให้นำไปปรับใช้ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและสามารถลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์	

กรมวิทยาศาสตร์

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
: จากการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือ ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก การจัดการน้ำและธาตุอาหาร พันธุ์ที่ปลูก ฯ สำหรับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางถึงสูง พบว่า การจัดการมีผลต่อผลผลิตอย่างมาก สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยถึงไม่เหมาะสม พบว่า สภาพภูมิอากาศ สภาพดิน และการจัดการมีผลต่อผลผลิตอย่างมาก จึงได้สรุปรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรนำเทคนิคการจัดการดังกล่าวไปปรับใช้ในสวนปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และให้เกษตรกรในโครงการนำไปขยายผลให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในชุมชนรับทราบและปฏิบัติตาม ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและสามารถลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ตามความเหมาะ สมของพื้นที่ปลูก และเป็นการผลิตที่มีความยั่งยืนจากการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในบางขั้นตอนของโรงงานแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะต้องทำเป็นมาตรฐานการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ประกอบกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ส่วนใหญ่ของการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์มาจากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทะลายปาล์มน้ำมัน ซึ่งการจัดการที่ดีจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทะลายปาล์มน้ำมันได้ ดังนั้นโรงงานสกัดและโรงงานกลั่นบริสุทธิ์จึงสามารถลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ตามแหล่งที่มาของทะลายปาล์มน้ำมัน : จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยพบว่า ปัจจัยที่มีผลมากต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ วันปลูก สภาพภูมิอากาศ พันธุ์ และการจัดการ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตอ้อยที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ : จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลังพบว่า ปัจจัยที่มีผลมากต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ พันธุ์ และการจัดการฯ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ : ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟขึ้นกับปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตกาแฟที่เหมาะสมตามชนิดของกาแฟในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกร : ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อนพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ พันธุ์ พื้นที่ปลูกและการจัดการฯ ผู้วิจัยจึงมีรูปแบบการจัดการการผลิตข้าวโพดฝักสดที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่ให้ผลผลิตสูง และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ เพื่อเผยแพร่และส่งเสริมให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดฝักสด ซึ่งจะช่วยลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ : การลดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งมันสำปะหลังที่ได้ผลที่สุด คือ การเลือกใช้มันสำปะหลังที่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ ดังนั้นหากโรงงานมีการเลือกซื้อมันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติดังกล่าวในการผลิตแป้งมัน โรงงานจะสามารถลด8jkวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ : โครงการนี้ได้เลือกดำเนินการในพื้นที่ปลูกที่ปลูกพืชเศรษฐกิจแหล่งใหญ่หลายพื้นที่เป็นตัวแทน ซึ่งมีความเหมาะสมของพื้นที่ พันธุ์ที่ใช้ และการจัดการที่แตกต่างกันไปตามความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร แต่ในระหว่างวิจัยได้มีการให้ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการการผลิตพืชแต่ละชนิด ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้จากเดิม (หากจัดการตามคำแนะนำ) ส่งผลให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง และเป็นแหล่งเรียนรู้ของเกษตรกรในชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี	2563 เป็นต้นไป

กรมวิชาการเกษตร

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
: เกษตรกรเข้าใจในการจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบ เข้าใจถึงชนิดของปุ๋ยที่ควรใช้ให้ตรงกับสมบัติของดินและอัตราของปุ๋ยที่ตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ : เกษตรกรเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์อ้อยที่เหมาะสมในพื้นที่ ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมโดยคำนึงค่าการขาดน้ำเป็นสำคัญ (ค่าการขาดน้ำในช่วงพัฒนาผลผลิตต้องมีค่าต่ำที่สุด) การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ : เกษตรกรเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมในพื้นที่ ช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมโดยคำนึงค่าการขาดน้ำเป็นสำคัญ (ค่าการขาดน้ำในช่วงพัฒนาผลผลิตควรมีค่าต่ำที่สุด) การจัดการน้ำ และการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์	
ด้านสังคม : เกษตรกรผู้ผลิตพืชเศรษฐกิจ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง กาแฟ ข้าวโพดฝักสด และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงโรงงานต่างๆ ที่ประกอบอาชีพแปรรูปผลผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น โรงงานสกัดน้ำมันซึ่งผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ฌรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มซึ่งผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โรงงานแป้งซึ่งผลิตแป้งมัน และโรงงานน้ำตาลซึ่งผลิตน้ำตาลทราย มีความตระหนักและให้ความสำคัญกับทรัพยากรน้ำที่มีปริมาณจำกัดมากขึ้น และมีนโยบายที่จะใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีการแบ่งปัน ทำให้สังคมของอาชีพเกษตรกรรมมีความรู้ ความเข้าใจในการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน	2563 เป็นต้นไป
ด้านสิ่งแวดล้อม : ผู้ผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ส่วนราชการ/เอกชน) ลดการใช้น้ำได้อย่างน้อย 30 เปอร์เซ็นต์ จากกระบวน การผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้ผลิตและไม่มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน : ต้นทุนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันลดลง จากการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ในสภาวะที่ปริมาณน้ำใช้ทางการเกษตรมีอย่างจำกัด : กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีความตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของทรัพยากรน้ำ ส่งผลให้การใช้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น : การผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีความยั่งยืน เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ก่อให้เกิดปัญหากับทรัพยากรน้ำและสภาพแวดล้อมโดยรวม : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ตลอดถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มมีค่าลดลง เนื่องจากการผลิตต้นน้ำของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันมีค่าลดลงจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น จากการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ในแต่ละภาค ส่งผลให้เกิดความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัด : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ตลอดถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มมีค่าลดลง เนื่องจากการผลิตทะลายปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นต้นน้ำของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง : เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีความมั่นคงในการประกอบอาชีพ เนื่องจากต้นทุนการผลิตลดลง ประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันมีค่าเพิ่มสูงขึ้น การผลิตมีความยั่งยืนจากการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีศักยภาพ : เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีความเข้าใจในการจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และสามารถขยายผลการจัดการที่มีประสิทธิภาพต่อเกษตรกรรายอื่นได้	

กรมวิชาการเกษตร

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
: เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและเหมะสมตามความเหมาะสมของพื้นที่และเป็นการรักษาศักยภาพการผลิตของดินได้อย่างยั่งยืนจากการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม : เกษตรกรตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำหรือน้ำฝนที่มีจำกัด และพร้อมที่จะใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการจัดการการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสม : โรงงานมีระบบสกัดต้นแบบที่สามารถลดการใช้น้ำได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่ลดลง : โรงงานมีกระบวนการสกัดต้นแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นการผลิตที่ยั่งยืนเนื่องจากมีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง) : เป็นการนำร่องการผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่มีข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับประกอบการซื้อขายที่มีแนวโน้มจะมีการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่การตั้งกำแพงภาษี ซึ่งเป็นการรองรับการจัดการด้านการตลาดในอนาคต และสามารถปรับการผลิตเพื่อให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลงตั้งแต่การผลิตต้นน้ำ (การผลิตต้นกล้า การผลิตทะลายปาล์มน้ำมันคุณภาพป้อนโรงงานสกัด) ถึงกลางน้ำ (การผลิตน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์) และปลายน้ำ (ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากน้ำมันปาล์ม) : เกษตรกรเขตอาศัยน้ำฝนมีรายได้เพิ่มขึ้นจากผลผลิตอ้อยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากวันปลูกมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำและค่าความต้องการน้ำที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ปลูก : การเพิ่มศักยภาพการใช้พื้นที่ปลูกอ้อย (ผลผลิตเพิ่มขึ้นในพื้นที่เดิม) ต้นทุนการผลิตลดลง เนื่องจากอ้อยสามารถใช้ปุ๋ยเคมีได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น จากปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตที่ลดลง มีการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น มีการใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การผลิตมีความยั่งยืนใช้ทรัพยากรน้ำที่มีจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการใช้น้ำในการผลิต : ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยตั้งแต่แปลงปลูกจนถึงแปรรูปเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ประกอบการส่งออกในอนาคต และลดการกีดกันทางการค้าในอนาคตที่จะเกิดขึ้นต่อไป : เกษตรกรผลิตเมล็ดกาแฟคุณภาพได้ในปริมาณที่สูงขึ้นและคุณภาพที่เพิ่มขึ้น) และมีข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์กำกับผลิตภัณฑ์ แสดงถึงการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และตระหนักในความสำคัญของระบบการผลิตกาแฟที่เหมาะสมกับพื้นที่ (พันธุ์ วันปลูก การจัดการน้ำและธาตุอาหาร) รวมถึงความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และตระหนักในความสำคัญของระบบการผลิตข้าวโพดหวานที่เหมาะสมกับพื้นที่ (พันธุ์ วันปลูก การจัดการน้ำและธาตุอาหาร) รวมถึงความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด : เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และตระหนักในความสำคัญของระบบการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่เหมาะสมกับพื้นที่ (พันธุ์ วันปลูก การจัดการน้ำและธาตุอาหาร) รวมถึงความสำคัญของน้ำที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	
	2564 เป็นต้นไป

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

กรมวิชาการเกษตร

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

ด้านนโยบาย โดยภาครัฐ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ กรม-สำนักต่างๆ ภายใต้สังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (การยางแห่งประเทศไทย)

โดยการนำข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจซึ่งประกอบด้วย ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด (ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อนและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) และกาแฟ (โรบัสตาและอะราบิกา) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากปาล์มน้ำมัน อ้อยและมันสำปะหลัง ไปใช้ในการกำหนดนโยบายการกำหนดเขตพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการที่แตกต่างกัน ทั้งสมบัติของดิน สภาพภูมิอากาศและการจัดการที่แตกต่างกัน รวมถึงเป็นการคำนึงถึงนโยบายการจัดการน้ำภาคการเกษตรได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุดในการผลิตพืชแต่ละชนิดเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกร รวมถึงการคาดการณ์ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจหลากหลายชนิดจากการจัดการการผลิตที่แตกต่างกัน ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตแตกต่างกัน และสามารถใช้ข้อมูลความต้องการน้ำของพืช ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย และค่าความต้องการน้ำชลประทานซึ่งได้จากการคำนวณข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 30 ปี ไปกำหนดช่วงวันปลูกที่เหมาะสมโดยเฉพาะพืชไร่ที่มีอายุสั้น ซึ่งส่วนใหญ่ปลูกในเขตที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน (ไม่มีระบบชลประทาน) เพื่อให้ช่วงที่พืชดังกล่าวมีความต้องการน้ำปริมาณสูงไปสอดคล้องกับช่วงที่มีความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำต่ำสุด

ด้านสังคม โดยภาครัฐ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม การอบรม การเผยแพร่ความรู้/เทคโนโลยีการเกษตรกรที่เหมาะสม ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (การยางแห่งประเทศไทย) กรมการปกครอง หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น อบจ. อบต. กระทรวงมหาดไทย รวมถึงหน่วยงานต่างๆ ภายในจังหวัดที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความรู้ด้านการผลิตพืชในพื้นที่ เพื่อจัดสรรงบพัฒนาจังหวัดในการใช้ประโยชน์งานวิจัย เชิงสังคม

เป็นการพัฒนาผ่านหน่วยงานต่างๆ ที่มีในระดับตำบล-อำเภอสำหรับการจัดอบรมเกษตรกรหัวก้าวหน้า หรือ Smart Farmer รวมถึงผู้นำท้องถิ่นที่มีศักยภาพในการนำการเปลี่ยนแปลง และเป็นที่เชื่อถือของคนในชุมชน เพื่อให้เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจตามความต้องการของพืชทั้งการจัดการน้ำ-ธาตุอาหาร การคัดเลือกพันธุ์ปลูกให้เหมาะสมกับพื้นที่ การกำหนดช่วงปลูกที่เหมาะสมสำหรับพืชอายุสั้น โดยเป็นการปฏิบัติให้เห็นจากของจริงทำให้ชุมชนตระหนักรู้ในการผลิตพืชหลักประจำท้องถิ่นของตัวเอง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการผลิตนำมาซึ่งการเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มศักยภาพ-ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรน้ำ การใช้น้ำฝน การใช้ปุ๋ย-ธาตุอาหาร และที่สำคัญคือศักยภาพการใช้ที่ดินเพิ่มมากกว่าที่ผลิตพืชมาในอดีต ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ลดค่าใช้จ่ายด้านการเกษตร การผลิตพืช-การเกษตรมีความยั่งยืน ทำให้เกษตรกรมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมถึงเศรษฐกิจการครองชีพ ไม่ก่อให้เกิดภาระทางสังคม ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางอาชญากรรม สังคมสงบสุข

ด้านเศรษฐกิจ โดยภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม การอบรม การเผยแพร่ความรู้/เทคโนโลยีการเกษตรกรที่เหมาะสม ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (การยางแห่งประเทศไทย) กรมการปกครอง หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น อบจ. อบต. กระทรวงมหาดไทย รวมถึงหน่วยงานต่างๆ ภายในจังหวัดที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความรู้ด้านการผลิตพืชในพื้นที่ เพื่อจัดสรรงบพัฒนาจังหวัดในการใช้ประโยชน์งานวิจัย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน หน่วยงานเอกชนได้แก่ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (แบบมาตรฐาน แบบหีบรวมระดับชุมชน โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ แปลงเพาะกล้าปาล์มน้ำมันภาคเอกชน-รายย่อย โรงงานน้ำตาลทราย โรงงานแป้งมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

เป็นการนำความรู้-ข้อมูล จากการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวนมากในทุกพื้นที่หลักทั่วประเทศของการผลิตพืชเศรษฐกิจ 5 ชนิด ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด (ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อนและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) และกาแฟ (โรบัสตาและอะราบิกา) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากปาล์มน้ำมัน อ้อยและมันสำปะหลัง ไปใช้ประโยชน์ในการปรับการจัดการผลิตให้ถูกต้องเหมาะสม ตรงตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่ และช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ/ประเทศผู้ผลิตรายอื่น ช่วยลดข้อกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่กำแพงภาษีกับต่างประเทศในกรณีที่มีการกีดกันทางการค้าสินค้าผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ ว่าไม่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม รวมถึงเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดมากขึ้น ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจากการใช้ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้ตรงตามความต้องการของพืช ช่วยลดต้นทุนการผลิต รายรับจากการผลิตสินค้าเกษตรต่อหน่วยมีรายได้เพิ่มขึ้น

ด้านวิชาการ โดยภาครัฐ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ กรม-สำนักต่างๆ ภายใต้สังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (การยางแห่งประเทศไทย)

นักวิชาการจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพืชเศรษฐกิจ นำข้อมูลต่างๆ ไปปรับใช้ในการต่อยอดวิจัย การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย เนื่องจากงานวิจัยของโครงการนี้มีความหลากหลายทั้งชนิดพืช พันธุ์พืช การจัดการน้ำกับพืช การจัดการธาตุอาหารของพืช การปรับระบบการผลิตเมล็ดงอก-ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การเลือกช่วงวันปลูกที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงค่าต่างที่คำนวณจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การนำไปปรับใช้ในพื้นที่ของเกษตรกร/นักวิชาการเอง และผลจากการต่อยอดงานวิจัย การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการส่งผลดีต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชอย่างต่อเนื่อง และมีการปรับใช้ได้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

กรมวิชาการเกษตร

*** คำจำกัดความการนำใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน**

1. **ด้านนโยบายและสาธารณะ** การนำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบาย อาจเป็นนโยบายระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่นการใช้ประโยชน์ด้านนโยบายจะรวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปสังเคราะห์เป็นนโยบายหรือทางเลือกเชิงนโยบาย (Policy options) แล้วนำนโยบายนั้นไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพื่อประโยชน์ของสังคม และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างสังคมคุณภาพ และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2. **ด้านพาณิชย์/เศรษฐกิจ** เป็นผลงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการพัฒนาจากสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการ

3. **ด้านสังคมและชุมชน** การนำกระบวนการ วิธีการ องค์ความรู้ การเปลี่ยนแปลงการเสริมพลัง อันเป็นผลกระทบ ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นพื้นที่ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์การขยายผลต่อชุมชนท้องถิ่น หรือรวมถึงสังคมอื่น

4. **ด้านวิชาการ** เป็นผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ระดับชาติหนังสือ ตำรา บทเรียน ไปเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทางหนังสือพิมพ์ / วารสาร / โทรทัศน์ / วิทยุ / คู่มือ / แผ่นพับ การฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผล

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมัน มีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการในแต่ละขั้นตอนการผลิต ประกอบด้วยการจัดวางต้นกล้าซึ่งมีจำนวนต่อพื้นที่และระยะการวางต่างกัน ทำให้จำนวนต้นกล้าต่อพื้นที่มีจำนวนมากน้อยต่างกันเมื่อนำไปคำนวณกับปริมาณน้ำที่ให้ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำต่างกัน ระบบการให้น้ำที่ต่างกันซึ่งช่วยลดพื้นที่การสูญเสียน้ำทำให้การใช้น้ำน้อยลง และการจัดการปุ๋ยในปริมาณที่ต่างกันส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากมีระบบการจัดการที่ดีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี และต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม และหากเลือกผลิตในฤดูที่มีปริมาณฝนเหมาะสมจะลดต้นทุนการให้น้ำได้ สำหรับสาเหตุที่บางหน่วยงานมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันต่ำ เนื่องบางหน่วยงานไม่มีการควบคุมการผลิตที่ได้มาตรฐาน แต่เมื่อได้รับคำแนะนำ หน่วยงานดังกล่าวได้มีการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนระบบการผลิตตามคำแนะนำเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำมีค่าสูงขึ้น (ใช้น้ำลดลงในการผลิตต้นกล้า)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคใต้ มีค่า 1,245-1,474 มิลลิเมตรต่อปี ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและค่าระเหยน้ำแต่ละจังหวัด ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ย 30 ปีของพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี คลองท่อม จังหวัดกระบี่ ท่าแซะ จังหวัดชุมพร สิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช คุระบุรี จังหวัดพังงา สิเกา จังหวัดตรัง มะนัง จังหวัดสตูล และกระบุรี จังหวัดระนองมีค่า 1,262 1,417 1,329 1,409 1,393 1,592 1,444 และ 1,502 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทาน จังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ระนอง (380 มิลลิเมตรต่อปี) สำหรับตรัง กระบี่ สตูล พังงา ชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช มีค่าการขาดน้ำ 350 290 283 264 231 217 และ 153 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันกระบุรี จังหวัดระนองมีค่าต่ำสุด 567 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมะนัง จังหวัดสตูล มีค่าสูงสุด 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยพบว่าในช่วงปาล์มอายุ 1-4 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงมาก ส่งผลต่อภาพรวมเฉลี่ยตลอด 25 ปี วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และชุมพร มีค่า 625 799 805 842 846 และ 979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ

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

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคเหนือและภาคกลาง ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันภาคเหนือมีค่า 1,261-1,761 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยของจังหวัดเชียงราย น่าน สุโขทัย พิษณุโลก อุทัยธานี และ

กรมวิชาการเกษตร

ปทุมธานีมีค่า 1,027 899 873 931 849 และ 923 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ความต้องการน้ำชลประทานของอุทัยธานี ปทุมธานี สุโขทัย พิษณุโลก น่าน และเชียงรายมีค่า 916 862 788 658 567 และ 405 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของพิษณุโลก อุทัยธานี เชียงราย น่าน สุโขทัย มีค่า 906 1,102 1,188 1,378 และ 1,759 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ทะลาย ตามลำดับ ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีผลต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันประกอบด้วย ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันช่วง 3 ปีแรกยังไม่ให้ผลผลิต ในปีที่ 4 ผลผลิตมีค่าไม่มากนัก เนื่องจากเป็นระยะแรก ส่งผลให้ช่วงดังกล่าวเป็นช่วงใช้น้ำอย่างเดียว ความเหมาะสมของพื้นที่ สมบัติของดินและสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณและการกระจายตัวของฝน (จำนวนวันฝนตก) และค่าระเหยน้ำ และปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยคือ การจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ทั้งการจัดการน้ำและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ผลผลิตสูง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะมีค่าต่ำ แต่หากผลผลิตต่ำ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูง) การจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยใช้การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการจากผลวิเคราะห์ดินใบ เป็นวิธีที่แม่นยำและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีการปรับความสมดุลของธาตุอาหาร ไม่ให้ขัดแย้งกันเอง (antagonism) ปาล์มน้ำมันใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้อย่างดี (กรณีค่าขาดน้ำต่ำกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อย

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน มันสำปะหลังที่ให้น้ำต่างกัน 3 ระดับคือ ให้น้ำไม่จำกัด (นครราชสีมา) ให้น้ำจำกัด (กำแพงเพชร) และอาศัยน้ำฝน (ระยอง) คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังหัวสด 1 ตัน 2 รอบการผลิตระหว่างปี 2558-2560 พบว่า คาเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 147-366 ลบ.ม.โดยเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 92-339 ลบ.ม.หรือร้อยละ 48-87 เป็นบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0-21 ลบ.ม.หรือร้อยละ 0-9 และเป็นเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 29-97 ลบ.ม.หรือร้อยละ 13-48 โดยพื้นที่ที่ให้น้ำไม่จำกัดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211 ลบ.ม. ส่วนพื้นที่ให้น้ำจำกัดและพื้นที่อาศัยน้ำฝน มีค่า 224 และ 301 ลบ.ม.ตามลำดับ ผลผลิตที่สูงให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่ำ การให้น้ำถูกจังหวะตามความต้องการช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้น พันธุ์และช่วงปลูกมีผลให้ขนาดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกันถึงแม้จะปลูกในพื้นที่เดียวกัน การปลูกในช่วงปลายฝนมีปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการของมันสำปะหลัง ต้องให้น้ำในพื้นที่ที่มีน้ำต้นทุนจำกัดต้องให้ในจำนวนที่เหมาะสมร่วมกับการเลือกช่วงปลูกให้เหมาะสม หลีกเลี่ยงการปลูกในช่วงมิถุนายน ซึ่งน้ำฝนไม่เพียงพอกับความต้องการของมันสำปะหลังในช่วงที่กำลังสะสมน้ำหนัก สำหรับพื้นที่อาศัยน้ำฝนการปลูกในเดือนพฤศจิกายน ทำให้เกิดขาดน้ำในช่วงอายุ 3-5 เดือนมากกว่าการปลูกช่วงมกราคม และหากเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินท์ของมันสำปะหลังของเกษตรกรระหว่างฤดูกาลผลิต 2560/61 -2563/64 ใน 26 จังหวัดหลักที่ปลูกมันสำปะหลังพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เนื่องมาจากสภาพดินฟ้าอากาศและการจัดการ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกมันสำปะหลังแบบอาศัยน้ำฝน นิยมปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 11 ส่วนใหญ่ปลูกช่วงมีนาคมถึงพฤษภาคม ภาคตะวันออกปลูกเร็วกว่า ขณะที่ภาคเหนือปลูกช้ากว่าพื้นที่อื่น ระยะเวลาปลูกถึงเก็บเกี่ยว 4-19 เดือน เฉลี่ย 10.4 เดือน ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเฉลี่ย 7.2 กก.N/ ไร่ ชลบุรีมีการใช้สูงสุด 13.6 กก.N /ไร่ ส่วนตากใช้ต่ำสุด 1.8 กก.N/ไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสดเฉลี่ย 4.1 ตัน/ไร่ อุดรธานีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 6.5 ตัน/ไร่ และพิษณุโลกผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2.9 ตัน/ไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังเฉลี่ย 268 ลบ.ม./ตัน แยก

กรมวิชาการเกษตร

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

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

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟ

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

ตรวจการบ้าน

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 7.06 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 6.87 0 และ 0.19 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพด

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน ที่ให้น้ำต่างกัน 6 ระดับที่อัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เท่า พบว่า ปี 2562 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 1.0 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 130 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ปี 2563 การให้น้ำที่อัตรา IW/E 0.8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 38 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดหวานของเกษตรกร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 125-2537 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 15-224 69–2,316 และ 0.006-0.015 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ หรือเป็นกรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 130 776 0.010 และ 907 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ที่ให้น้ำต่างกัน 6 ระดับที่อัตรา IW/E 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เท่า พบว่า ปี 2562 การให้น้ำอัตรา IW/E 1.0 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 103 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ปี 2563 การให้น้ำอัตรา IW/E 0.8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่า 93 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกร วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยมีค่า 268–17,584 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน เป็นกรีน บลู และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 2-205 267–17,474 และ 0.011-0.031 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน หรือเป็นกรีน บลู เกรย์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 95 4,979 0.018 และ 5,074 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคเหนือ สัมภาษณ์เกษตรกร 137 ราย ใน 3 จังหวัดได้แก่ น่าน ตาก และเพชรบูรณ์ ระหว่างตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า จังหวัดน่าน ผลผลิตเฉลี่ย 540 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 220.08 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 219.98 และ 0.09 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดตาก ผลผลิตเฉลี่ย 525 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 211.67 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 211.63 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลผลิตเฉลี่ย 413 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 310.79 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 310.69 และ 0.10 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สัมภาษณ์เกษตรกร 135 ราย ใน 3 จังหวัดได้แก่ เลย นครราชสีมา และชัยภูมิ ระหว่างตุลาคม 2563-กันยายน 2564 พบว่า จังหวัดเลย ผลผลิตเฉลี่ย 601 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 1,088.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีน บลูและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 30.9 1,057.23 และ 0.07 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดนครราชสีมา ผลผลิตเฉลี่ย 590 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 282.84 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 282.8 และ 0.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ จังหวัดชัยภูมิ ผลผลิตเฉลี่ย 508.45 กิโลกรัมต่อไร่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 242.58 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เป็นกรีนและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 242.07 และ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ตามลำดับ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย

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

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล

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

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

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

.ไม่มี

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

เกษตรกรส่วนใหญ่ มีต้นทุนต่ำทั้งด้านความรู้และสถานะทางการเงิน ซึ่งส่งผลต่อศักยภาพการผลิตพืช รวมถึงประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ฯ รวมถึงความตั้งใจจริงในการผลิตพืชของเกษตรกร รวมถึงสถานการณ์โควิดที่ส่งผลต่อการไปราชการเพื่อดำเนินงานวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

ข่าวสด. 2562. ชาวสวนอ่วมราคาปาล์มดิ่ง, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562. https://www.khaosod.co.th/economics/news_2120675

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

ชินาธิปกรณ์ พงศ์ภิญโญภาพ และ ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. 2554. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย. วิศวกรรมสาร มก. 75 (24) 41-52

เชฐชุดา เชื้อสุวรรณ. 2561. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2561-63 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562. จาก. https://www.krungsri.com/bank/getmedia/ac57ec39-c8ab-4546-8c48-5dfde9e45328/IO_Oil_Palm_2018_TH.aspx

นิรนาม .2560. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2559/60. กลุ่มวิชาการและสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กรุงเทพฯ 127 หน้า.

บัญชา ขวัญยืน ปริวัตร น้ำค้าง วัลลภ ภู่ทองสุข และ ศุภกิจ ตันวิบูลย์ศักดิ์. 2553. การศึกษาหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลัง. หมาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. (pp. 274-281). Proceedings of the eleventh Thai Society of Agricultural Engineering International Conference. Nakhonpathom: Thailand.

ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์ ประพิศ แสงทอง จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ละแย้ม เกื้อหนุน สรัตนา เสนาะ วนิดา โนบรรเทา ลาวัณย์ จันทร์อัมพร พัชรินทร์ นามวงษ์ และอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2548. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย,กรุงเทพ. 216 หน้า.

ปรเมศร์ อมาตยกุล. 2549. การประมาณค่าฝนใช้การรายเดือนจากปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่มีความเชื่อมั่นว่าเป็นไปได้ร้อยละ 80 ในประเทศไทย. กลุ่มวิชาการอุตุนิยมวิทยาเกษตร สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา.

พิชญาภา ราชธรรมมา. 2555. การใช้น้ำอย่างคุ้มค่ากับ Water footprint. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 60 ฉบับที่ 189: 35-37.

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

ลักขณา เจริญสุขม รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุลใ 2555. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยใ การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนาใ 17-18 ตุลาคม 2555. หน้า 1-11.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563. นโยบายการบริหารผลผลิต/ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรในประเทศ.

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

สำนักข่าว M Report. 2562. "วอเตอร์ฟุตพริ้นท์" มาตรฐานการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม ลดข้อจำกัดทางการค้า, สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. จาก. https://www.mreport.co.th/news/government-news/1801310007

สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป. 2558. Water footprint คืออะไร?, สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. จาก. http://www.oae.go.th/download/climate_change/water_footprint.pdf

กรมวิชาการเกษตร

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

อนัตยา บุญฮวด นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ และอัจฉราอัศวรุจิกุลชัย. 2557. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังพื้นที่จังหวัดลพบุรี ประเทศไทย. หน้า 392-379. [Online] เข้าถึงได้ที่ http://gsbooks.gs.kku.ac.th/57/grc15/files/pmo19.pdf.

Babel, M.S., Shrestha, B. and Perret, S.R. 2011. Hydrological impact of biofuel production: A case study of the Khlong Phlo Watershed in Thailand, *Agricultural Water Management* 101: 8-26.

Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. 2006. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumtion of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. Ecological Economics, 60, 186-203.

Department of Alternative Energy Development and Efficiency. 2006. Best practice guide eco-efficiency in palm oil industry. Thai – German Program for Enterprise Competitiveness. Energy and Eco-Efficiency in Agro-Industry.

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

Halimah, M., Vijaya, S., Zulkifli, H., Nik, S.K.K. and Choo, Y.M. 2014. Water footprint: Part 1 - Production of oil palm seedlings in peninsular Malaysia. Journal of Oil Palm Research Vol. 26 (4) : 273-281.

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

International Conference on Biological, Environment and Food Engineering (BEFE-2015) May 15-16, 2015 Singapore. 13-18.pp.

Jarernsook, L., Gongboon, R. and Sumpattakul, S. 2012. Water footprint analysis of oil palm for biodiesel production in Thailand, *The 1st National Conference on Sustainable Industrial Innovation and Management*. Available online: http://dpru.pnru1.com/doc/dprudoc00000100.pdf [assessed 18 July 2013] [in Thai].

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop product. Value of Water Research Report Series No. 47, The Netherlands: UNESCO-IHE, Delft.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2011. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 1577–1600.

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

Richard, G.A., Luis S. P., Dirk, R. and Martin, S. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome,

Safitri, L., Hermantoro, H., Purboseno, S., Kautsar, V., Saptomo, S.K. and Kurniawan, A. 2018. Water Footprint and Crop Water Usage of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) in Central Kalimantan: Environmental Sustainability Indicators for Different Crop Age and Soil Conditions. Water 2019 11, 35: 1-16.

กรมวิชาการเกษตร

Shinatiphkorn, P. and Thumrongrut, M. 2012. Comparative Study of Green Water Footprint Estimation Methods for Thailand: A Case Study of Cassava-based Ethanol. Environment and Natural Resources J. 10 (2): 66-72.

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

Thailand's Royal Irrigation Department (RID). 2010.*The assessment of crop water requirements for cultivation*. Available online: http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/ estimate_ET.pdf [assessed 15 July 2013] [in Thai].

Tapanee, N., Seksan, P., Pomthong, M. and Thumrongrut, M. 2015. The Carbon and Water Footprint Assessment of Cassava-based Bioethanol Production in Thailand. International Conference on Biological, Environment and Food Engineering (BEFE-2015) May 15-16, 2015 Singapore. 13-18.pp.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

คำรับรองที่ 1 องค์ความรู้ 18 เรื่อง ปี 2564 (จากคำรับรองเสนอในปี 2564 17 เรื่อง)

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตเมล็ดงอก
และต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเขตภาคใต้

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน เขตภาคตะวันออกและตะวันตก

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน เขตภาคเหนือและภาคกลาง

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยในสภาพอาศัยน้ำฝนและในสภาพให้น้ำชลประทาน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตมันสำปะหลัง

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2568

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์
ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบแบบมาตรฐาน (หีบแยก)

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิต
น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร
2565

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตกาแฟอะราบิกาและโรบัสตา

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดหวาน

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

2565

การประเมิน
วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร
2565

การประเมิน

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปอ้อยภาคกลาง

วิจัยและพัฒนาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร
2565

คำรับรองที่ 2 ผลงานตีพิมพ์ 6 เรื่อง ปี 2564 (จากคำรับรองเสนอในปี 2565 10 เรื่อง)

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน

Water Footprint Analysis of Oil Palm Production in the South of the Gulf of Thailand and Andaman

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, จิราพรรณ สุขชิต, เดือนจัตร เพ็ชรรุ่น, อุษา ชูรักษ์, สุภาวดี นาคแท้
Vichanee Ormzubsin, Jiraphan Sukchit, Tuenjit Petchrun, Usa Chuorak, Supawadee Naktae
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่
สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร
Email: kkuaggie@yahoo.com, suratoilpalm@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ ฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน 4 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร และตรัง ระหว่างตุลาคม 2558-กันยายน 2562 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตปาล์มน้ำมัน สำหรับนำไปจัดสรรการใช้ประโยชน์จากน้ำและธาตุอาหารเพื่อผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ผลการศึกษาพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันที่จังหวัดตรังมีค่าต่ำสุด 798.8 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย รองลงมาคือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ และชุมพรซึ่งมีค่า 805.5 845.8 และ 979.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ โดยความต้องการน้ำของประทานเฉลี่ย 30 ปี สำหรับปาล์มน้ำมันของจังหวัดตรัง กระบี่ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี มีค่า 350 290 231 และ 217 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้มีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การจัดการน้ำและธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน ความต้องการของปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ ค่าการขาดน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

Abstract

Water footprint analysis of oil palm production in the south of the Gulf of Thailand and Andaman was established in 4 provinces: Surat Thani, Krabi, Chumphon and Trang during October, 2015 - September, 2019. The objective was to analyze the water consumption per unit of oil palm production for allocating utilize water and nutrients to produce oil palm efficiently and sustainably in the future. The results showed that water footprint of oil palm production in Trang province was the lowest at 798.8 cubic meters per ton FFB, followed by

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

Water Footprint Analysis of Oil Palm Seedlings Production

เตือนจิตร เพ็ชรรุ่น[1], เพ็ญศิริ จำรัสฉาย[1], อุษา ชูรักษ์[2], วิชณีย์ อมรทรัพย์สิน[1]

Tuenjit Petchrun[1], Pensiri Jamruschai[1], Usa Choorak[2], Vichanee Ormsubsin[1]

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี[1], ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ กรมวิชาการเกษตร[2]

E-mail: tuenjit-pt@hotmail.com[1], j__pensiri@hotmail.com1, chochabaa@icloud.com[2], kkuaggie@yahoo.com[1]

บทคัดย่อ

การผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างสูงประกอบกับทรัพยากรน้ำมีน้อยอย่างจำกัด ดังนั้นเพื่อเป็นการผลิตอย่างยั่งยืน และวิเคราะห์การใช้น้ำในการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้งระบบจึงได้ศึกษาการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ดำเนินการ ณ แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ 5 หน่วยงาน และแหล่งผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 7 หน่วยงาน ระหว่างตุลาคม 2558 - กันยายน 2561 โดยการสำรวจ สัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำในกระบวนการผลิตเมล็ดงอกและต้นกล้าทุกขั้นตอนในแต่ละรอบต่อเนื่อง 3 ปี (3 รอบการผลิต) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF) ของการผลิตเมล็ดงอกเฉลี่ย 5 หน่วยงานปีที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ย 0.48 0.38 และ 0.37 ลิตรต่อเมล็ด ตามลำดับ โดย WF ของหน่วยงาน D มีค่าน้อยสุด 0.20 ลิตรต่อเมล็ดเท่ากันทั้ง 3 ปี และมีเฉพาะบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) และ WF ของการผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 7 หน่วยงาน ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ย $5.2x10^{-1}$ $2.7x10^{-1}$ และ $2.9x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ โดยหน่วยงาน K มีค่า WF น้อยที่สุดในปี 2561 เท่ากับ $1.3x10^{-1}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น แบ่งเป็น WF_{green} WF_{blue} และ WF_{grey} เท่ากับ $9.0x10^{-2}$ $4.0x10^{-2}$ และ $8.9x10^{-3}$ ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยเฉพาะระบบการจัดการ ดังนั้นหากมีการจัดการที่ดีจะสามารถช่วยให้ใช้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและต้นกล้ามีประสิทธิภาพด้วย

คำสำคัญ: วอเตอร์ฟุตพริ้นท์, ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

Abstract

The germinated seed and seedling production of oil palm consumes a relatively high amount of water and limited water resources. Therefore to be sustainable production and analyze water use of germinated seed and seedling production for improving water use

กรมวิชาการเกษตร

แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

บทบรรณาธิการ

วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 2 นี้ ได้จัดทำขึ้นเนื่องในโอกาสที่กรมวิชาการเกษตรโดยสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ร่วมกับ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย และศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้จัดประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ประจำปี 2561 จัดขึ้นระหว่างวันที่ 21-23 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมลุนีย์ แกรนด์โฮเทล แอนด์ คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งการประชุมวิชาการในครั้งนี้ มีผลงานทางวิชาการด้านอ้อยและน้ำตาล ที่ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งจากมหาวิทยาลัย กรมวิชาการเกษตรและหน่วยงานวิชาการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บทความวิจัยเป็นผลงานทางวิชาการที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 38 เรื่อง ซึ่งทางกองบรรณาธิการ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ตรวจอ่าน รวมทั้งบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ที่ได้หุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ จนทำให้การจัดทำวารสารแก่นเกษตร ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 2 สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดร. ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล
บรรณาธิการฯ

กรมวิชาการเกษตร

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของอ้อยในสภาพอาศัยน้ำฝนและให้น้ำชลประทานในบางแหล่งปลูกที่สำคัญ

Sugarcane Water Footprint under Rainfed and Irrigation Conditions of Some Major Production Areas

ปรีชา กาเพ็ชร[1/*] ดวงรุ่ง คงเกียน[2/] มัทนา วานิชย์[3/] พิกุล ชุนพุ่น[4/] ดารารัตน์ มณีจันทร์[5/]
พีนิจ กัลยาศิลปิน[6/] วิชชานี ออมรทิพย์ชีวิน[7/]

Preecha Kapetch[1/*] Doarung Kongtien[2/] Mattana Wanitch[3/] Phikun Sunphum[4/]
Dararat Maneejan[5/] Phinit Kalayasilapin[6/] Vichanee Ornrubsin[7/]

Received 22 March 2020/Revised 13 June 2020/Accepted 15 October 2020

ABSTRACT

Sugarcane production needs high volume of water to obtain satisfactory yield. Climate change and increasing of planting area resulted in increased water demand for sugarcane production. Water footprint of sugarcane was thus evaluated so that the information could be used to improve its water use efficiency. The study was conducted by collecting information on weather data, field management practices and yield from farmers' fields in some major production areas. Altogether 119 samples were taken from rainfed fields and 54 samples from irrigated fields during 2015-2017. After that, the water footprint was estimated according to "The Water Footprint Assessment Manual". Results showed that the average of sugarcane water footprint for rainfed condition was 95.1 $m^3 t^{-1}$ which could be further divided into WF_{Green} and WF_{Grey} with 69.6 and 25.6 $m^3 t^{-1}$ respectively. For irrigated condition, the water footprint showed 117.7 $m^3 t^{-1}$ which could be further divided into WF_{Green}, WF_{Blue} and WF_{Grey} with 58.5, 37.5 and 21.7 $m^3 t^{-1}$ respectively. Under the irrigated condition, the WF_{Blue} had increased by the average of 37.5 $m^3 t^{-1}$ while sugarcane yield showed relatively smaller increase (1.4 $t.rai^{-1}$). In order to improve the water use efficiency of sugarcane under

1/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครสวรรค์ อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ 60190
1/ Nakhon Sawan Agricultural Research and Development Center, Tak Fa, Nakhon Sawan 60190 Thailand
2/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี อ.โพธาราม จ.ราชบุรี 70120
2/ Ratchaburi Agricultural Research and Development Center, Photharam, Ratchaburi, 70120 Thailand
3/ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
3/ Khon Kaen Field Crops Research Center, Muaeng, Khon Kaen, 40000 Thailand
4/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร อ.เมือง จ.มุกดาหาร 49000
4/ Mukdahan Agricultural Research and Development Center, Muaeng, Mukdahan 49000 Thailand
5/ สถาบันวิจัยข้าว อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000
5/ Thailand Rice Science Institute, Muaeng, Suphon Buri 72000 Thailand
6/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจันทบุรี อ.มะขาม จ.จันทบุรี 22150
6/ Chanthaburi Agricultural Research and Development Center, Makham, Chanthaburi, 22150 Thailand
7/ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 84160
7/ Surat Thani Oil Palm Research Center, Kanchanadit, Surat Thani, 84160 Thailand
*Corresponding author: p.kapetch@gmail.com

กรมวิชาการเกษตร

การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยในประเทศไทยภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยแบบจำลอง CANEGRO

Assessment of sugarcane water footprint in thailand under environmental variation using CANEGRO model

ปรีชา กาเพ็ชร[1*], ดาวรุ่ง คงเทียน[2], มัทนา วานิชย์[3], พิชุล ชุนหุ่ม[4] ดารารัตน์ มณีจันทร์[5] พินิจ กัลยาศิลปิน[6] และ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน[7]

Preecha Kapetch[1*], Doarung Kongtien[2], Mattana Wanitch[3], Phikun Sunphum[4], Dararat Maneejan[5], Phinit Kalayasilapin[6] and Vichanee Ormsubsin[7]

บทคัดย่อ: การผลิตอ้อยมีความจำเป็นต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการใช้น้ำสำหรับการผลิตอ้อยเพิ่มมากขึ้นด้วย จึงจำเป็นต้องมีการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ให้เหมาะสมมากที่สุด จึงได้ประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอ้อยโดยใช้แบบจำลองการจำลองเชิงปริมาณโดยของเขตร้อน (canegro model) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตของอ้อย จำลองการปลูกอ้อยในพื้นที่ปลูกในประเทศไทย จากการจำลองสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันของกลุ่มชุดดินและเขตภูมิอากาศ พบว่าพื้นที่ปลูกอ้อยมีความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อม 1155 สภาพแวดล้อม จากนั้นในแต่ละสภาพแวดล้อมจำลองการปลูกอ้อยโดยใช้พันธุ์ KK03 [illegible] ปลูกในวันที่ 15 ตุลาคม และเก็บเกี่ยวในวันที่ 1 มีนาคม ของทุกปี จำนวน 10 ปี ใช้ข้อมูลภูมิอากาศตั้งแต่ปี 2543-2552 กำหนดการให้น้ำเป็น 2 วิธี ได้แก่ให้น้ำ

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุโขทัย อ. [illegible] จ.สุโขทัย
Sukhothai Agricultural Research and Development Center, Sisamrong, Sukhothai.
[2] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครราชสีมา อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา
Nakhonrasasima Field Crops Research Center, Tahla, Nakhonrasasima.
[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น
Khon Kaen Field Crops Research Center, Muang, Khon Kaen.
[4] ศูนย์วิจัยและพัฒนา[illegible]มุกดาหาร อ.เมือง จ.มุกดาหาร
Mukdahan Agricultural Research and Development Center, Muang, Mukdahan.
[5] สถาบันวิจัยข้าวไทยแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
Thailand Rice Science Institue, Muang, Suphanburi.
[6] ศูนย์วิจัยเมล็ดพันธุ์พืชไร่ ปราจีนบุรี อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี
Prachinburi seed Research and Development, Kabinburi, Prachinburi.
[7] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี
Surathani Oil Palm Research Center, Kanchanadit, Surathani.
* Corresponding author: p.kapetch@gmail.com

กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของมันสำปะหลังที่มีการจัดการน้ำแตกต่างกัน
Cassava Water Footprint Assessment in Various Irrigation Management

วลัยพร ศะศิประภา[1/] จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข[2/] กุสุมา รอดแผ้วพาล[2/] ปฐมพงษ์ วงศ์สุวรรณ์[1/]
ดรุณี เพ็งฤกษ์[3/] เสาวรี บำรุง[4/] วารีย์ เวรวรณ์[5/] สายน้ำ อุดพ้วย[6/] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[6/]
Walaiporn Sasiprapa[1/] Jinnajar Hansethasuk[2/] Kusuma Rodpeawpan[2/] Prathompong Wongsuwan[1/]
Darunee Phangrerk[3/] Saowaree Bumrung[4/] Waree Wenworn[5/] Sainam Udpuay[6/]
Anusorn Tiensiriroek[6/]

ABSTRACT

Water footprint is used as a tool to measure both direct and indirect water used by crops. Water footprint of cassava production was examined under 3 water managements, including irrigation condition (Nakornratsrima), limited-irrigation condition (Kampangpet) and rainfed condition (Rayong). One ton of cassava from 2 consecutive growing seasons between 2015 and 2018 was used to calculate water footprint. The study showed that the averaged water footprint of cassava was 147-366 m^3/ton, comprised of 48-87% or 92-339 m^3/ton green, 0-9% or 0-21 m^3/ton blue and 13-48% or 29-97 m^3/ton grey water. Irrigation conditions had low water footprint of 211 m^3/ton, compared to 224 and 301 m^3/ton of limited-irrigation and rainfed conditions, respectively. Higher yield gave low water footprint, whereas irrigation as crop water requirement gave a higher yield. Varieties and planting times were the main factors determining water footprint differences, although cassava was grown at the same farm. In water-limited area, planting in June caused crop water deficit. Optimum planting date and supplemental irrigation were needed, particularly at initial stages of growth. Growing in the late rainy season made water deficit during some growing periods. In limited water resource area, optimum growing period was a better choice. Planting in June should be avoided due to inadequate rainfall for crop water use. In rainfed area, planting in November caused more severely water deficit during 3-5 months after planting, compared to growing in January. Use a suitable variety would increase yield.

Key words: water footprint, cassava, irrigation management

[1/] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพ
Information and Communication Technology Center, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900
[2/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง
Rayong Field Crop Research Center, Huai Pong , Muang District, Rayong Province 21150
[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร อ.เมือง จ.พิจิตร
Phichit Research and Development Center, Mueang District, Phichit Province 66000
[4/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา
Nakhon Ratchasima Research and Development Center, Sikhio District, Nakhon Ratchasima Province 30140
[5/] สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพ
Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900.
[6/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพ
Agricultural Production Sciences Research and Development Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900.

ตรวจวิทยานิพนธ์

วารสาร
วิชาการเกษตร
THAI AGRICULTURAL RESEARCH JOURNAL ISSN : 0125-8389
ปีที่ 39 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2564

สารบัญ

บทบรรณาธิการ 231
สมปิติ คงเค้า

ผลงานวิจัย

- ผลของการให้น้ำเสริมและอัตราปุ๋ยต่อการให้ผลผลิตของอ้อย 3 พันธุ์ ที่ปลูกในดินเหนียว จังหวัดนครสวรรค์ 232
  ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ดาวรุ่ง คงเทียน ภาวิดา จงเจือกลาง วาสนา วันลี
- การปรับแต่งกรรมวิธีของปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสสำหรับการตรวจสอบและระบุดัดแปลงพันธุกรรมในห้องปฏิบัติการขนาดเล็ก 248
  ปิยนุช ศรชัย ณัฐาลี บุญทองลี ฐิติวัตน์ อัศวมงคลศิริ วีระศักดิ์ พิพักษ์ถุงคาร ปิยวัตน์ ธรรมกิจวัฒน์
- การพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองแบบติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก 260
  วุฒิพล จันทร์สระคู วรรธนะ สมนึก ภิรมย์ แถวเพีย เอกกมล ปิ่นภูมิ
  มงคล คุ้นเฮ้า ลิขิตพงศ์ ศรีสว่างวงศ์
- การเจริญเติบโตและการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินต์ของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ในสภาพอาศัยน้ำฝน 273
  กุสุมา รอดแผ้วพาล วลัยพร ศะศิประภา อานนท์ มลิพันธ์ จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข
- การประเมินศักยภาพผลผลิตของพันธุ์ถั่วลิสงฝักดกในจังหวัดเชียงใหม่ 284
  ไสหิส ใจบ่าละ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี พิมล ภาวดี
- การต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Aryloxyphenoxy-propionate ของหญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) ในประเทศไทย 293
  จริญญา ปินสุภา อุษณีย์ จันดากุล เทอดพงษ์ มหาวงศ์ เอกรัตน์ อนุทอง ปรัชญา เอกฐิน
  ยุรวรรณ อนันตนมณี สุพรรณิกา ยินดีนนท์
- Estimation of Genetic Parameters, Heritability, Genetic Advance and Heterosis in Sugarcane Families 306
  Udomsak Duanmeesuk Catteya Chutteang Prakit Somta Prasert Chatwachirawong
- ผลของปุ๋ยชีวภาพต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 319
  สุวิมล กลศึก เกริกชัย ธนรักษ์ ศิริลักษณ์ แก้วสุรสิทธิ์ นิศารัตน์ ทวีนุต

บทความ

- พิธีกรรมทำขวัญข้าวกับวิถีเกษตรกรรมที่เปลี่ยนไป 330
  ณฐิดากานต์ พยัคฆา กิติศักดิ์ ทองมีทิพย์

Online ISSN : 2773-9317

กรมวิชาการเกษตร

การเจริญเติบโตและการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพรินต์ของมันสำปะหลัง 3 พันธุ์ ในสภาพอาศัยน้ำฝน

Growth and Water Footprint Analysis of Three Cassava Varieties under Rainfed Conditions

กุสุมา รอดแผ้วพาล[1/] วลัยพร ศศิประภา[2/] อานนท์ มลิพันธ์[1/] จิณณาจาร์ หาญเศรษฐสุข[1/]
Kusuma Rodpeawpan[1/] Walaiporn Sasiprapa[2/] Anon Malipan[1/] Jinnajar Hansethasuk[1/]

Received 16 Nov 2020/Revised 12 Jan 2021/Accepted11 Mar 2021

ABSTRACT

Growth and water footprint assessment of three cassava varieties: Rayong 5, Rayong 72 and Kasetsart 50 under rainfed condition was conducted at Rayong Field Crops Research Center, Muang District, Rayong Province. Cassava were planted in April 2018 and harvested in March 2019. Texture of the soil was loamy sand and 15-7-18 chemical fertilizer was applied at the rate of 50 kg/rai. Throughout the experiment, total rainfall, crop water used water used and effective rainfall were 1,662, 360.4 and 962 mm, respectively. Results showed a rapid increase in height and canopy width at 6 months after planting (MAP). Kasetsart 50 had the highest height and canopy width of 138 and 130 cm, followed by Rayong 5. Dry weight accumulation showed a markedly increased in total mass at 4 to 8 MAP. At 4 MAP, Rayong 72 had the highest percentage of root dry weight accumulation at 68%, followed by Kasetsart 50 and Rayong 5 with 59.8 and 54.0%, respectively. At 8 MAP, Rayong 72 still had the highest accumulation up to 86.1% followed by Kasetsart 50 and Rayong 5 with 82.1%, and 76.5 %. Fresh roots yield of 3 cassava varieties showed that Rayong 72 gave the highest fresh roots yield of 5.43 ton/rai, followed by Kasetsart 50 and Rayong 5, gave fresh roots yield of 5.21 and 3.72 ton/rai, respectively. Average water footprint for 1 ton of cassava fresh roots yield was 144.1 m^3 accounting for 111.9 m^3 of green water footprint, and 32.2 m^3 of gray water footprint. In summation, it was found that Rayong 72 had the lowest water footprint of 123.5 m^3, divided into WF_{green}, WF_{blue} and WF_{grey} 95.9, 0 and 27.6 m^3, respectively, whereas Kasetsart 50 had 128.7 m^3/ton, divided into WF_{green} WF_{blue} and WF_{grey} at 99.9, 0 and 28.8 m^3/ton, respectively and Rayong 5 had the highest 180.3 m^3/ton, divided into WF_{green} WF_{blue} and WF_{grey} 140, 0 and 40.3 m^3/ton,

[1/] ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21150
[1/] Rayong Field Crops Research Center, Muang, Rayong 21150
[2/] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพ 10900
[2/] Information Technology and Communication Center, Department of Agriculture, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900
***Corresponding author: kusuma357@gmail.com**

กรมวิชาการเกษตร