

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการผลิตพืช
2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ  
กิจกรรม : การวิเคราะห์อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน
3. การทดลอง (ภาษาไทย) : การวิเคราะห์อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้  
การทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Water Footprint Analysis of Southern Oil Palm Production

### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางสาววิษณีย์ ออมทรัพย์สิน	สังกัด	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน	นางสาวจิราพรณ สุขชิต	สังกัด	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
	นางสาวเดือนจิตร เพ็ชรธรรณ	สังกัด	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
	นางสาวสุนีย์ สันหมุด	สังกัด	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8
	นางสาวอุษา ชูรัักษ์	สังกัด	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่
	นางสาวสุภาวดี นาคแท้	สังกัด	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่
	นายบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์	สังกัด	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

### 5. บทคัดย่อ

การวิเคราะห์อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้ ดำเนินการใน 8 จังหวัดได้แก่ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ระนอง ตรัง และสตูล ระหว่าง ตุลาคม 2558-กันยายน 2562 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิต (Water Footprint) ของปาล์มน้ำมัน สำหรับนำไปใช้จัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน การคำนวณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 30 ปีของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคใต้พบว่า จังหวัดระนองมีค่าการขาดน้ำสูงสุด 380 มิลลิเมตรต่อปี รองลงมาคือ ตรัง กระบี่ สตูล พังงา ชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช มีค่าการขาดน้ำ 350 290 283 264 231 217 และ 153 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ และผลวิเคราะห์อวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันตลอดอายุ 25 ปี จังหวัดระนองมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตดีที่สุดในปี 567.0 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย รองลงมาคือ นครศรีธรรมราช ตรัง สุราษฎร์ธานี พังงา กระบี่ และชุมพร 624.7 798.8 805.5 842.0 845.8 979.2 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และจังหวัดสตูลมีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตต่ำสุดคือ 1,167.7 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คือ อายุปาล์มน้ำมัน ปริมาณฝนใช้การ การให้น้ำตามความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน และการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน

Water footprint analysis of Southern oil palm production was conducted in 8 provinces which are Surat Thani Krabi Chumphon Nakhon Si Thammarat Phangnga Ranong Trang and Satun between October 2015-September 2019 to analyze water footprint or water consumption per

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

## 6. คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญในภาคใต้ ยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันของรัฐบาลต้องการขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2572 เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้บริโภค-อุปโภคในประเทศ เป็นแหล่งพลังงานทดแทนและส่งออกบางส่วน ปี 2559 มีการขยายพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ จาก 5.41 เป็น 5.88 ล้านไร่ (เนื้อที่ให้ผลผลิตเพิ่มจาก 4.52 เป็น 5.35 ล้านไร่) ในปี พ.ศ.2561 โดยเป็นพื้นที่ปลูกในภาคใต้ร้อยละ 86.2 หลายพื้นที่ในภาคใต้มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน แต่อาจแตกต่างกันบ้างแล้วแต่ความสมบูรณ์ของดิน ปริมาณฝน-การกระจายตัว และสภาพภูมิอากาศ และจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างมาก หากเกษตรกรไม่มีการจัดการที่ดีและเหมาะสม ผลผลิตเฉลี่ยในภาคใต้ปี พ.ศ. 2558-2561 มีค่า 2.99 2.69 3.04 และ 3.02 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) และปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตนอกเหนือจากความเหมาะสมของพื้นที่คือ อายุของต้นปาล์มน้ำมัน แนวโน้มการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะเพิ่มขึ้นตามอายุและสูงสุดปีที่ 8-12 หลังจากนั้นจะคงที่ เพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่สภาพภูมิอากาศและการจัดการ

หลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณฝนที่น้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเลื่อนของฤดูกาล ฯ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่องในหลายปี (พ.ศ. 2552-2554) โดยบางปีผลผลิตลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยผลกระทบที่ปาล์มน้ำมันได้รับจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ขึ้นอยู่กับความเครียดของสภาพแวดล้อมที่ปาล์มน้ำมันได้รับ นอกจากกระทบต่อการผลิตพืชแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำของประเทศไทยที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นเกษตรกรต้องรู้จักใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมและคุ้มค่า โดยพืชปลูกต้องให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้เต็มศักยภาพ และเป็นที่ยอมรับว่า ปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่ที่มีความต้องการใช้น้ำต่อต้นในช่วงแล้งค่อนข้างสูง 200-300 ลิตร และต้องจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมร่วมกับ ปาล์ม

น้ำมันจึงจะให้ผลผลิตเต็มตามศักยภาพของพันธุ์ แต่หากจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งผลผลิตย่อมลดลงและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตอย่างมาก ประกอบกับการขยายพื้นที่ปลูกที่กล่าวมา อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำใช้ภาคเกษตรที่มีอย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันจึงมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบในการกำหนดนโยบายของรัฐบาลหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่จะกำหนดพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันหรือพืชชนิดอื่นที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับพื้นที่ หรือใช้ปรับปรุงการจัดการการผลิตเพื่อให้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งในแต่ละพื้นที่ที่จะมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน รวมถึงช่วงอายุของปาล์มน้ำมันศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน และการให้ผลผลิต

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint, WF) เป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำจากการผลิตสินค้าและบริการตลอดห่วงโซ่อุปทานซึ่งพิจารณาทั้งการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมรวมทั้งแสดงแหล่งที่มาของน้ำใช้และน้ำเสียที่เกิด ขึ้น (Hoekstra *et al.*, 2011) ปริมาณน้ำที่ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์และเวลาที่ทำการศึกษาศึกษาในพื้นที่และเวลาที่ต่างกันจะทำให้ค่าการใช้น้ำมีค่าไม่เท่ากัน วิธีคำนวณที่นิยมใช้แพร่หลายเป็นวิธีการของ Water Footprint Network (WFN) ซึ่งเป็นการคำนวณจากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วย กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) เป็นปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยแต่ละประเภทจะพิจารณาการใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ปาล์มน้ำมันในประเทศไทยโดยกรมชลประทาน (RID, Thailand's Royal Irrigation Department, 2010) พบว่า ปริมาณการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ส่วน (WFgreen+ WFblue+ WFGrey) มีค่า 971 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย คิดเป็น 2,470 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยฐานของผลผลิตที่ใช้คิดจากผลผลิตเฉลี่ย 2.56 ตันต่อไร่ และ Babel (2011) พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในเขตลุ่มน้ำคลองโพธิ์ จังหวัดระยองมีค่า 1,239 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย คิดเป็น 2,335 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ Jarernsook และคณะ (2012) รายงานว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันเขตภาคใต้ (ผลผลิตเฉลี่ย 2.67 ตันต่อไร่) มีค่า 2,139 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย คิดเป็น 3,768 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในอินโดนีเซียมีค่า 802 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย หรือ 2,297 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (Mekonnen and Hoekstra, 2010) ซึ่งต่ำกว่ารายงานการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยของอินโดนีเซียสูงกว่าไทย (2.86 ตันต่อไร่)

ลักขณา และคณะ (2555) ได้วิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ 16 จังหวัด ระหว่างปีพ.ศ.2550-2554 พบว่า มีความแตกต่างตามลักษณะสภาพ

ภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลมีค่า 2,139 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และพบว่าพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 3.9 เท่าเมื่อเทียบกับภาคใต้โดยจังหวัดที่ใช้น้ำมากที่สุดคือพิษณุโลกมีค่า 6,098 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และจังหวัดที่ใช้น้ำน้อยสุดคือ สุราษฎร์ธานีมีค่า 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

## 7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์ อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภูมิอากาศและจับพิกัดแปลง อุปกรณ์เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน แบบบันทึกข้อมูลการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและใบ วัสดุและอุปกรณ์ในการเตรียมตัวอย่าง วิเคราะห์ตัวอย่างดินและใบ

- วิธีการ ดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

### 1) พิกัดแปลงสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน และผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

1. คัดเลือกตัวแทนจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในภาคใต้ 8 จังหวัด และการคัดเลือกระดับอำเภอในจังหวัดนั้น ๆ คัดเลือกจากอำเภอที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดในจังหวัดนั้น ๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นที่ปลูกของกรมส่งเสริมการเกษตร หลังคัดเลือกระดับอำเภอ ดำเนินการคัดเลือกรายตำบลในอำเภอนั้น หลังคัดเลือกได้ดำเนินการสำรวจสภาพสวนปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้ที่ได้คัดเลือก และสุ่มตัวอย่างสวนปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการเหมาะสม (ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี มีการจัดการสวนตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรทั้งการใส่ปุ๋ย การจัดการน้ำกรณีมีแหล่งน้ำ การจัดการวัชพืชและศัตรูพืชและการเก็บเกี่ยว) และไม่เหมาะสม (ไม่ทราบแหล่งที่มาของพันธุ์หรือใช้ลูกผสมเทเนอราพันธุ์ดี แต่มีการจัดการสวนที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสมในบางด้านหรือหลายด้าน) รวม 20 แปลงต่อจังหวัด โดยมีการแบ่งช่วงอายุ 4 ช่วง ตามระยะการให้ผลผลิต เพื่อเป็นตัวแทนศึกษา ดังนี้

1.1 อายุ 1 เดือน - 4 ปี

1.2 อายุ 4 ปี 1 เดือน - 8 ปี

1.3 อายุ 8 ปี 1 เดือน - 12 ปี

1.4 อายุ 12 ปี ขึ้นไป

2. คัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทนแต่ละจังหวัด (1 จาก 20 แปลง) จำนวน 8 แปลง เพื่อศึกษา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามของดิน และเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน เก็บตัวอย่างใบวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ (ดูความสมบูรณ์ของการจัดการปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณผลผลิตและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน) พร้อมบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต (แปลงที่ยังไม่ให้ผลผลิต)

3. บันทึกพิกัดตำแหน่งสวนปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทนสวนปาล์มน้ำมันในการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในแต่ละจังหวัด รวม 8 จังหวัด

## 2) ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

1. บันทึกและรวบรวมข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัยก่อนการศึกษา 30 ปี (พ.ศ.2529-2558) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุวิทยามหาวิทยาลัยในจังหวัดที่ใกล้กับสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมากที่สุด และข้อมูลอุตุวิทยาระหว่างศึกษาด้วย พ.ศ.2559-2562 โดยนำเสนอเฉพาะปริมาณน้ำฝน และค่าระเหยน้ำ

2. คำนวณค่าเฉลี่ยรายเดือนจากข้อมูล 30 ปีของข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย ดังนี้ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และค่าระเหยน้ำ

3. นำค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ค่าระเหยน้ำตลอด 30 ปี และค่าสัมประสิทธิ์ของปาล์มน้ำมัน (Crop coefficient; Kc) ของปาล์มน้ำมัน มาคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Effective precipitation; Peff) ความต้องการน้ำ (Crop water requirement; CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigated water requirement; IWR) หรือค่าการขาดน้ำของปาล์มน้ำมันใน 8 จังหวัดภาคใต้

## 3) ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

1. สัมภาษณ์การจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อคำนวณปริมาณไนโตรเจนสำหรับวิเคราะห์เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และบันทึกผลผลิตปาล์มน้ำมัน (กรณีปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 3 ปี) รวม 8 จังหวัด 160 แปลง ไร่ ค่าเฉลี่ยสำหรับใช้คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

2. คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint; WF) จากผลรวมปริมาณการใช้น้ำทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green WF) หรือปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue WF) หรือปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดินและเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Grey WF) หรือปริมาณการใช้น้ำสำหรับเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด

### เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เดือนตุลาคม 2558 สิ้นสุด เดือนกันยายน 2562

สถานที่ : ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1) พิกัดแปลงของสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน และผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมัน

#### 1.1) พิกัดแปลงสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา

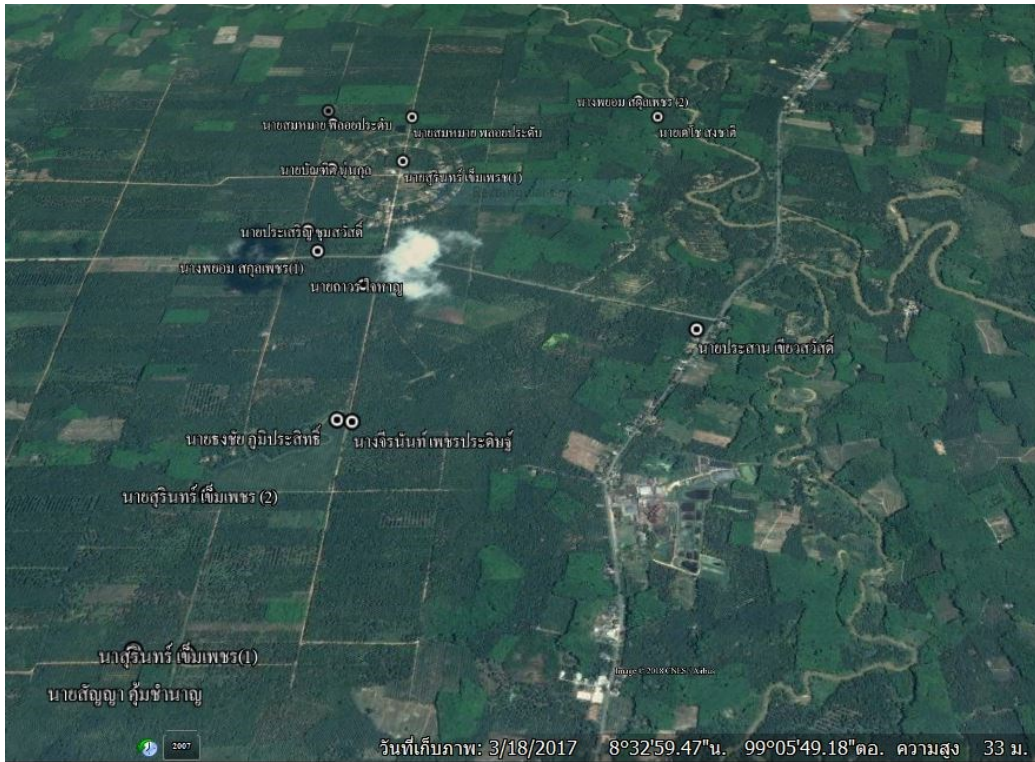
ผลการคัดเลือกสวนปาล์มน้ำมันที่ศึกษา ใช้ข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) โดยคัดเลือกจำนวน 8 จังหวัด (อำเภอ) ดังนี้ สุราษฎร์ธานี (พระแสง) กระบี่ (คลองท่อม) ชุมพร (ท่าแซะ) นครศรีธรรมราช (ลิขิต) พังงา (คุระบุรี) ตรัง (สิเกา) สตูล (มะนัง) และระนอง (กระบุรี) (ตารางที่ 1)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

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

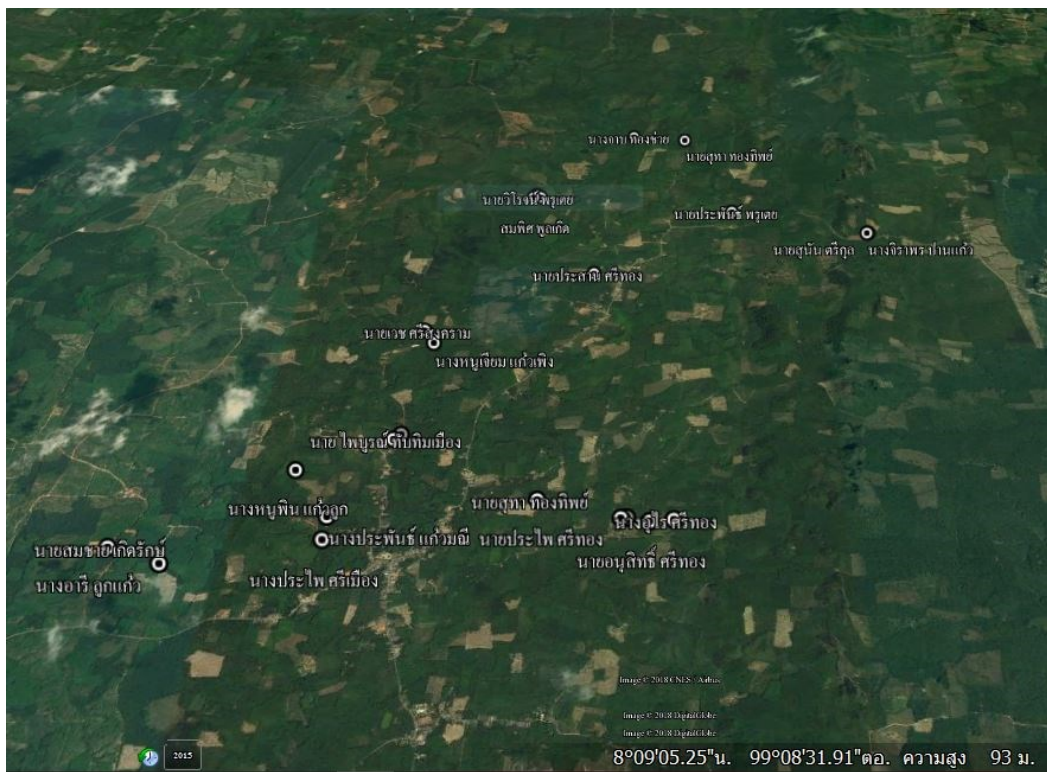
จังหวัด	เนื้อที่ให้ผลผลิต (ไร่)		แปลงเกษตรกร (ราย)
	2558	2561	
สุราษฎร์ธานี	1,061,355	1,179,458	20
กระบี่	984,694	1,086,190	28
ชุมพร	843,668	971,251	23
นครศรีธรรมราช	347,290	530,058	25
พังงา	178,819	234,566	32
ตรัง	168,318	191,989	24
สตูล	106,251	108,266	29
ระนอง	87,775	119,055	26
รวมแปลงเกษตรกร (ราย)			209

ตารางที่ 2 จำนวนสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน และจำแนกตามความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของกรมพัฒนาที่ดิน จำนวน 209 แปลง

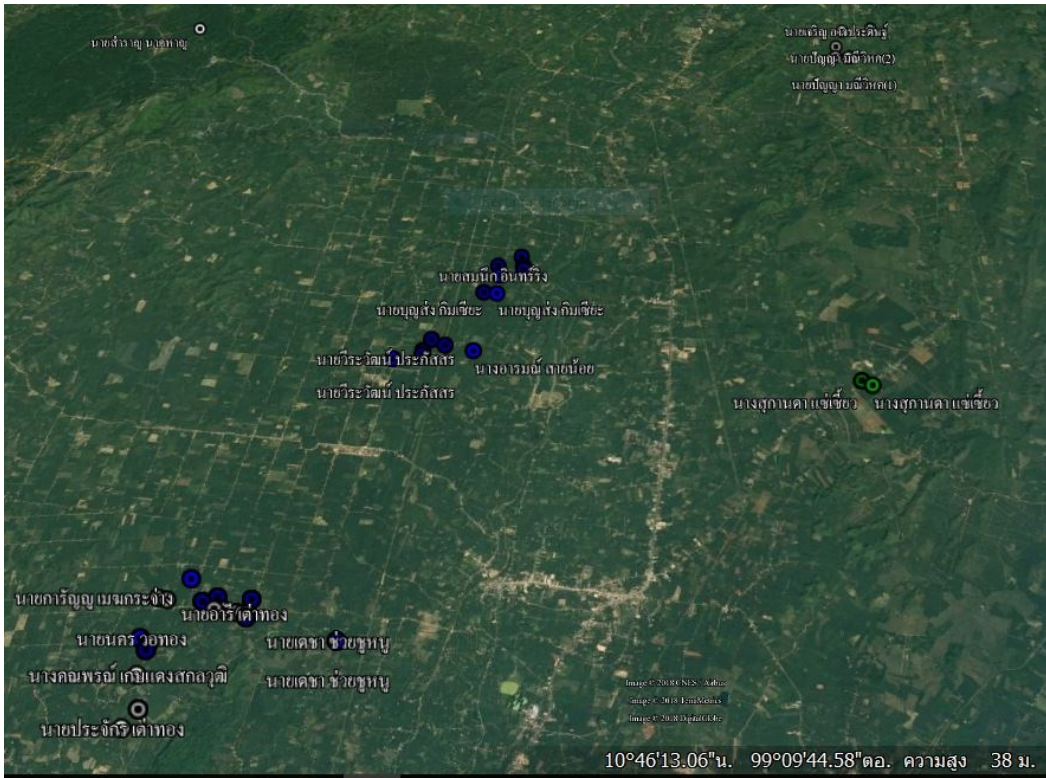
จังหวัด เขตภาคใต้	ความเหมาะสมของ พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน	ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน (ปี)				รวม
		0-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
สุราษฎร์ธานี	เหมาะสมมาก	3	3	1	2	9
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	2	4	1	4	11
กระบี่	เหมาะสมมาก	-	-	-	-	-
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	6	7	8	7	28
ชุมพร	เหมาะสมมาก	1	2	3	3	9
	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	4	2	4	4	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 จังหวัด	เหมาะสมมาก	30	31	24	27	112
ภาคใต้	เหมาะสมน้อย-ปานกลาง	27	21	24	25	97



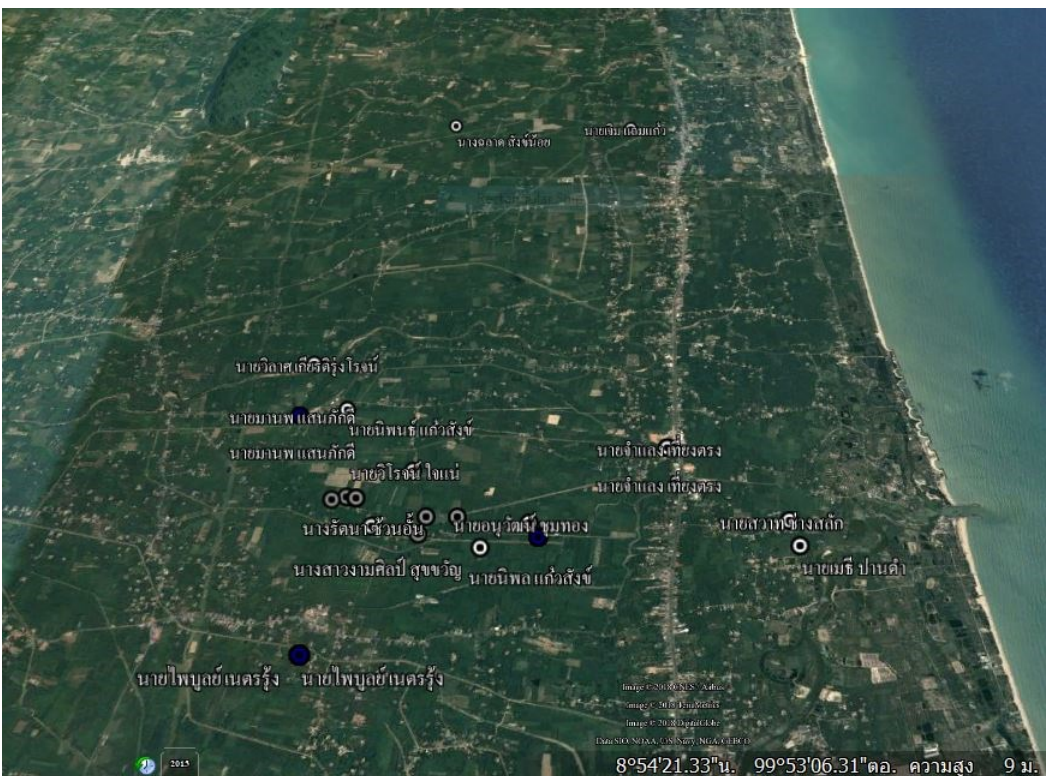
ภาพที่ 1 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี



ภาพที่ 2 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่

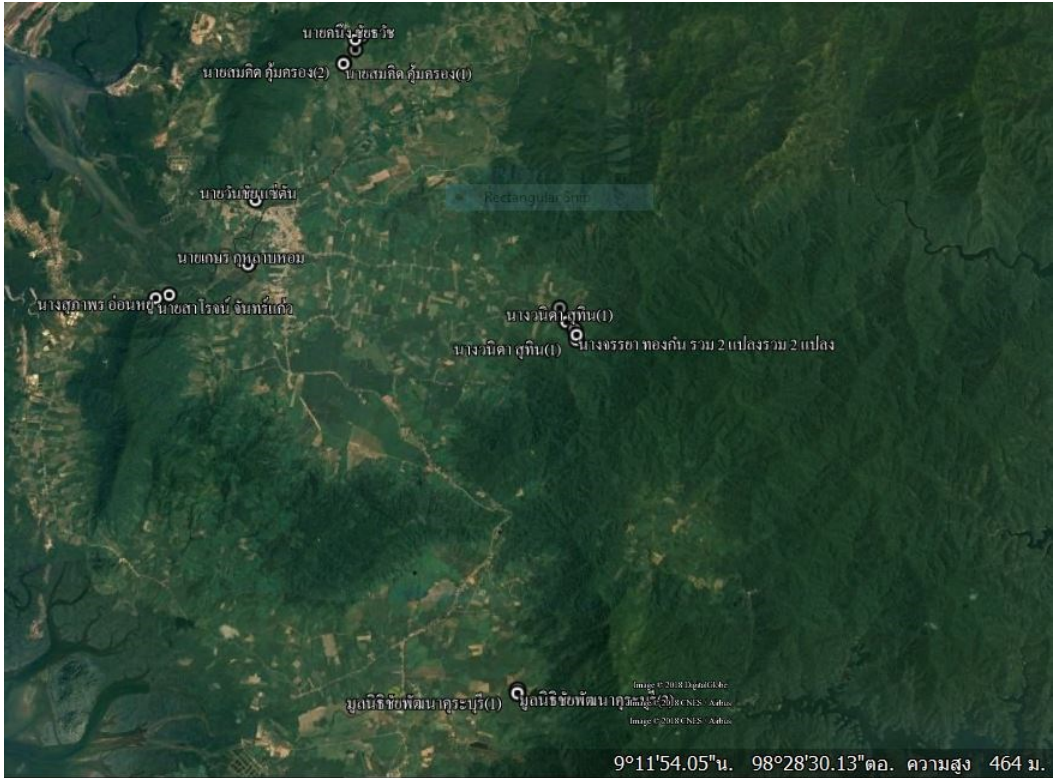


ภาพที่ 3 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร

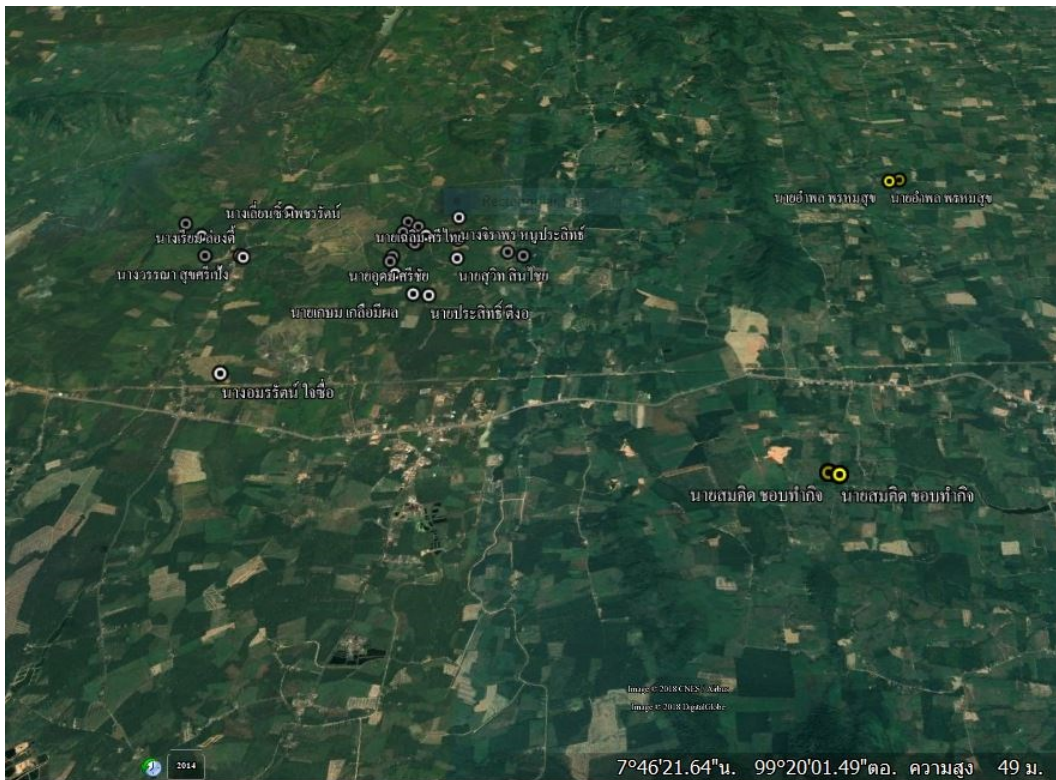


ภาพที่ 4 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช

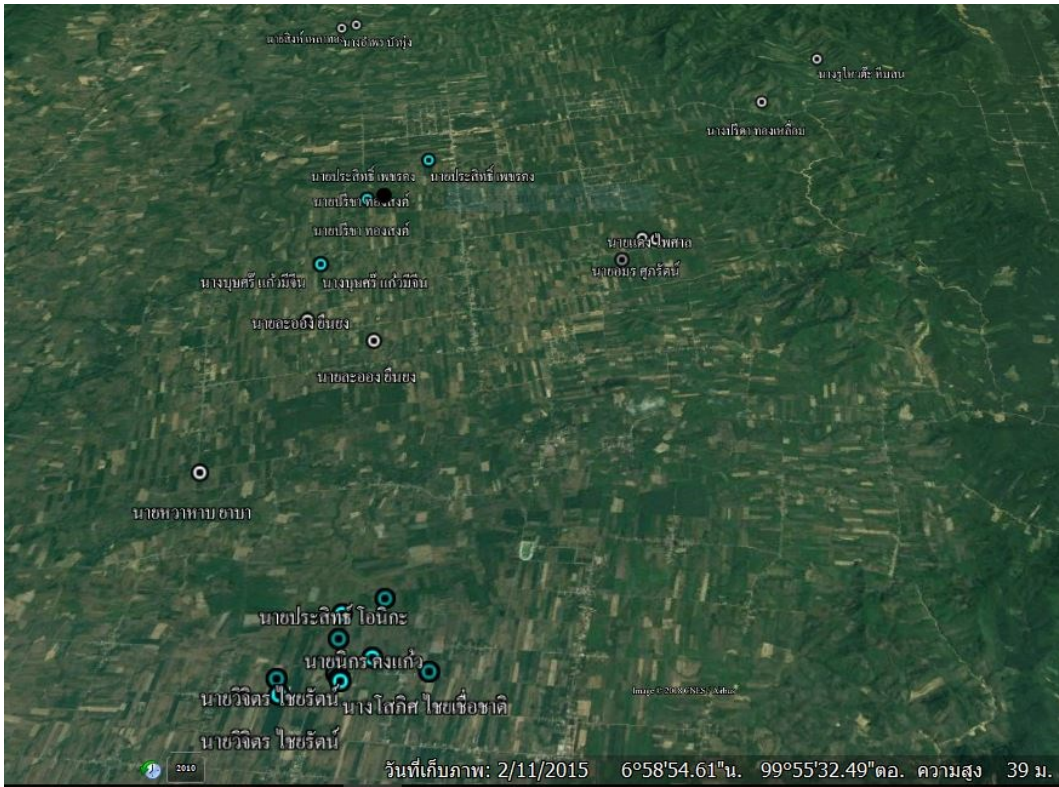




ภาพที่ 5 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอกุระบุรี จังหวัดพังงา



ภาพที่ 6 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอสีเกา จังหวัดตรัง

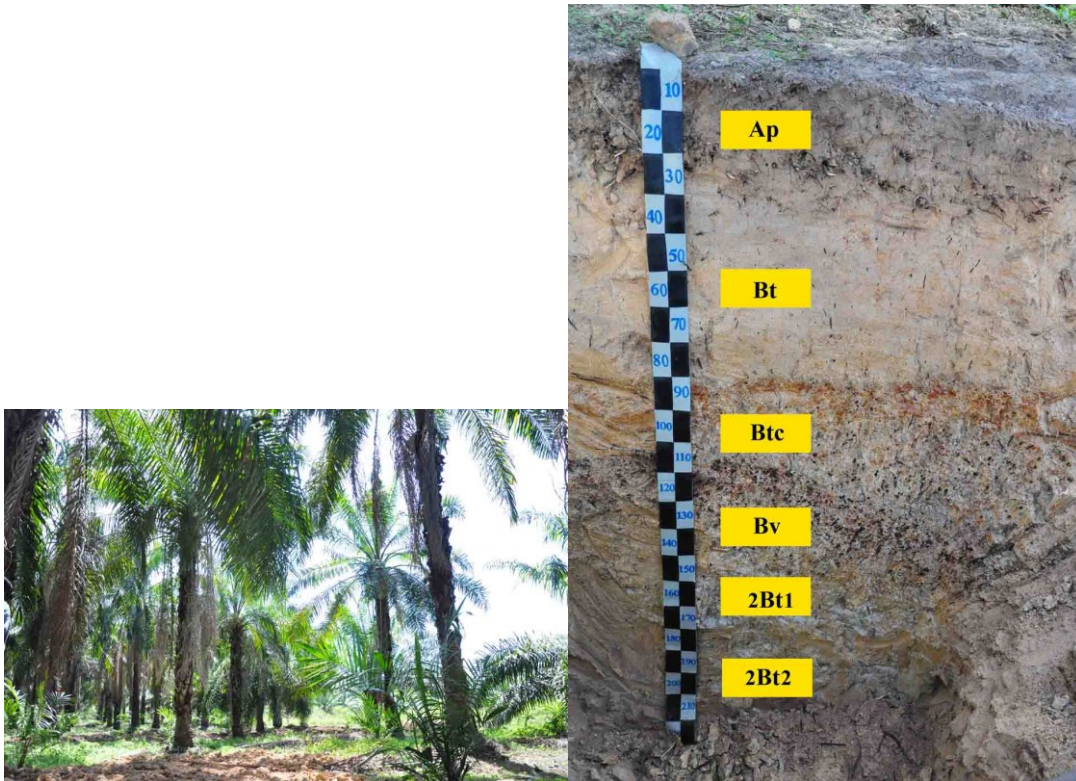


ภาพที่ 7 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอมะนัง จังหวัดสตูล

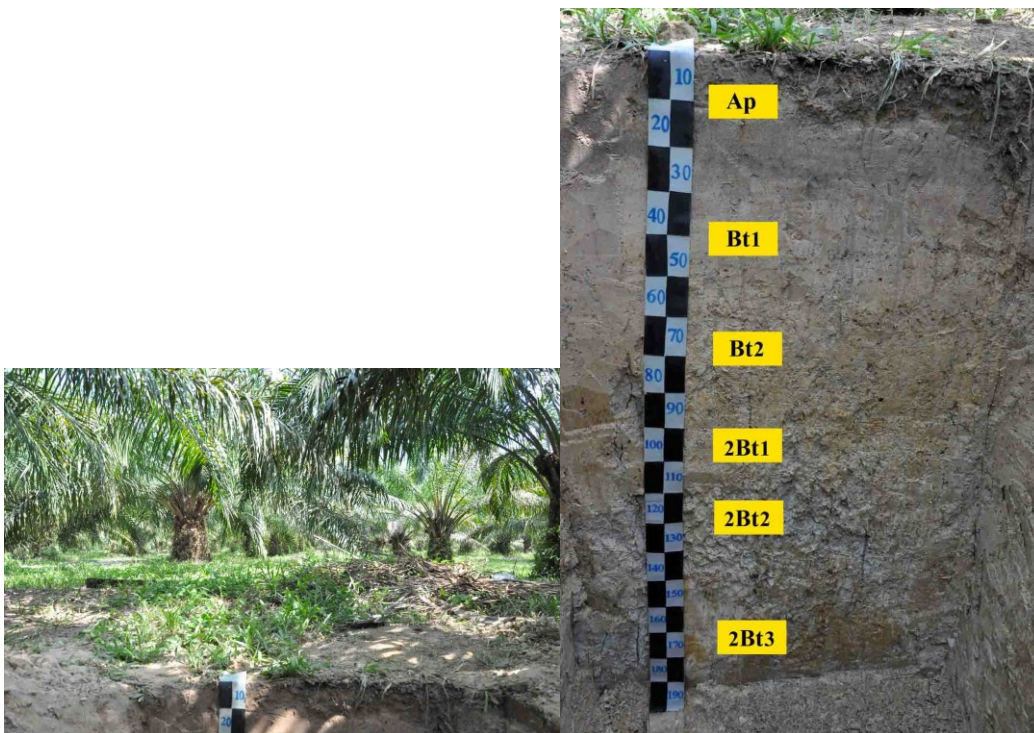


ภาพที่ 8 พิกัดสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรงานวิจัยรอยเท้าน้ำอำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง

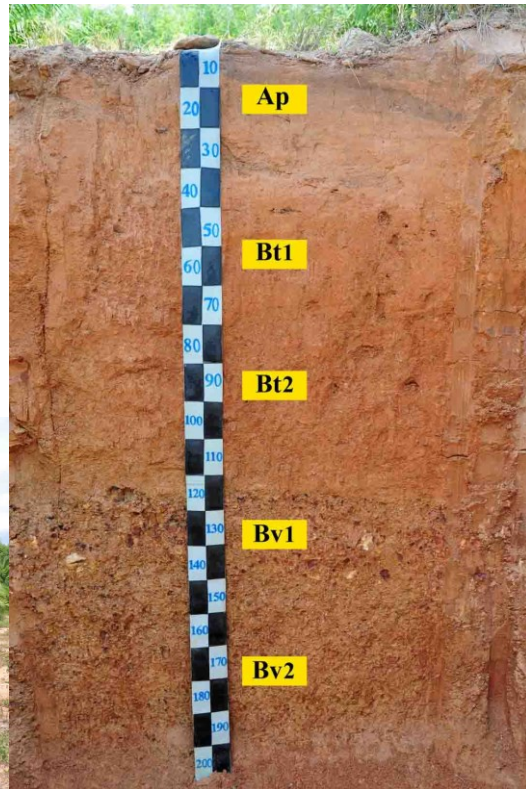
## 1.2) ลักษณะสัณฐานวิทยาของชุดดิน



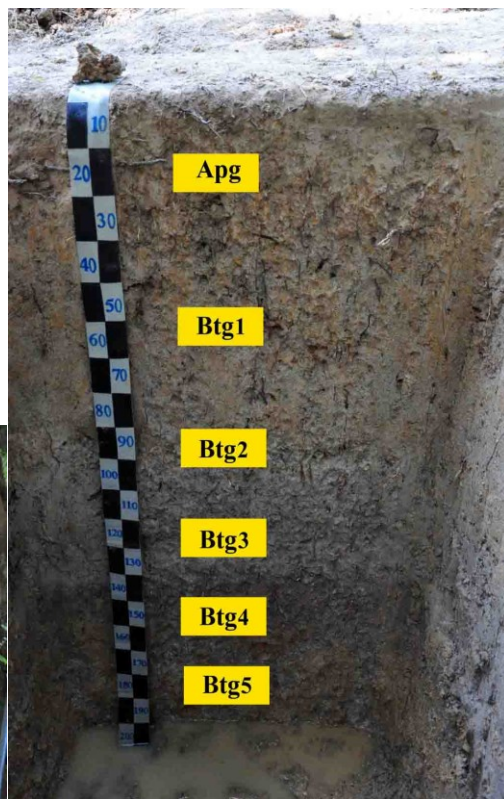
ภาพที่ 9 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 1/2559 หมู่ที่ 5 ตำบลไทรซิง อำเภอยะแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี



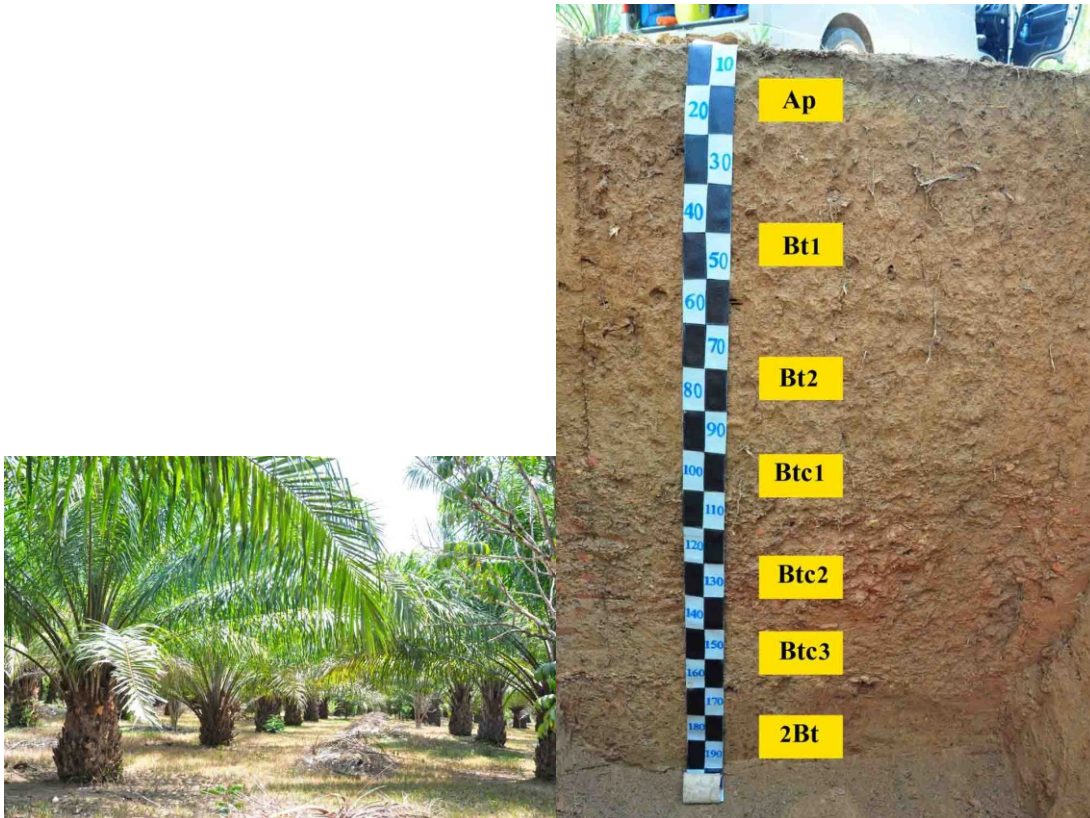
ภาพที่ 10 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 2/2559 หมู่ที่ 5 ตำบลเพขลา อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่



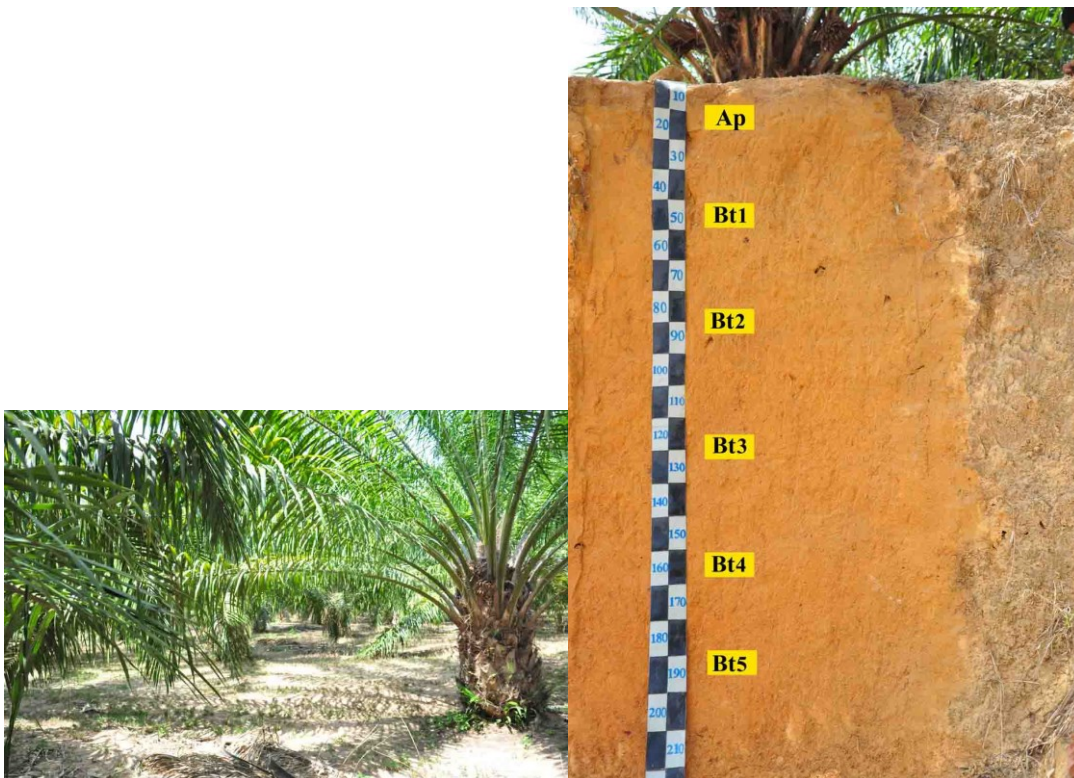
ภาพที่ 11 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 3/2559 หมู่ที่ 8 ตำบลสลูย์ อำเภอบ้านแพะ  
จังหวัดชุมพร



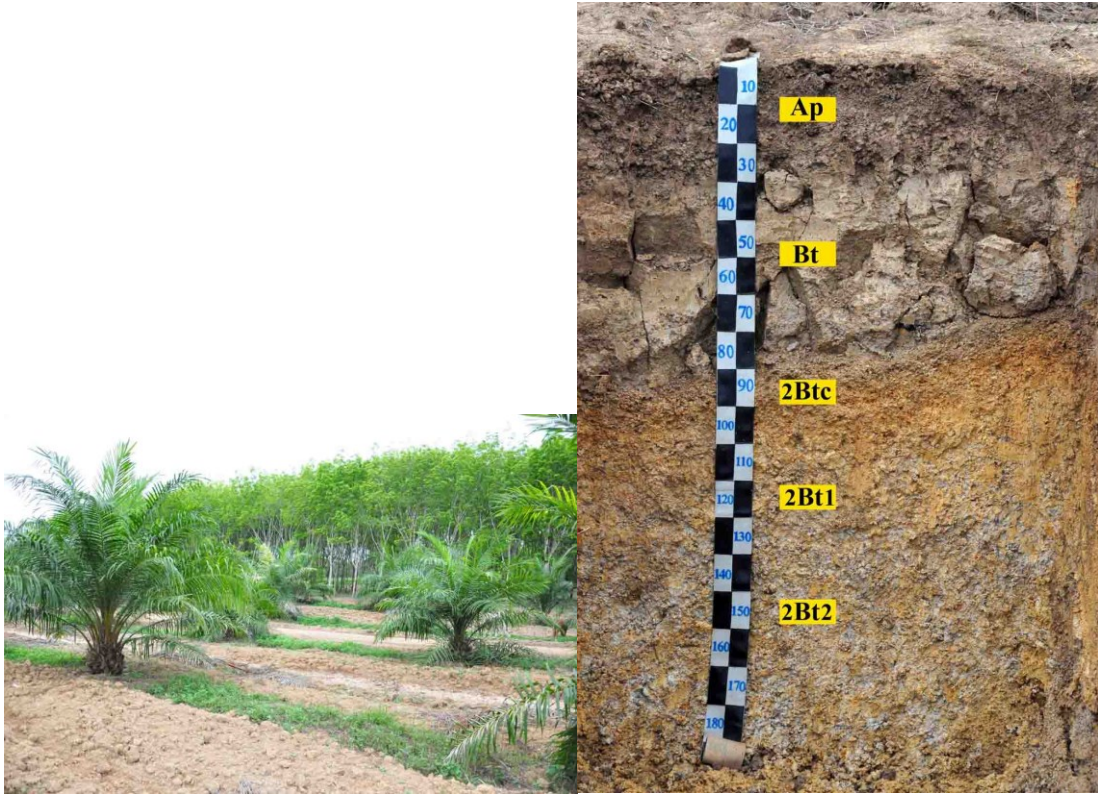
ภาพที่ 12 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 4/2559 หมู่ที่ 4 ตำบลเสาเกา อำเภอสีชล  
จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 13 สภาพแวดล้อมการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 5/2559 หมู่ที่ 7 ตำบลคุระ อำเภอกุระบุรี จังหวัดพังงา



ภาพที่ 14 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 6/2559 หมู่ที่ 7 ตำบลกะลาเส อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง



ภาพที่ 15 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 7/2559 หมู่ที่ 4 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอมะนัง  
จังหวัดสตูล



ภาพที่ 16 สภาพการใช้ที่ดินและหน้าตัดดินของดินพีดอน 8/2559 หมู่ที่ 8 ตำบลลำเลียง อำเภอกระบุรี  
จังหวัดระนอง

ลักษณะสภาพการใช้ที่ดินในสวนปาล์มน้ำมันของตัวแทนทั้ง 8 จังหวัด มีทั้งพื้นที่ราบ เนินลาดชันเล็กน้อย รวมถึงสภาพที่ลุ่ม และหน้าตัดของดินมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นของหน้าตัดดินทั้ง 8 pedon (ภาพที่ 9-16)

สมบัติทางกายภาพระดับความลึกที่ไถลึ่วินชั้นบน (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 3 สมบัติทางกายภาพของชุดดินที่ศึกษา

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution (g kg <sup>-1</sup> )			Textural class
		(USDA grading)			
		Sand	Silt	Clay	
<b>Pedon 1/2559 นายสุรินทร์ เข้มเพชร ม. 5 ต. ไทรซิง อ. พระแสง จ. สุราษฎร์ธานี</b>					
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
<b>Pedon 2/2559 นายบุญธรรม ชัยขาว บ้านพรุเดียว หมู่ 5 ต. เพทลา อ. คลองท่อม จ. กระบี่</b>					
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
135-190+	2Bt3	138	580	282	Silty clay loam
<b>Pedon 3/2559 นายคำรณ นาคหาญ ม.8 ต. สลุย อ. ท่าแซะ จ. ชุมพร</b>					
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
<b>Pedon 4/2559 นายจำแลง เทียงตรง หมู่ 4 ต. เสาเกา อ. ลิขิต จ. นครศรีธรรมราช</b>					
0-35	Apg	461	224	315	Sandy clay Loam

Depth (cm)	Horizon	Particle size distribution (g kg <sup>-1</sup> )			Textural class
		(USDA grading)			
		Sand	Silt	Clay	
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
<b>Pedon 5/2559 นายสมคิด คุ่มพร้อม ม.7 ต.คุระ อ.คุระบุรี จ.พังงา</b>					
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
<b>Pedon 6/2559 นายเฉลิม ศรีไทย 106 ม.7 ต.กะลาเส อ.สิเกา จ.ตรัง</b>					
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
<b>Pedon 7/2559 นายละออง ยืนยง ม.4 ต.นิคมพัฒนา อ.มะนัง จ.สตูล</b>					
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
<b>Pedon 8/2559 นายบุญเลิศ สิทธิเวช 279/9 ม.8 ต.ลำเลียง อ. กระบุรี จ.ระนอง</b>					
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

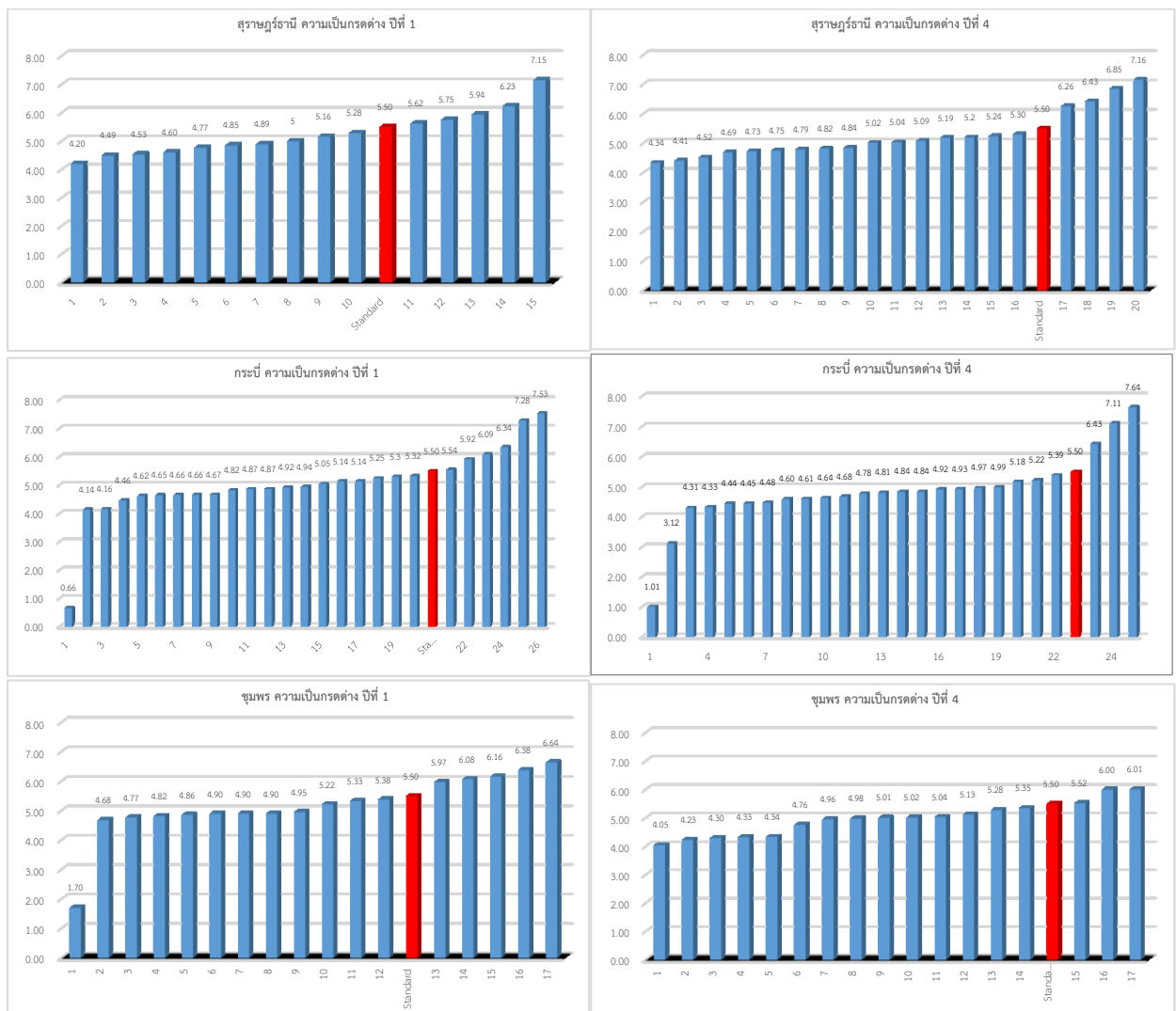
สัมภาษณ์เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันพื้นที่ภาคใต้ 8 จังหวัด ในการจัดการธาตุอาหารและน้ำตลอด 4 ปีที่ผ่านมา พบว่า เกษตรกรมีการจัดการธาตุอาหารไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แต่มีหลายรายที่มีการใช้ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ยแทนการใช้ปุ๋ยสูตรผสมแบบเดิมเนื่องจากต้องการลดต้นทุน บางรายใช้ปุ๋ยรองและปุ๋ยเสริมเช่น กีเซอไรท์ โบรอนมากขึ้นตามอัตราแนะนำ เนื่องจากเห็นผลกระทบที่เกิดกับใบปาล์มน้ำมันที่แสดงอาการขาดปรากฏออกมาให้เกษตรกรทราบ และมีการเก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ-เคมีของดินในสวนปาล์มน้ำมัน และตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรทราบสถานการณ์ความสมบูรณ์ในการจัดการสวนในส่วนการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จึงมีทั้งเกษตรกรที่ต้องใส่ปุ๋ยหลักบางรายการเพิ่มมาจากเดิมเพื่อรักษาสถานะของธาตุอาหารในดินและใบให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน และหลายรายต้องลดการใช้ปุ๋ยหลักบางรายการลงจากเดิม หรือต้องงดใส่เนื่องจากในดินมีปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวมากเกินไป และในเกษตรกรบางรายพบว่า มีความไม่สมดุลของธาตุอาหารเกิดขึ้น เช่น แคลเซียมต่อแมกนีเซียม หรือแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม จึงต้องลดการใช้ปุ๋ยบางรายการ รวมถึงเกษตรกรหลายรายที่พบว่า ความเป็นกรดต่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำเกินไป หรือสูงเกินไป ซึ่งเกษตรกรจะต้องปรับเปลี่ยนชนิดของปุ๋ยตามคำแนะนำของผู้ดำเนินการ เพื่อช่วยปรับสภาพความเป็นกรดต่างให้เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งถือเป็นปัจจัยหลักอีกปัจจัยที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรดต่างเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน ดินมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ดีขึ้น และช่วยให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ซึ่งสุดท้ายจะส่งผลต่อรอยเท้าน้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันให้มีปริมาณการใช้น้ำลดลงในการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากรอยเท้าน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยให้เกษตรกรมีความยั่งยืนในการประกอบอาชีพสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสามารถใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม โดยผลวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัด นำเสนอผลวิเคราะห์เป็นภาพรวมเปรียบเทียบเทียบกันเฉพาะปี 2559 และ 2562 ซึ่งเป็นปีแรกและปีสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัย

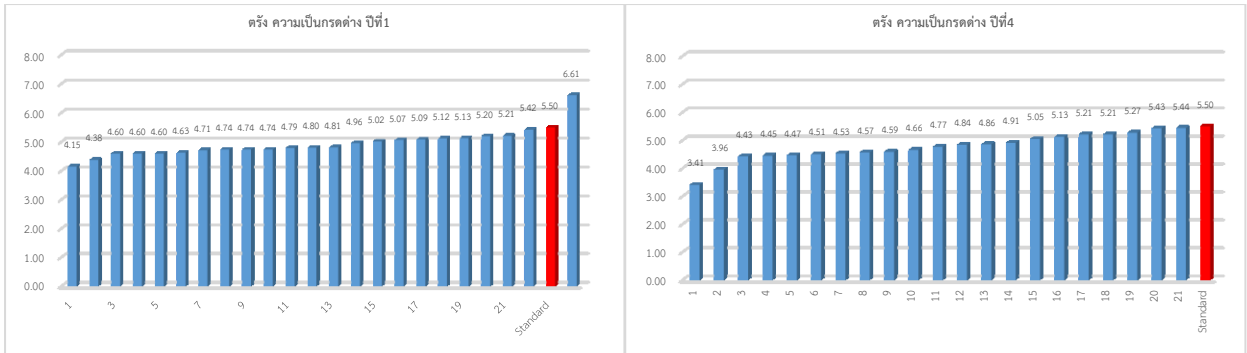
1.3.1) ผลวิเคราะห์ดิน สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ผ่านมาตรฐานมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน

ความเป็นกรดต่างของดิน ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 5.5 หรืออยู่ในช่วง 5.0-6.0 หากค่ากรดต่างต่ำกว่า 5.0 จะแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 (ค่ากรดต่าง 7.0) ซึ่งช่วยให้ความเป็นกรดต่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้น แทน 21-0-0 (ค่ากรดต่าง 5.0) โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ที่มี

แคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งช่วยทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มขึ้น แต่หากความเป็นกรดต่างของดินมีค่ามากกว่า 6.0 จะแนะนำให้เกษตรกรงดหรือลดการใส่แคลเซียมในดินก่อนเป็นลำดับแรก เนื่องจากส่วนใหญ่ความเป็นต่างของดินจะมาพร้อมกับปริมาณแคลเซียมในดินที่มีปริมาณมากเกินพอ และให้เกษตรกรใช้แหล่งไนโตรเจนเป็นปุ๋ยเคมีเกรด 21-0-0 ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 45-0-0 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แหล่งโพแทสเซียม เนื่องจากความเป็นกรดต่างของปุ๋ยเคมีทั้ง 2 รายการ มีค่า 5.0 ซึ่งจะช่วยปรับสภาพความเป็นกลางหรือต่างของดินให้มีความลดลง และเหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น หรือช่วยให้ดินปลดปล่อยธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ความเป็นกรดต่างของดินในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (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 17) อย่างไรก็ตาม สำหรับเกษตรกรที่ความเป็นกรดต่างของดินมีค่าน้อยกว่า 5.0 จะมีการแนะนำให้เกษตรกรใช้แหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนเป็น 46-0-0 แทน 21-0-0 เพื่อให้ความเป็นกรดต่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ 5.50 ซึ่งดินจะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ปาล์มน้ำมันได้เพิ่มมากขึ้น

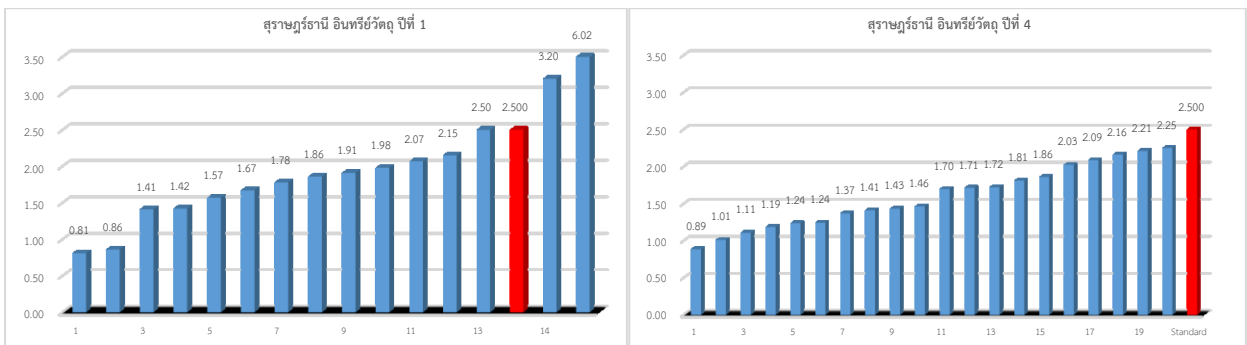


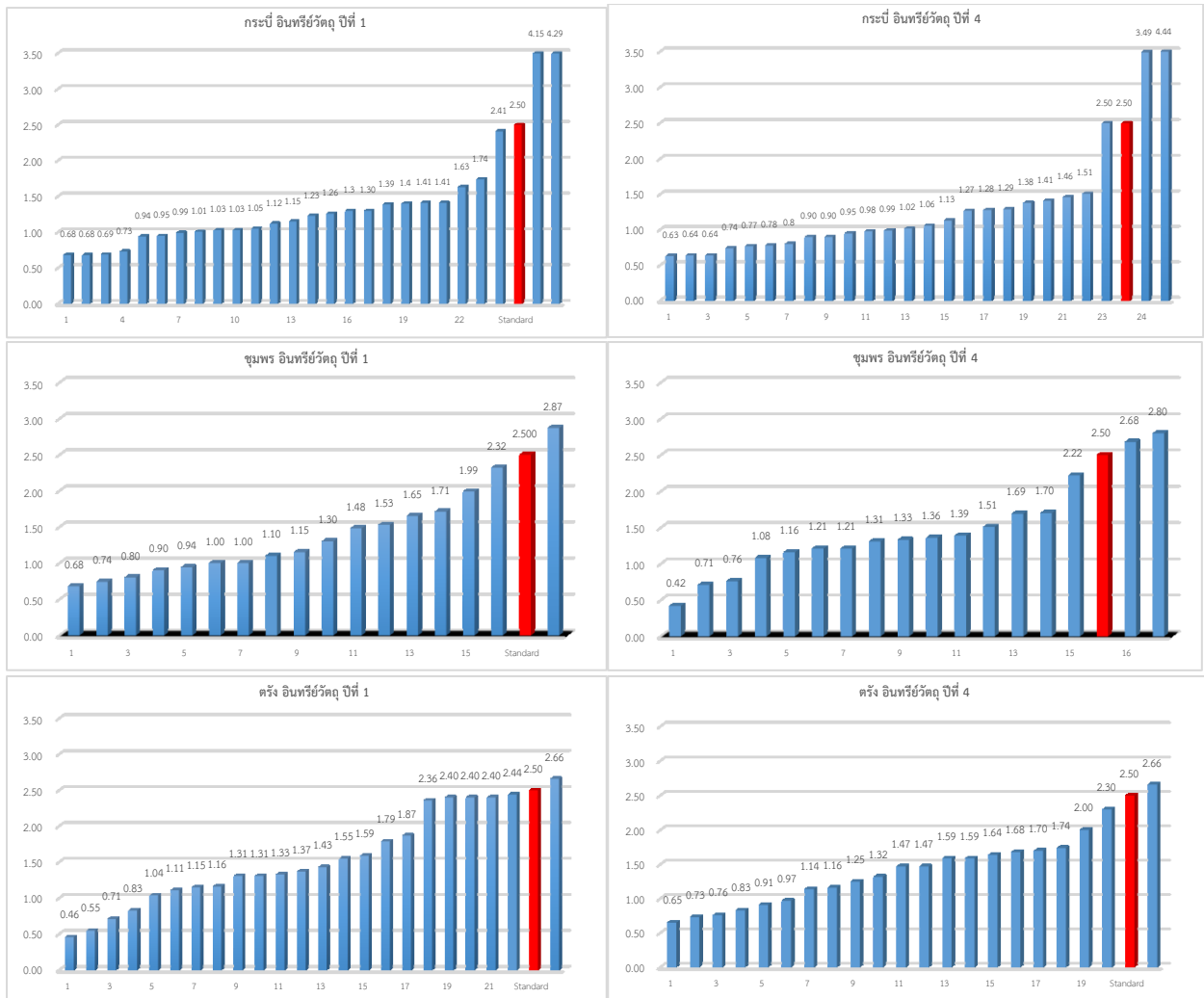


ภาพที่ 17 ความเป็นกรดต่างของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอนาทม จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 5.5)

**อินทรีย์วัตถุ** ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันคือ 2.5 และหากมีค่าสูงกว่า 2.5 จะยิ่งดีต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุมีประโยชน์ในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำได้ดี ช่วยปรับโครงสร้างดินให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของภาคใต้ส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์จากปลูกลูกพี่ขมายาวนาน และไม่มีการบำรุงรักษาดินอย่างถูกต้อง ทำให้ศักยภาพในการผลิตของดินมีค่าลดลง ดินมีความเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชอย่างเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นในกรณีที่พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำมาก เกษตรกรต้องบำรุงดินด้วยวัสดุเหลือใช้จากพืช ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ที่มีและหาได้ง่ายนท้องถิ่น มีราคาถูก

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า อินทรีย์วัตถุของดินในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) นาทม (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 18) โดยภาพรวมพบว่า ส่วนใหญ่อินทรีย์วัตถุในดินมีค่าค่อนข้างต่ำ เกษตรกรสมควรปรับปรุงดินให้มีความสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นกว่านี้ ด้วยการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสดในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งจะช่วยให้ดินมีศักยภาพในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ช่วยในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เกษตรกรจะนิยมใช้ทางใบปาล์มน้ำมันในการคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน รวมถึงทะเลสาบปลาที่สามารถหาซื้อได้ง่ายในการคลุมดินบริเวณทรงพุ่ม เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุ



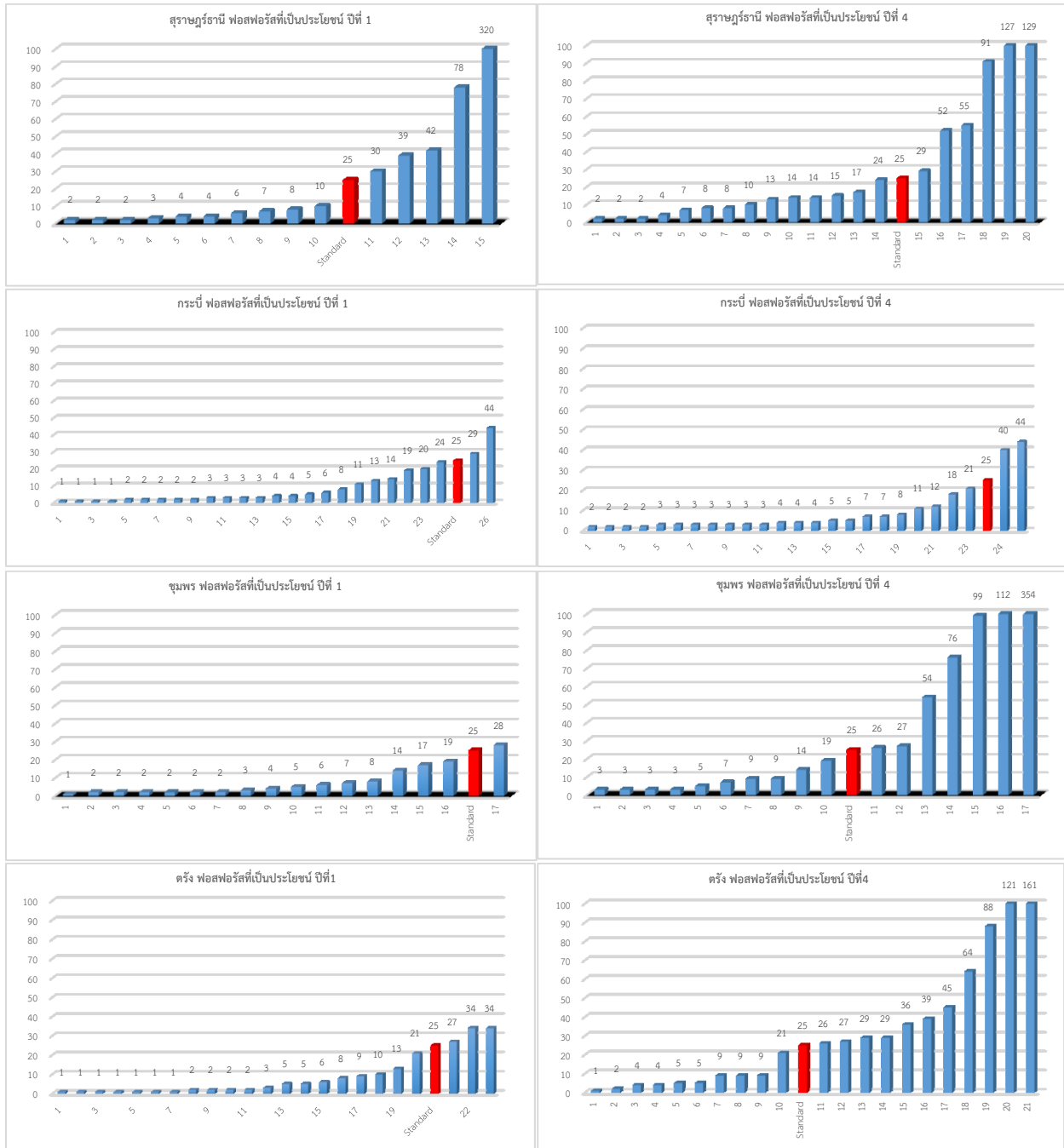


ภาพที่ 18 อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.5 เปอร์เซ็นต์)

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 และช่วยปรับสภาพความเป็นกรดต่างของดินให้มีค่าเพิ่มขึ้นได้ แต่หากดินมีค่ากรดต่างมากกว่า 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

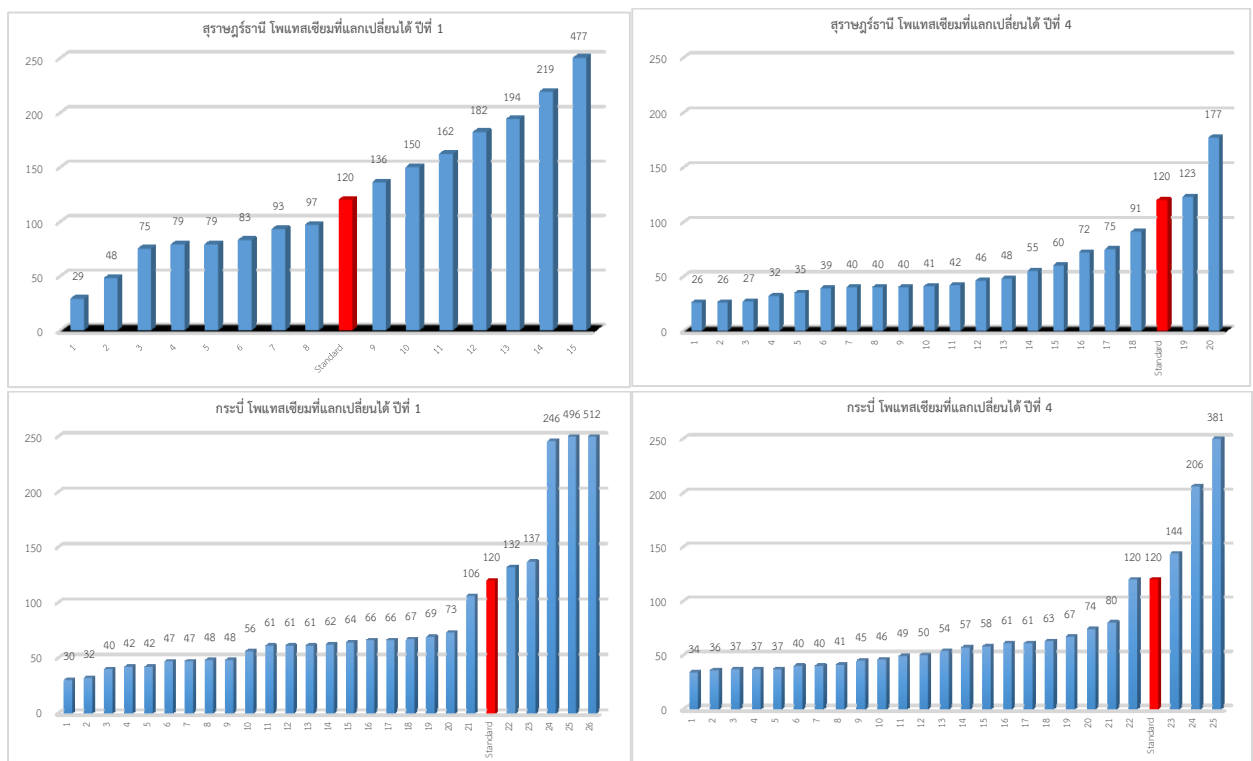
ในปี 2562 เกษตรกรร้อยละ 40.0 16.0 47.1 และ 57.1 มีค่าในเกณฑ์ที่เหมาะสมปานกลางขึ้นไป (ภาพที่ 19) แสดงว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติในการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสให้กับดินเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้นในระดับที่น่าพอใจ ยกเว้นอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของเกษตรกรอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก ร้อยละ 84 ของจำนวนเกษตรกร สำหรับเกษตรกรที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าสูงกว่า 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะแนะนำให้ลดปุ๋ยฟอสฟอรัสลง 25 เปอร์เซ็นต์

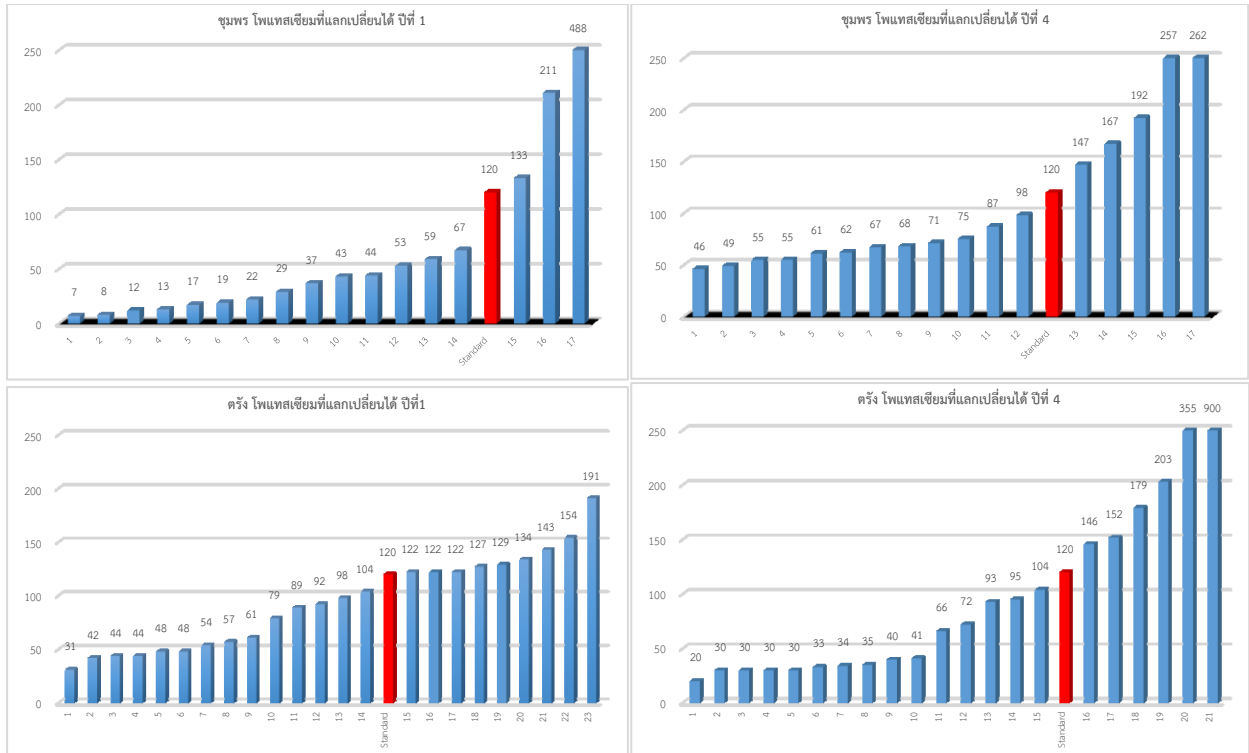


ภาพที่ 19 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความต้องการโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 100-120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยเกรด 0-0-60 (โพแทสเซียมคลอไรด์) เป็นแหล่งของธาตุโพแทสเซียม เนื่องจากมีราคาถูก สัดส่วนของโพแทสเซียมสูง แต่หากดินมีปริมาณโพแทสเซียมมากพอ (มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถลดปุ๋ยโพแทสเซียมจากอัตราที่ใส่เดิมลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ และหากพบว่า ดินมีความเป็นกรดต่างสูงกว่า 6.0 เกษตรกรควรใช้ 0-0-45 (โพแทสเซียมซัลเฟต) แทน 0-0-60 เนื่องจากมีค่ากรดต่าง 5.0 และไม่ควรรใช้ 0-0-45 ในกรณีที่มีค่าความเป็นกรดต่างของดินมีค่าน้อยกว่า 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 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 20) และเกษตรกรที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต้องลด 0-0-60 ลงร้อยละ 25-50 ของอัตราเดิม

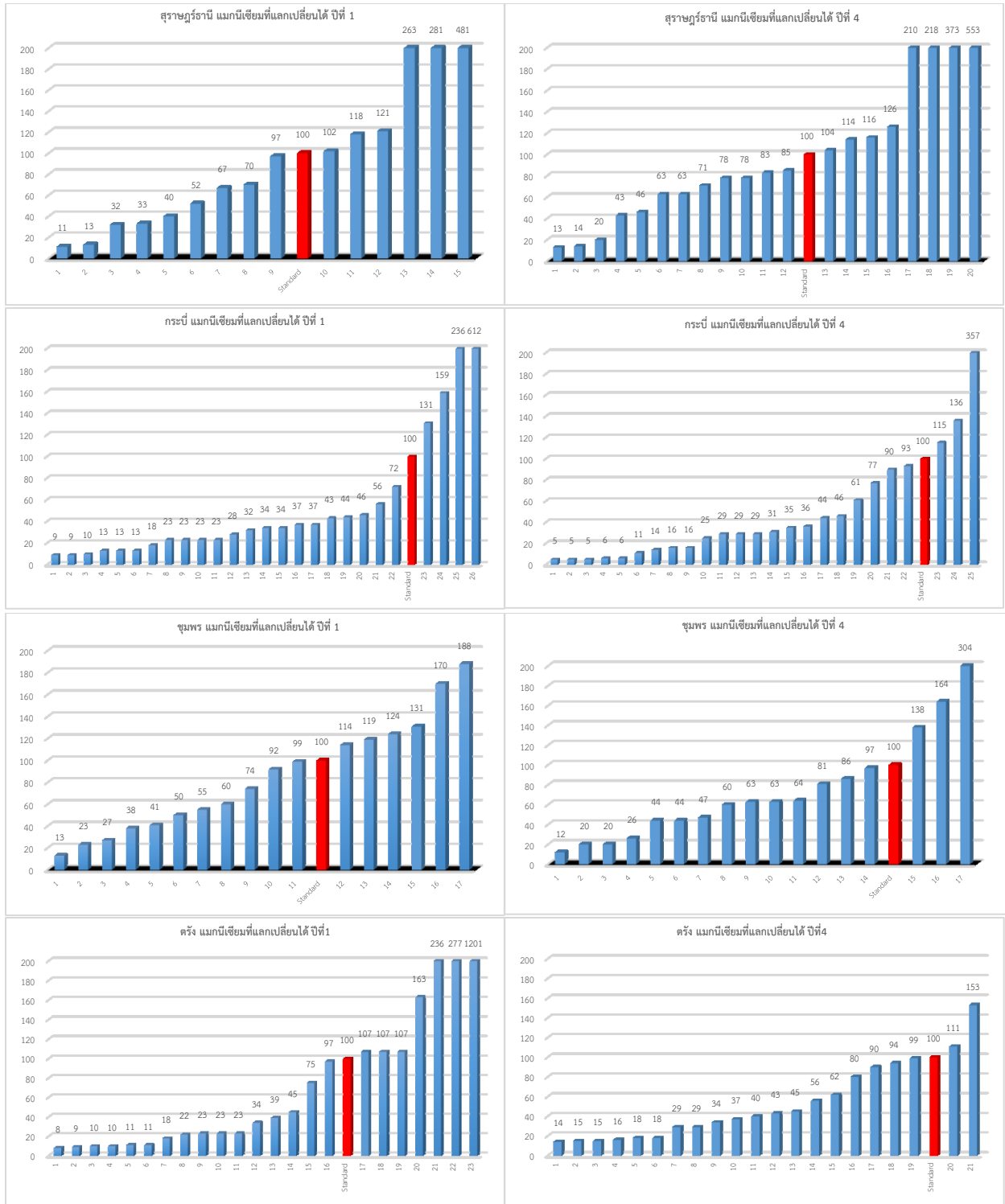




ภาพที่ 20 ปริมาณโพลีแซคคาไรด์แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบ เทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความต้องการแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 75-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปุ๋ยกีเซอไรท์เป็นแหล่งของธาตุแมกนีเซียม เนื่องจากความสามารถในการปลดปล่อยธาตุแมกนีเซียมสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยไนโตรเจน แต่หากดินมีปริมาณแมกนีเซียมมากพอ (มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถลดปุ๋ยแมกนีเซียมจากอัตราที่ใส่เดิมลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นแหล่งธาตุแมกนีเซียมแทนก็ใช้ได้ แต่มีข้อจำกัดคือ ไม่ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนหากดินมีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่า 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 21) โดยอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการปรับตัวได้ดี



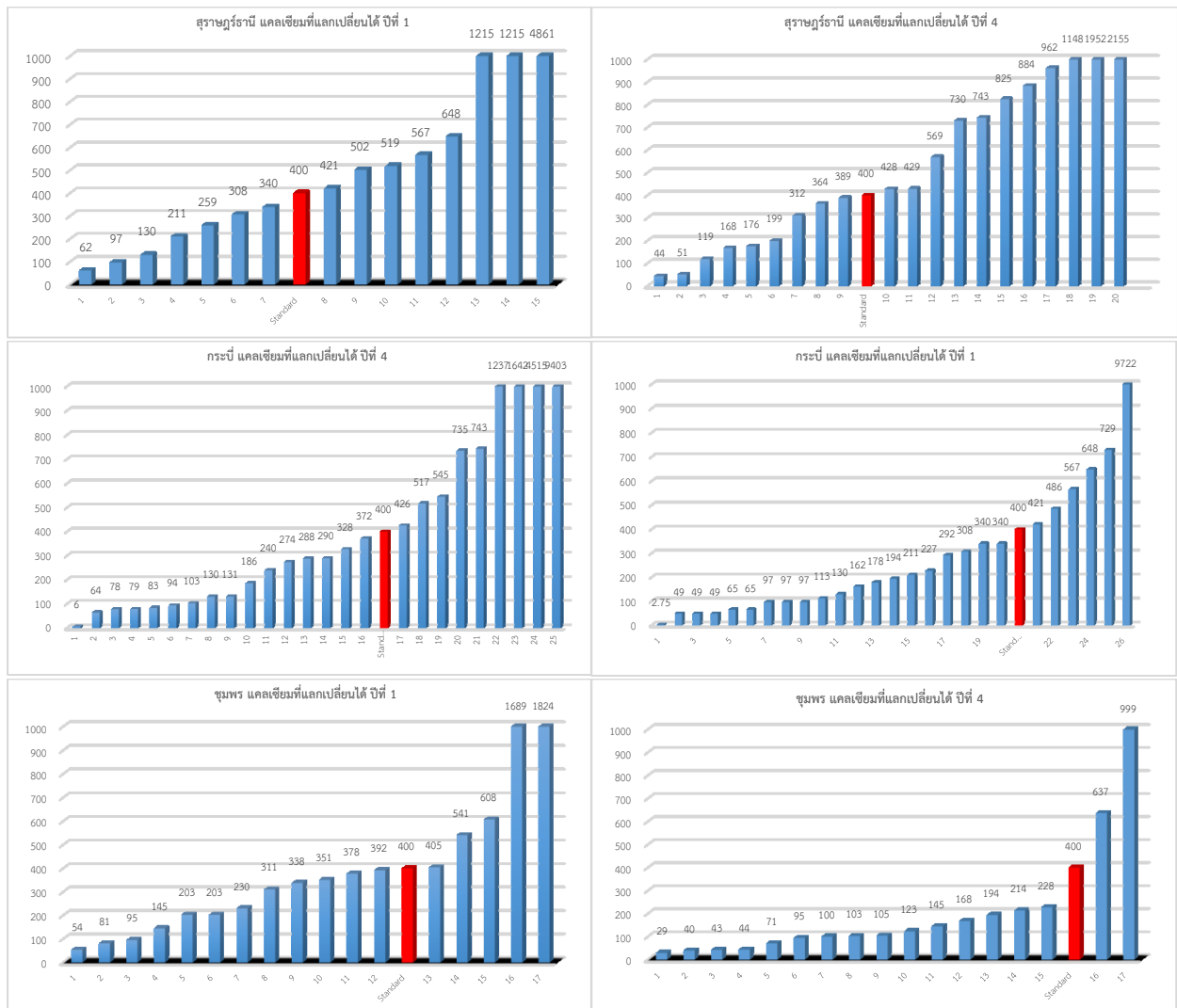
ภาพที่ 21 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอนาแห้ว จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

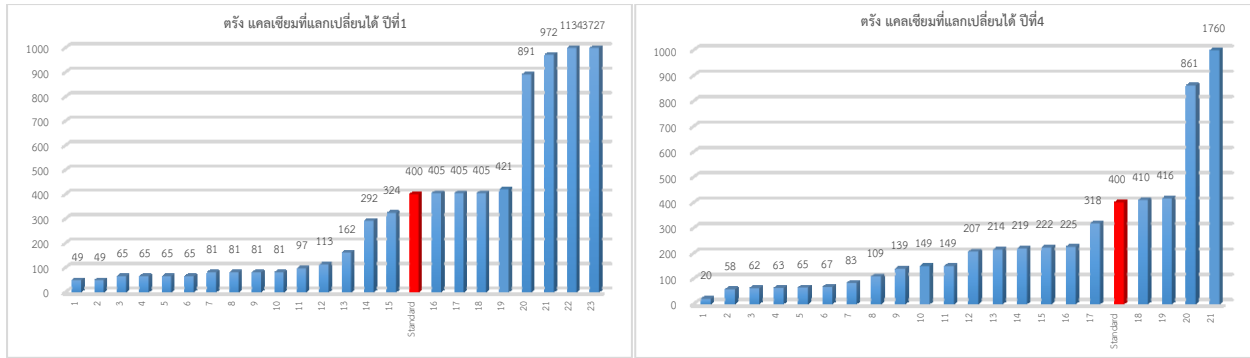
ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความต้องการแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟตเป็นแหล่งของธาตุแคลเซียม แต่หากดินมีปริมาณแคลเซียม



เหมาะสม (200-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถใช้หินฟอสเฟตในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อตันต่อปี เพื่อรักษาระดับแคลเซียมให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมได้ หากมีปริมาณแคลเซียมมากเกินไปจะส่งผลต่อความเป็นกรดต่างของดิน 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 22) อย่างไรก็ตาม หากปริมาณแคลเซียมมีค่าต่ำเกินไป เกษตรกรต้องใช้หินฟอสเฟตเป็นแหล่งของฟอสฟอรัส และปุ๋ยโดโลไมท์เป็นแหล่งของแมกนีเซียม เนื่องจากมีส่วนประกอบของแคลเซียมผสมอยู่ด้วย

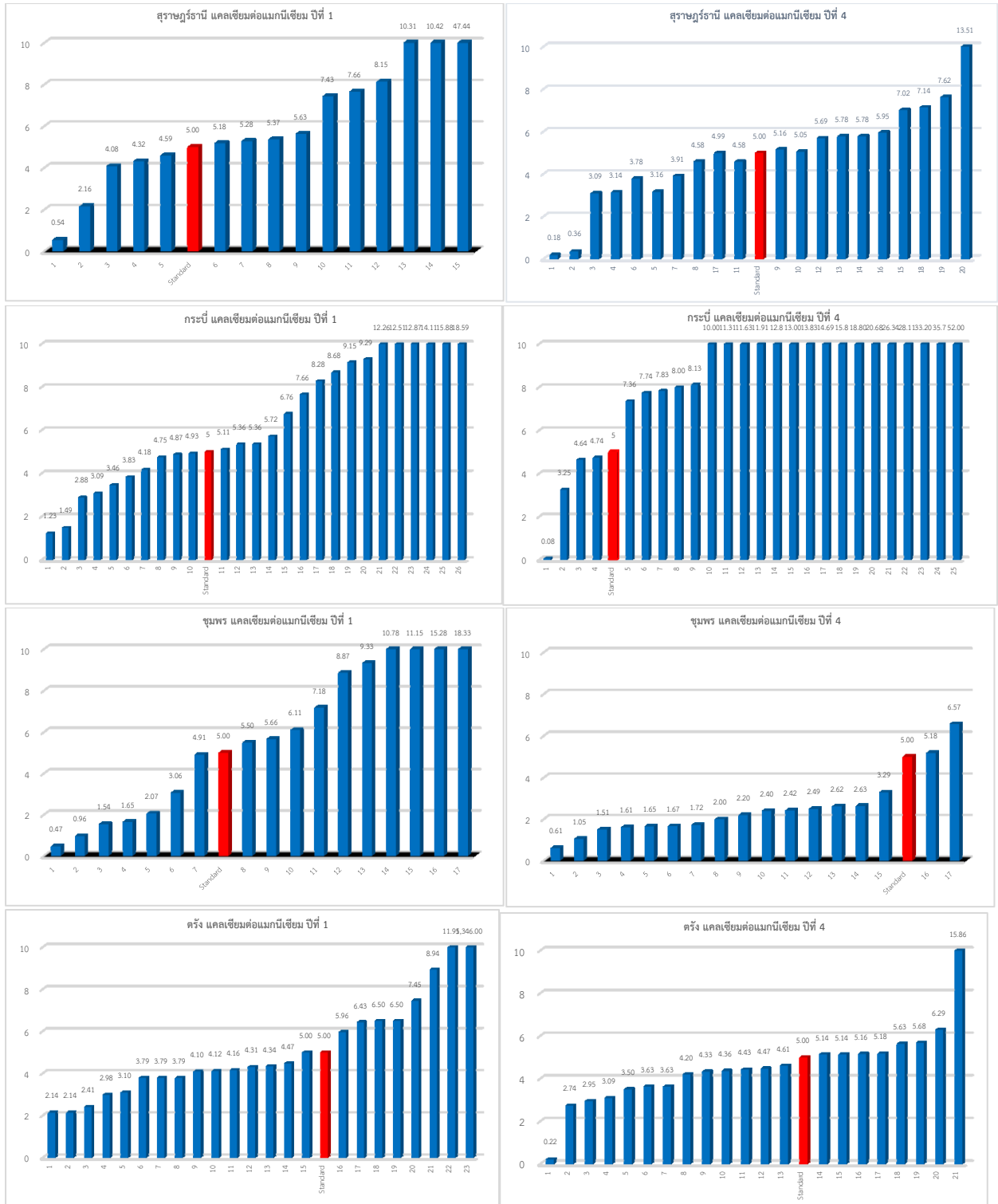




ภาพที่ 22 ปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ความสมดุลของแคตไอออนต่อแมกนีเซียม ความต้องการแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมมีค่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หากพบว่า ปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกษตรกรควรใช้ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟตเป็นแหล่งของธาตุแคตไอออน แต่หากดินมีปริมาณแคตไอออนเหมาะสม (200-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เกษตรกรสามารถใช้หินฟอสเฟตในอัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เพื่อคงปริมาณแคตไอออนให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมได้ หากมีปริมาณแคตไอออนมากเกินไปจะมีผลต่อความเป็นกรดต่างของดิน และความสมดุลระหว่างแคตไอออนต่อแมกนีเซียม ดังนั้นเกษตรกรควรงดการใส่แคตไอออน

ผลวิเคราะห์ดิน ปี 2559 พบว่า ความสมดุลระหว่างแคตไอออนต่อแมกนีเซียมในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) มีค่าสมดุลร้อยละ 33.3 38.5 41.2 และ 65.2 ตามลำดับ และจากผลวิเคราะห์ปี 2562 พบว่า แคตไอออนต่อแมกนีเซียมในสวนปาล์มน้ำมันมีความสมดุลร้อยละ 55.5 16.0 88.2 และ 61.9 ตามลำดับ โดยสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรอำเภอคลองท่อม (กระบี่) มีความไม่สมดุลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.5 เป็นร้อยละ 84.0 ในปี 2562 (ภาพที่ 23) ซึ่งสังเกตได้ว่าเป็นผลมาจากปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าต่ำกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก โดยเกษตรกรจำนวนน้อยรายที่มีปริมาณแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงส่งผลต่อความไม่สมดุลของแคตไอออนต่อแมกนีเซียมที่มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น สำหรับสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) และท่าแซะ (ชุมพร) มีความสมดุลเพิ่มขึ้นกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ จากร้อยละ 33.3 และ 41.2 เป็นร้อยละ 55.5 และ 88.2 ตามลำดับ ในปี 2562

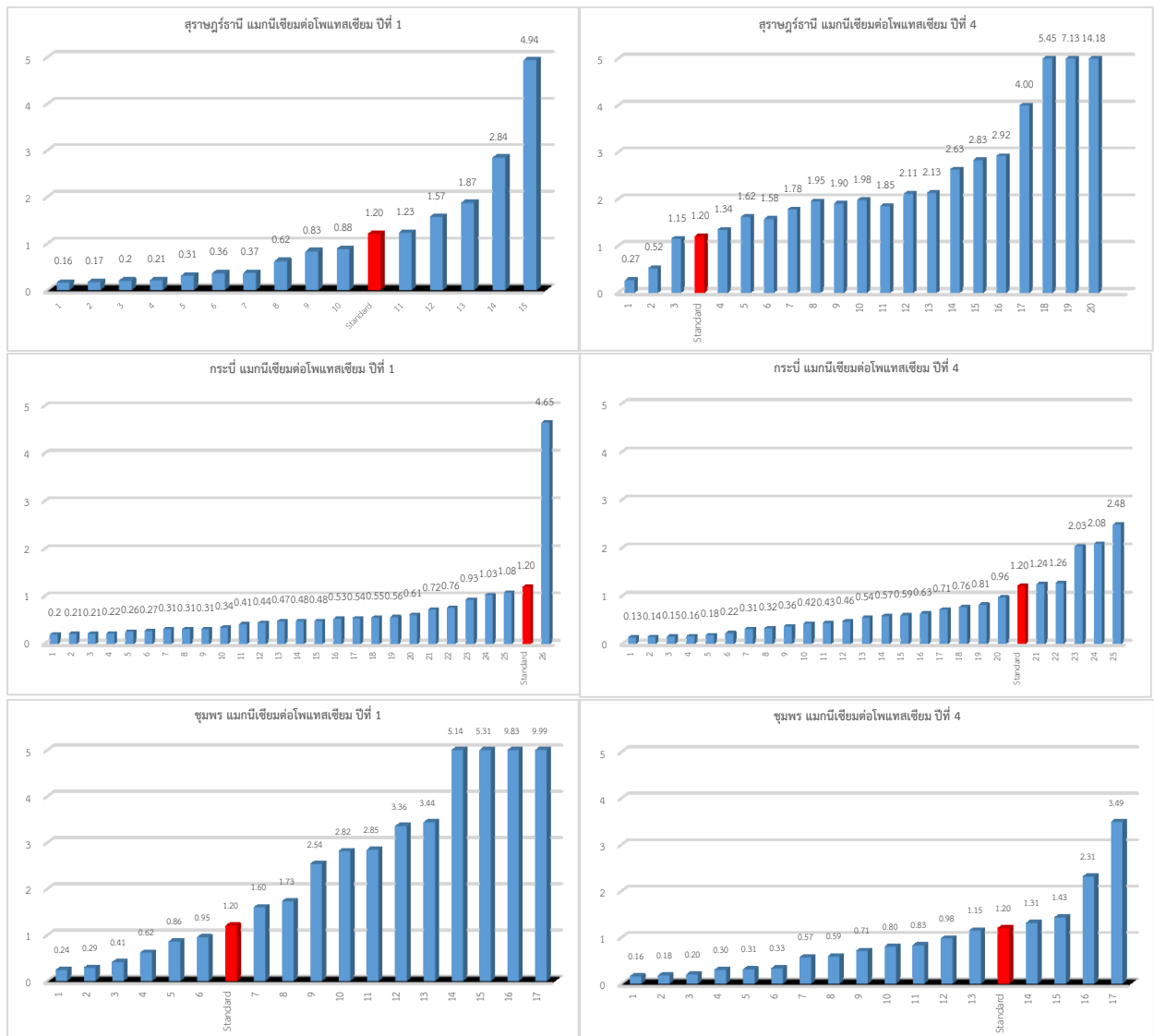


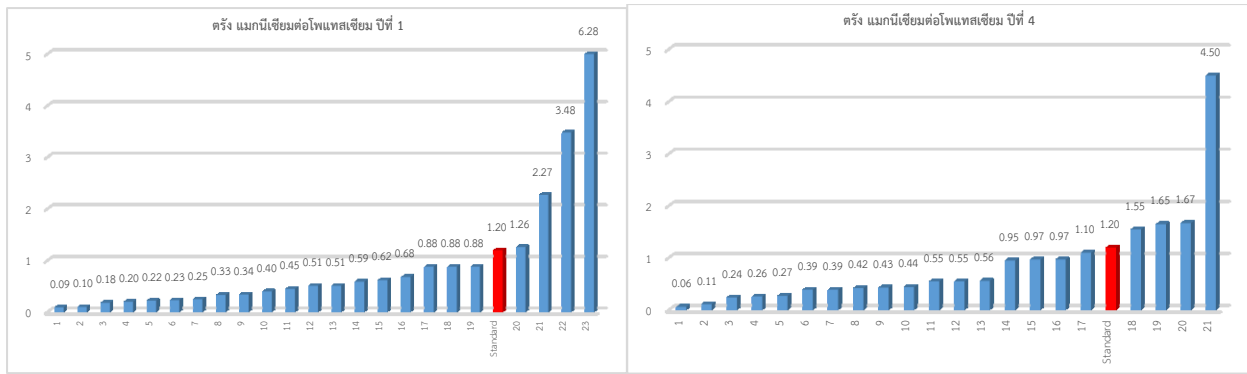
ภาพที่ 23 ความสมดุลระหว่างแคลเซียมต่อแมกนีเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 5.0)

ความสมดุลของแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียม ความสมดุลของแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมควรมีค่าต่ำกว่า 1.2 (นั่นคือปริมาณความต้องการโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินที่เหมาะสม 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่ควรเกิน 144 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หากอัตราส่วนมีค่ามากกว่า 1.2 เท่า และปริมาณโพแทสเซียมเหมาะสม เกษตรกรต้องการใส่ปุ๋ยก็เซอไรท์ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุแมกนีเซียม และหากปริมาณแมกนีเซียมเหมาะสม แสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมต่ำเกินไป เกษตรกรต้องเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย 0-0-60 เพื่อเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมในดิน

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 แมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมในสวนปาล์มน้ำมันมีความสมดุลร้อยละ 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 24)





ภาพที่ 24 ความสมดุลระหว่างแมกนีเซียมต่อโพแทสเซียมของดินสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอบ้านฉาง จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.2)

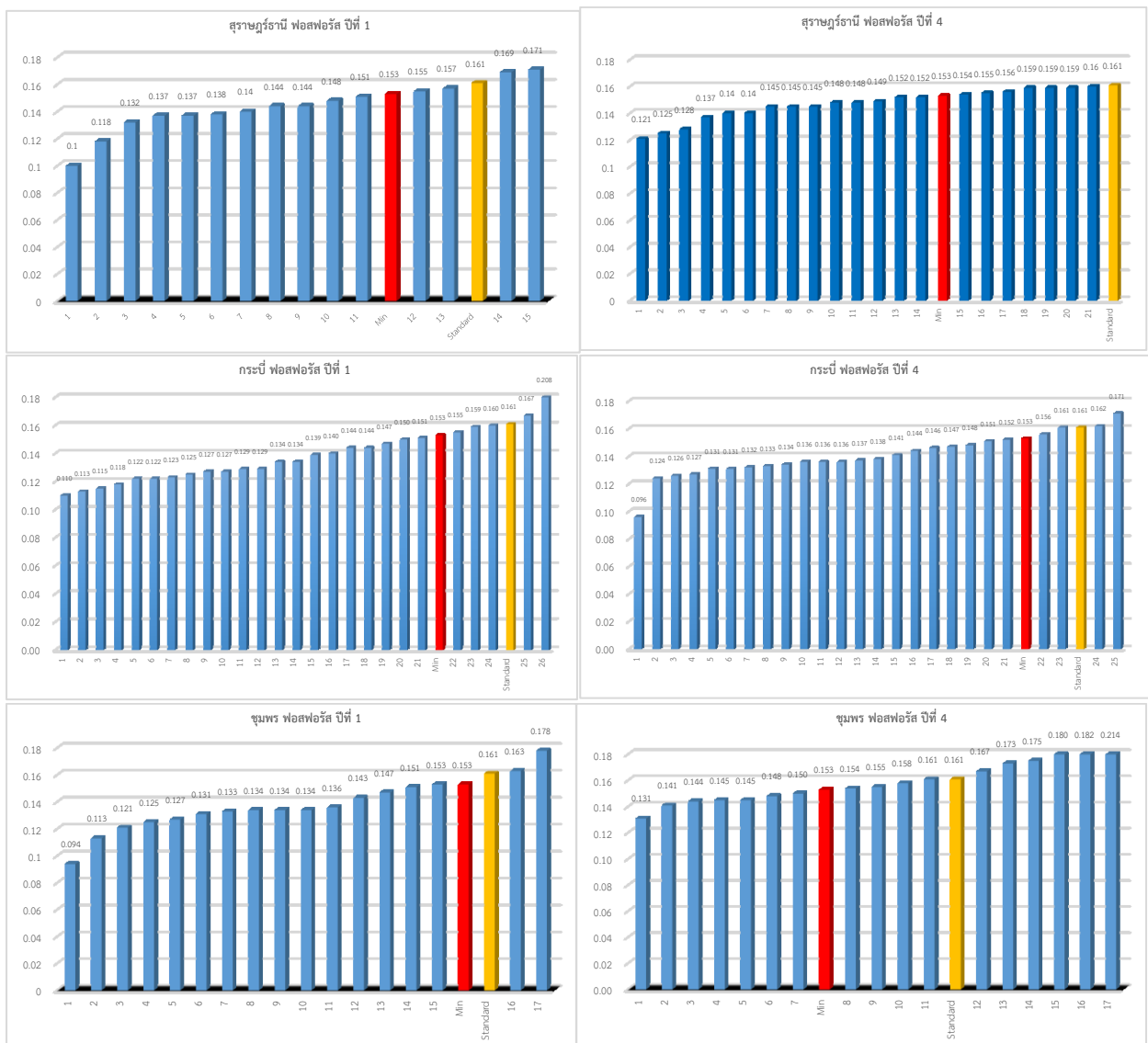
1.3.2) ผลวิเคราะห์ใบ สวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรแต่ละจังหวัดจะเปรียบเทียบกับค่าตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ซึ่งหากเกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ ปริมาณธาตุอาหารในใบจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ตรงตามความต้องการของปาล์มน้ำมันมากกว่าปีที่เริ่มต้นการดำเนินงาน (ปี 2559) เนื่องจากการนำเสนอเป็นภาพรวมของแต่ละจังหวัด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

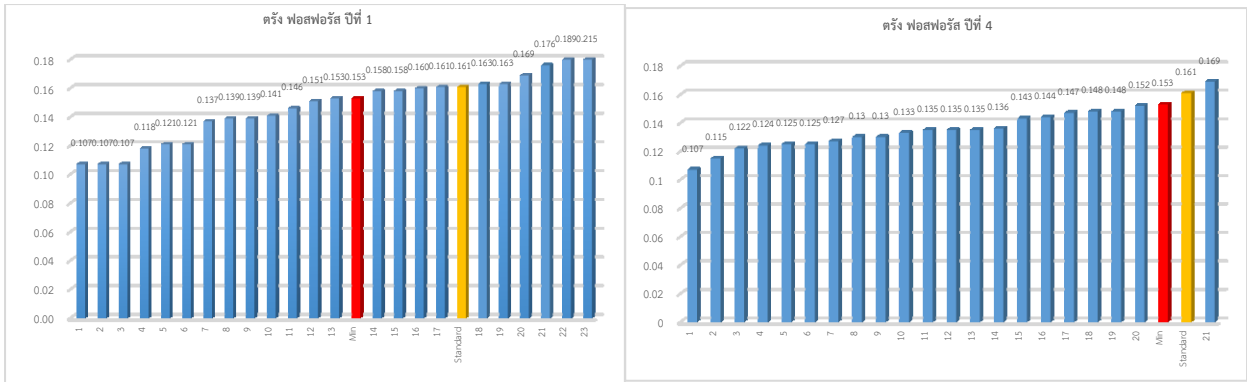
ไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 2.385-2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า 2.385 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แห้งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดไนโตรเจน และหากปริมาณไนโตรเจนสูงกว่า 2.636 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณไนโตรเจนสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมในใบมีค่า 2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แห้งสีเหลือง) 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 25)



ภาพที่ 25 ปริมาณไนโตรเจนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าชะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 2.385-2.510 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) **ฟอสฟอรัส** ปริมาณฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.153-0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่า 0.153 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง)

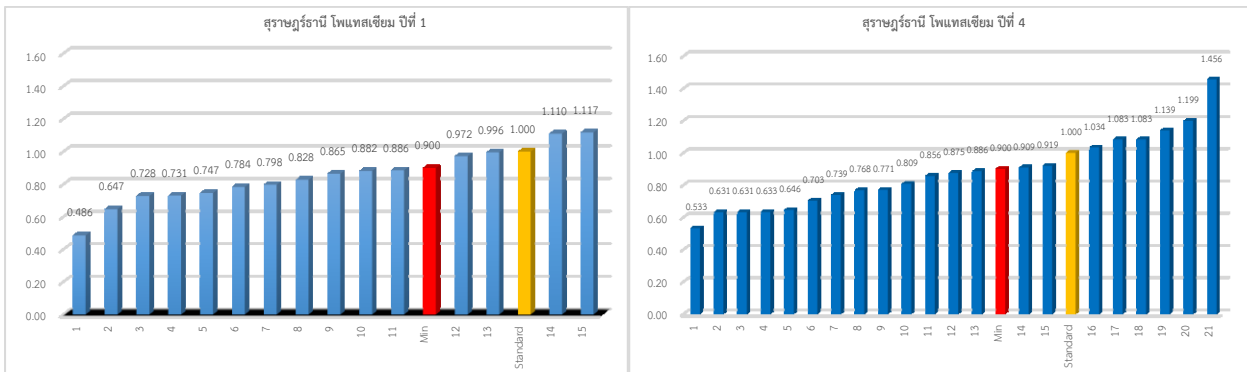
แสดงว่า ไบชาติฟอสฟอรัสและหากปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.169 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ไบมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในไบมีค่า 0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แห้งสี่เหลี่ยม) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าแซะ (ชุมพร) และเสเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ไบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตของเกษตรกรทั้ง 4 พื้นที่ดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 26.7 19.2 11.8 และ 40.0 ตามลำดับ และจากการให้คำแนะนำการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินใบตลอด 4 ปี ซึ่งเกษตรกรบางรายได้ปฏิบัติตามคำแนะนำ บางรายปฏิบัติตามบางส่วน และบางรายไม่สามารถปฏิบัติตามได้เนื่องจากราคาจำหน่ายผลผลิตค่อนข้างต่ำ และไม่มีเงินใส่ปุ๋ย ซึ่งผลวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสในใบในปี 2562 พบว่า ไบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 33.3 16.0 58.8 และ 4.8 ตามลำดับ ซึ่งอำเภอคลองท่อมและอำเภอเสเกา ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนลดต่ำกว่าช่วงเริ่มต้นปี 2559 มีเฉพาะอำเภอพระแสงและอำเภอท่าแซะ ที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนเพิ่มมากกว่าช่วงเริ่มต้น (ภาพที่ 26)



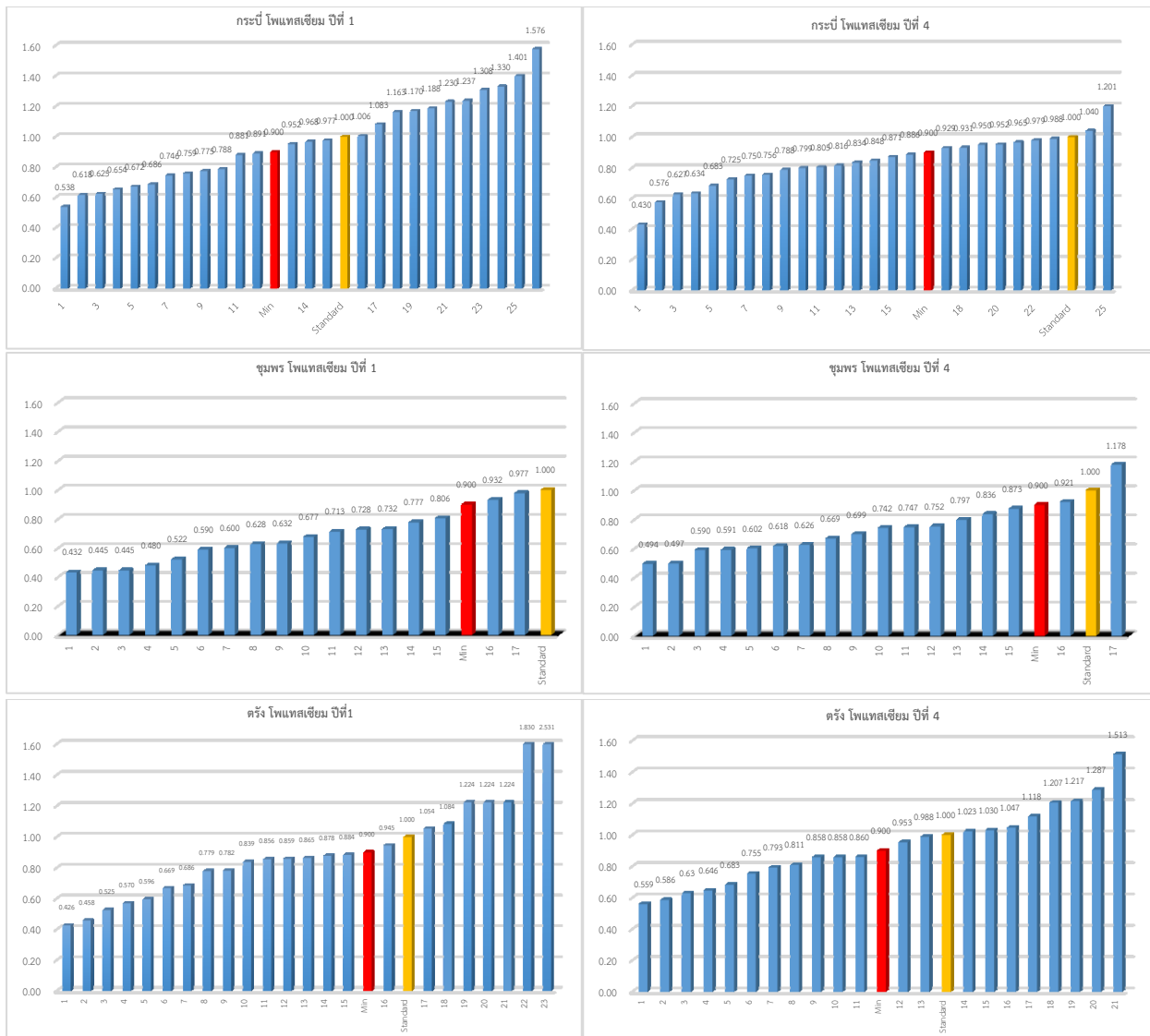


ภาพที่ 26 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับปี 1 และปี 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าชะ และจังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.153-0.161 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

**โพแทสเซียม** 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) ท่าชะ (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 อำเภอท่าชะ ใบปาล์มน้ำมันที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตมีอัตราเท่าเดิม มีเฉพาะอำเภอพระแสงและอำเภอสิเกาที่ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบ จำนวนเกษตรกรที่ใบปาล์มน้ำมันมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตจำนวนเพิ่มมากกว่าช่วงเริ่มต้น (ภาพที่ 27)







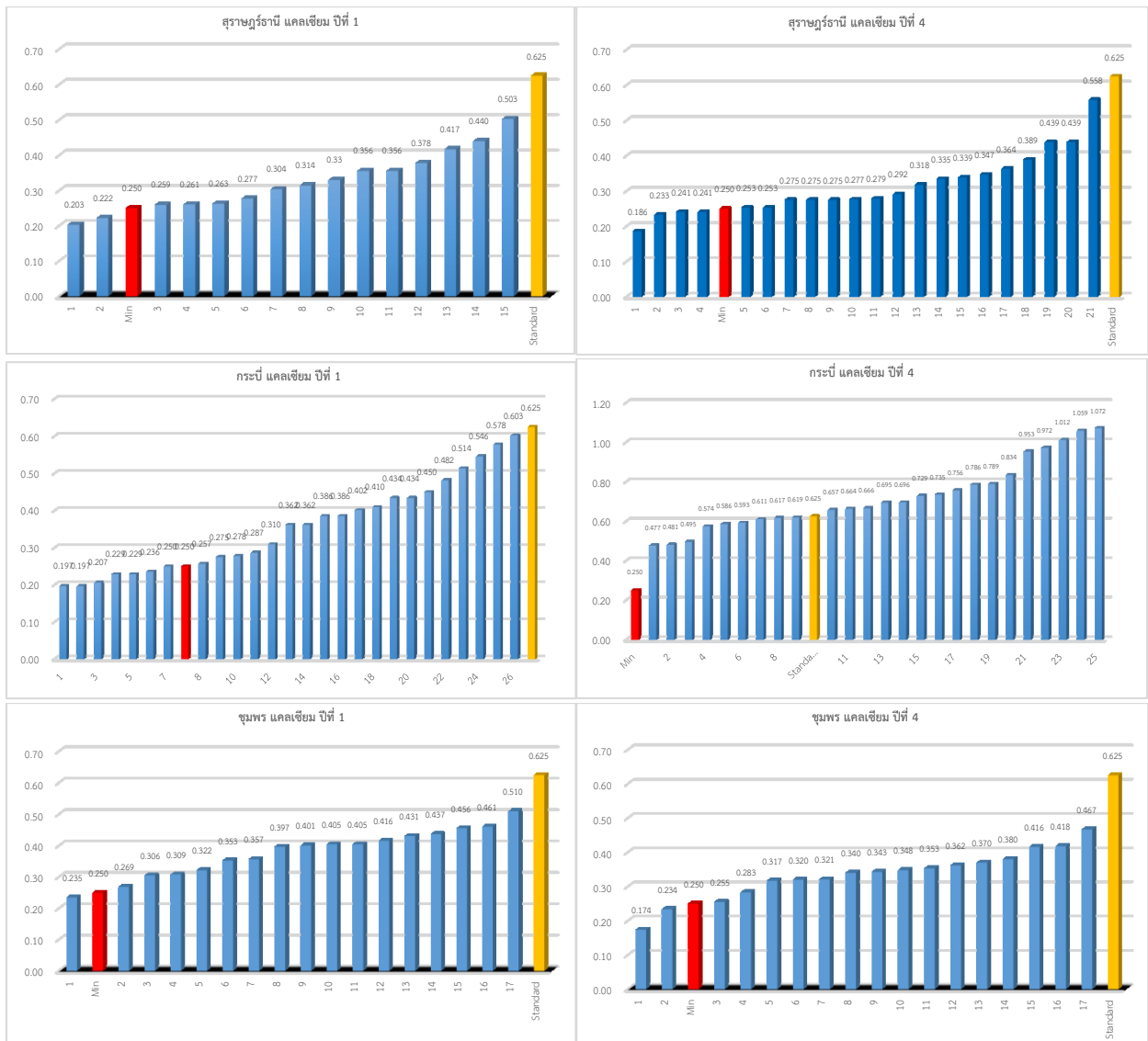
ภาพที่ 27 ปริมาณโพแทสเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปี 2019 และปี 2020 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าชะแอม จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.900-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

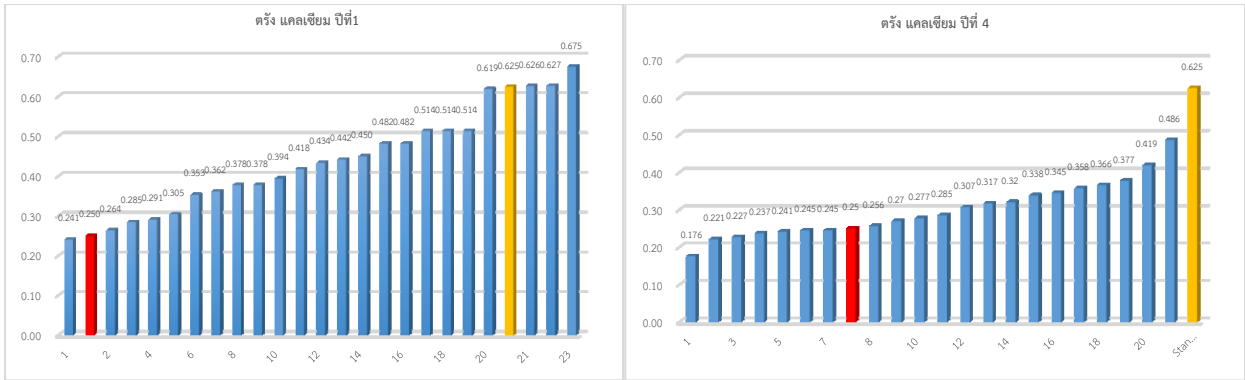
แมกนีเซียม ปริมาณแมกนีเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.238-0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณแมกนีเซียมต่ำกว่า 0.238 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง) แสดงว่า ใบขาดแมกนีเซียมและหากปริมาณแมกนีเซียมสูงกว่า 0.263 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณแมกนีเซียมสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณแมกนีเซียมที่เหมาะสมในใบมีค่า 0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอพระแสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าชะแอม (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ทั้ง 4 พื้นที่ ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรมีปริมาณธาตุแมกนีเซียมสูงกว่าความต้องการของปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ และในปี 2562 มีเฉพาะอำเภอคลองท่อมที่ใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุแมกนีเซียมต่ำกว่าค่าวิกฤตคิดเป็นร้อยละ 36.0 (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 ปริมาณแมกนีเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าชะงะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.238-0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) แคลเซียม ปริมาณแคลเซียมในใบที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 0.250-1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากปริมาณแคลเซียมต่ำกว่า 0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แท่งสีแดง)

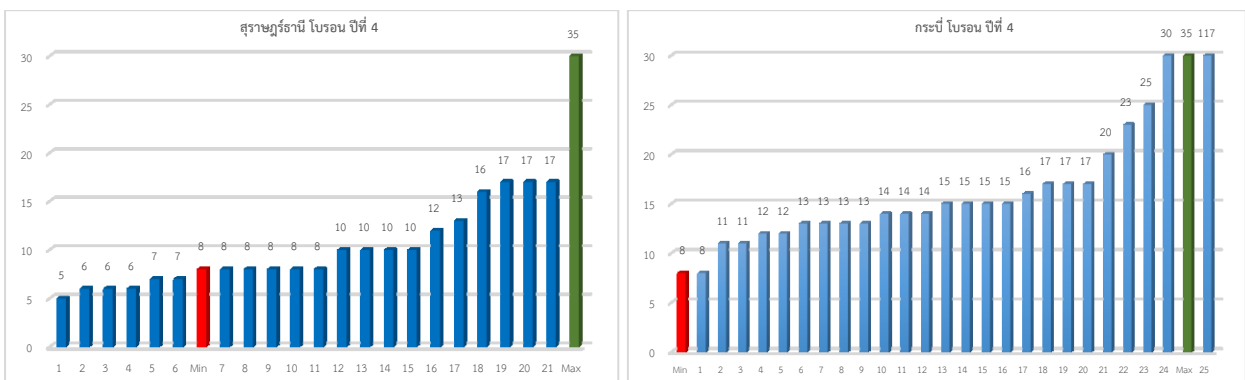
แสดงว่า ใบชาดแคลเซียมและหากปริมาณแคลเซียมสูงกว่า 1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แสดงว่า ใบมีปริมาณแคลเซียมสูงเกินความต้องการ โดยปริมาณแคลเซียมที่เหมาะสมในใบมีค่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (แห้งสีเหลือง) จากผลวิเคราะห์ภาพรวมอำเภอรพเสง (สุราษฎร์ธานี) คลองท่อม (กระบี่) ท่าชะ (ชุมพร) และสิเกา (ตรัง) ในปี 2559 พบว่า ใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกรส่วนใหญ่ทั้ง 4 พื้นที่ ปริมาณธาตุแคลเซียมมีค่าเหมาะสม (0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ต่ำกว่าค่าวิกฤตร้อยละ 13.3 26.9 5.9 และ 4.0 ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ธาตุแคลเซียมในใบในปี 2562 พบว่า อำเภอรพเสง ท่าชะและสิเกา ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำกว่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง มีเฉพาะอำเภอคลองท่อมที่ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบสูงกว่า 0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และสูงกว่า 1.000 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง คิดเป็นร้อยละ 12.0 โดยไม่มีเกษตรกรรายใดที่ปริมาณแคลเซียมในใบต่ำกว่าค่าวิกฤตเลย ในขณะที่อำเภอรพเสง ท่าชะและสิเกา ปริมาณธาตุแคลเซียมในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต (0.250 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ร้อยละ 19.0 11.8 และ 33.3 ตามลำดับ (ภาพที่ 29) ซึ่งต้องปรับให้ปริมาณแคลเซียมในใบมีค่าเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรง โดยการใส่ปูนโดโลไมท์และหินฟอสเฟต แต่ต้องระวังสมดุลของแคลเซียมต่อแมกนีเซียมด้วย

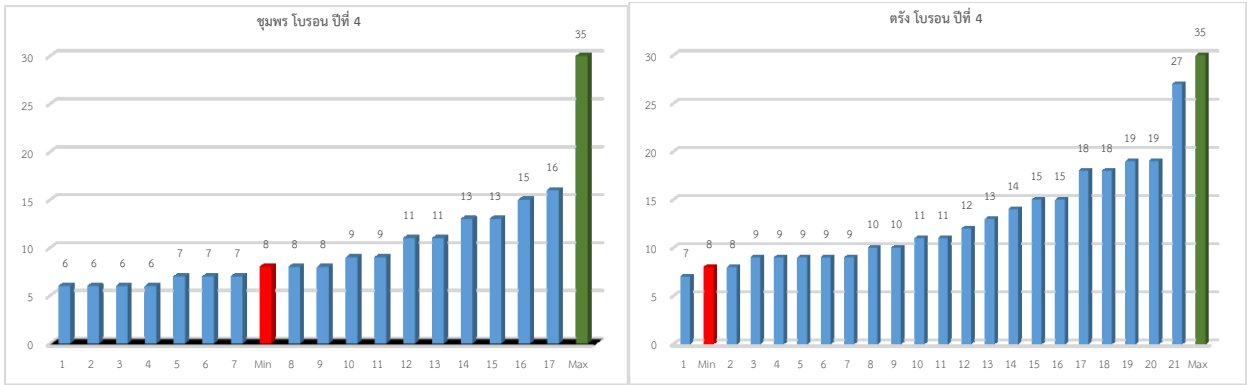




ภาพที่ 29 ปริมาณแคลเซียมในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 1 และปีที่ 4 ของเกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าชะงะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 0.250-0.625 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

โบรอน ค่าที่เหมาะสมกับความต้องการของปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง หากมีค่าต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งแสดงว่า ปริมาณโบรอนในใบขาดในระดับวิกฤต ต้องให้โบรอน 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี และหากโบรอนมีค่าสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งแสดงว่า ปริมาณโบรอนในใบมีค่าสูงเกินกว่าค่าเหมาะสม เกษตรกรต้องลดหรืองดการใส่โบรอนทันที ซึ่งจะช่วยลดความเป็นพิษที่อาจส่งผลกระทบต่อปาล์มน้ำมันได้ และเป็นการลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับผลวิเคราะห์โบรอนในใบ แสดงข้อมูลเฉพาะปีที่ 4 เนื่องจากการดำเนินงานช่วงแรกไม่มีการวิเคราะห์โบรอน ผลวิเคราะห์โบรอน ปี 2562 พบว่า อำเภอคลองท่อม ปริมาณโบรอนสูงกว่า 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง และมีเกษตรกรเพียง 1 ราย ที่ปริมาณโบรอนในใบมีค่าสูงมาก 117 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (ประวัติการใส่ปุ๋ย ใส่โบรอน 500 กรัมต่อต้นต่อปี) สำหรับอำเภอพระแสง ท่าชะงะและสิเกาพบว่า เกษตรกรร้อยละ 28.6 41.2 และ 4.76 ปริมาณโบรอนในใบต่ำกว่าค่าวิกฤต (ภาพที่ 30) ซึ่งได้แนะนำให้เกษตรกรใส่โบรอนอัตรา 150-200 กรัมต่อต้นต่อปี (ขึ้นกับวิธีการใส่) เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบกับการพัฒนาของใบใหม่และการพัฒนาของหลอดลางองเกสรตัวผู้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผสมเกสรและการผสมติด ของช่อดอกตัวเมีย



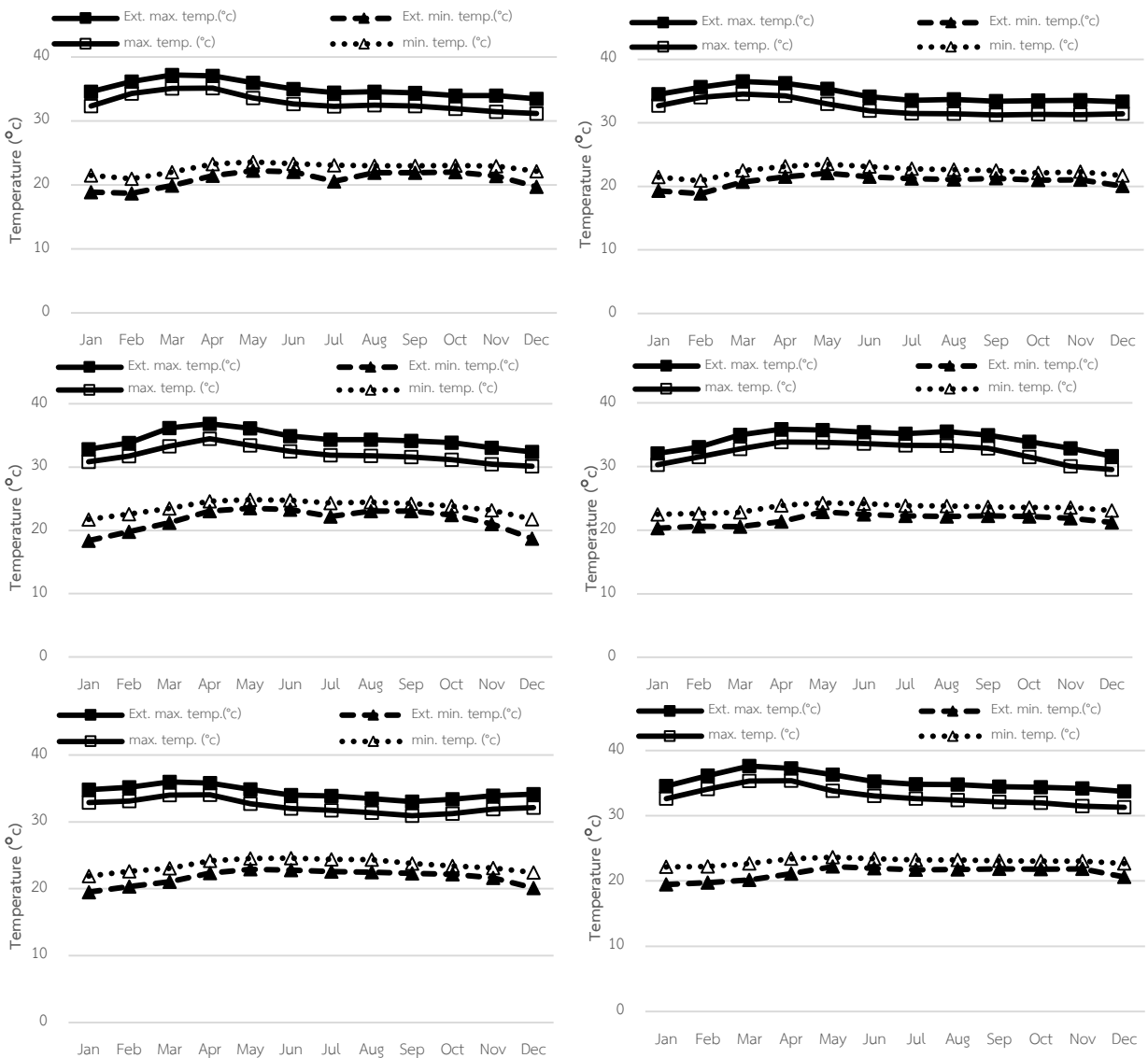


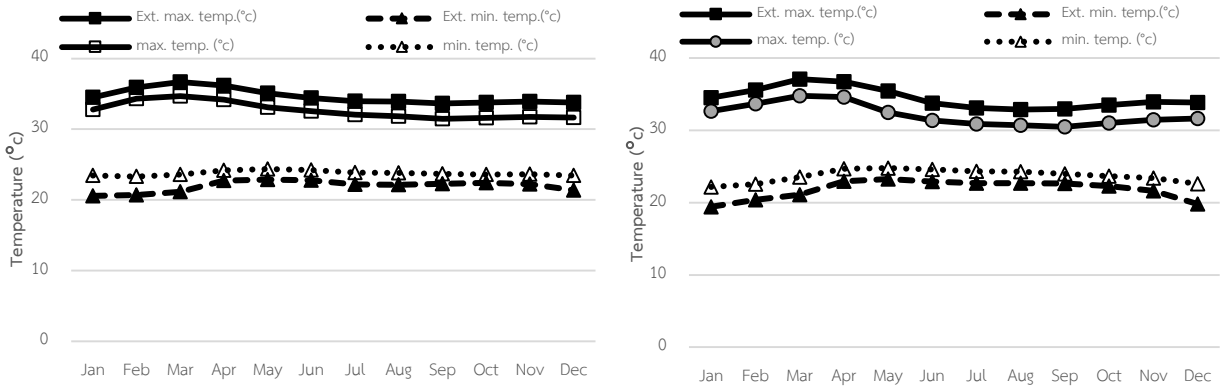
ภาพที่ 30 ปริมาณโบรอนในใบ (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) ของสวนปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบปีที่ 4 ของ

เกษตรกรอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร และอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (ค่ามาตรฐาน 15-25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง )

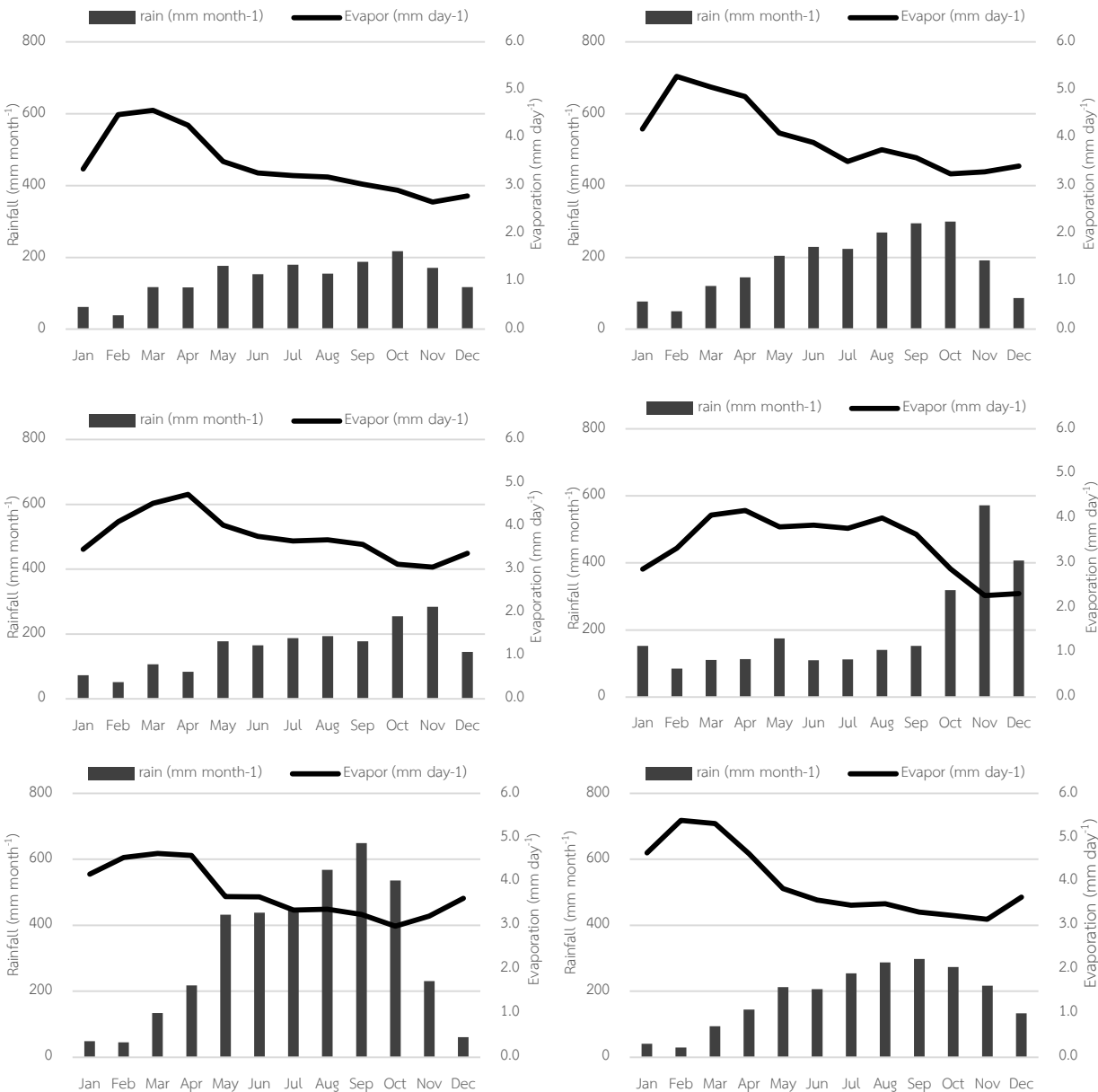
ข้อมูลอุณหภูมิมหวิทยา ปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำและความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมัน

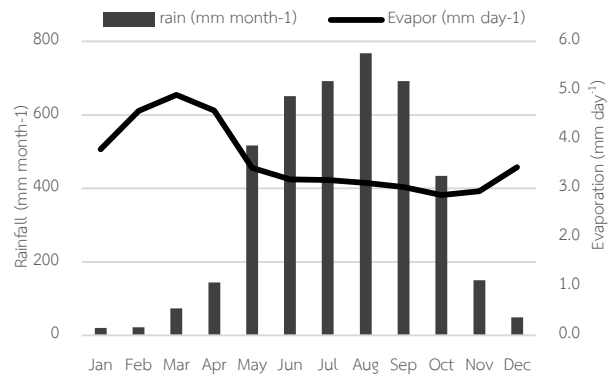
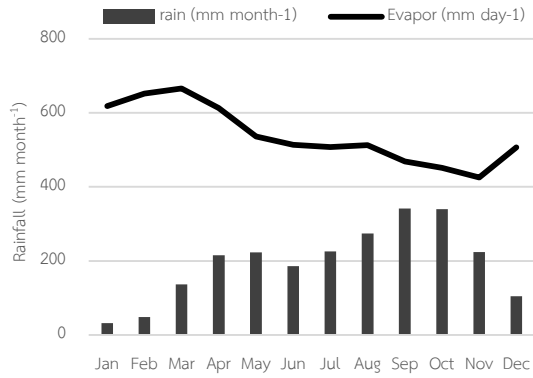
ข้อมูลอุณหภูมิมหวิทยา



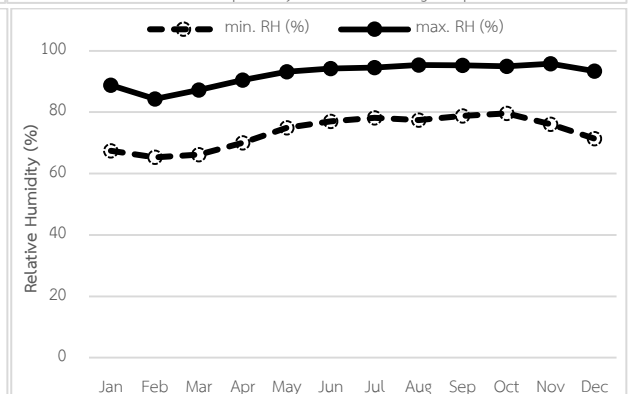
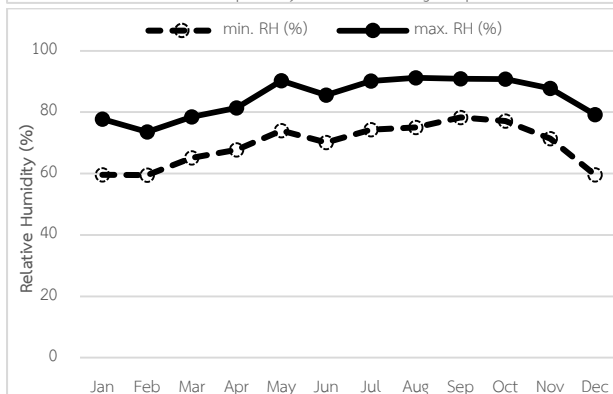
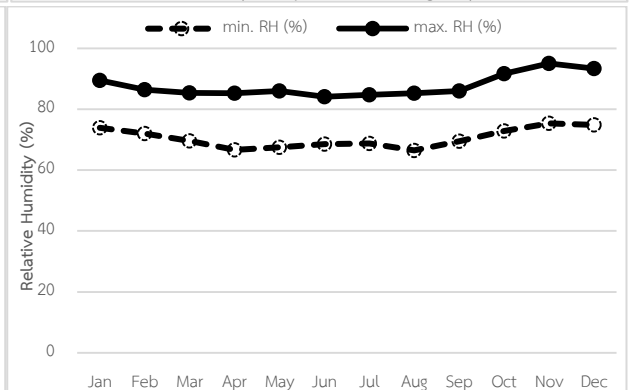
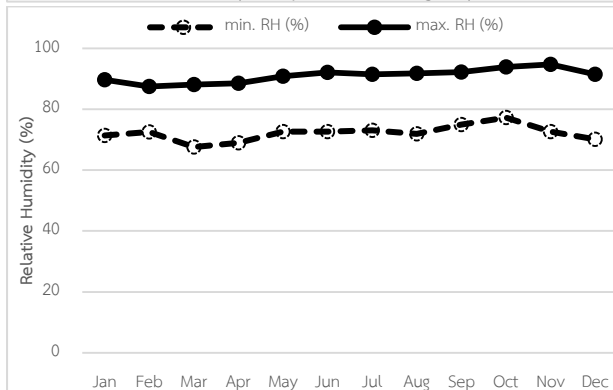
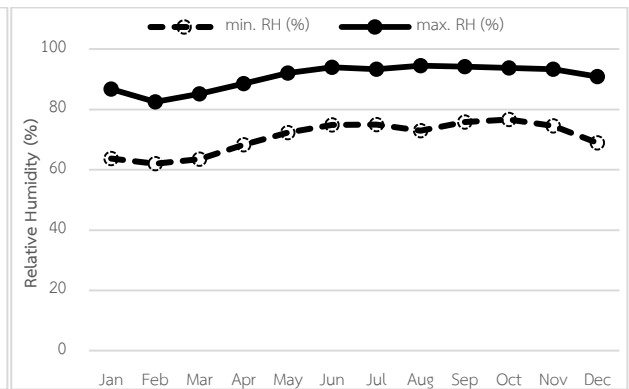
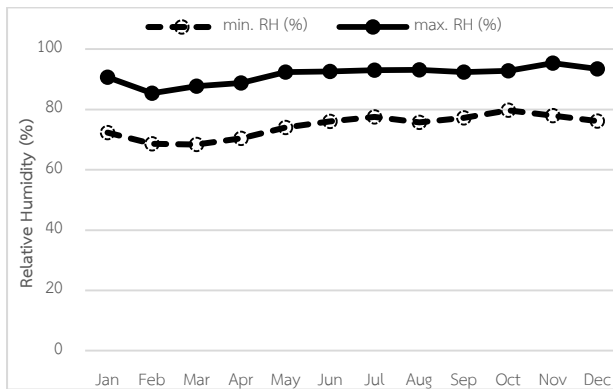


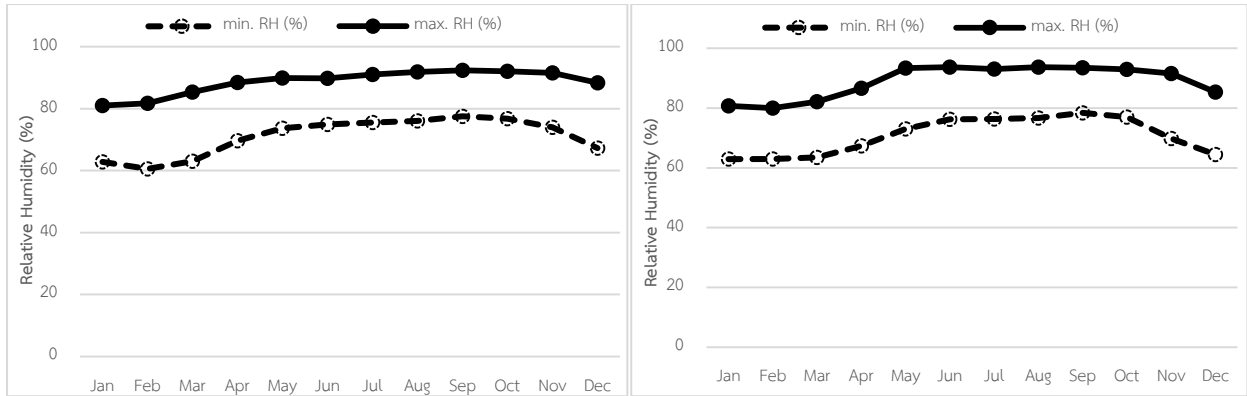
ภาพที่ 31 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของ สถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)





ภาพที่ 32 ค่าระเหยน้ำและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)



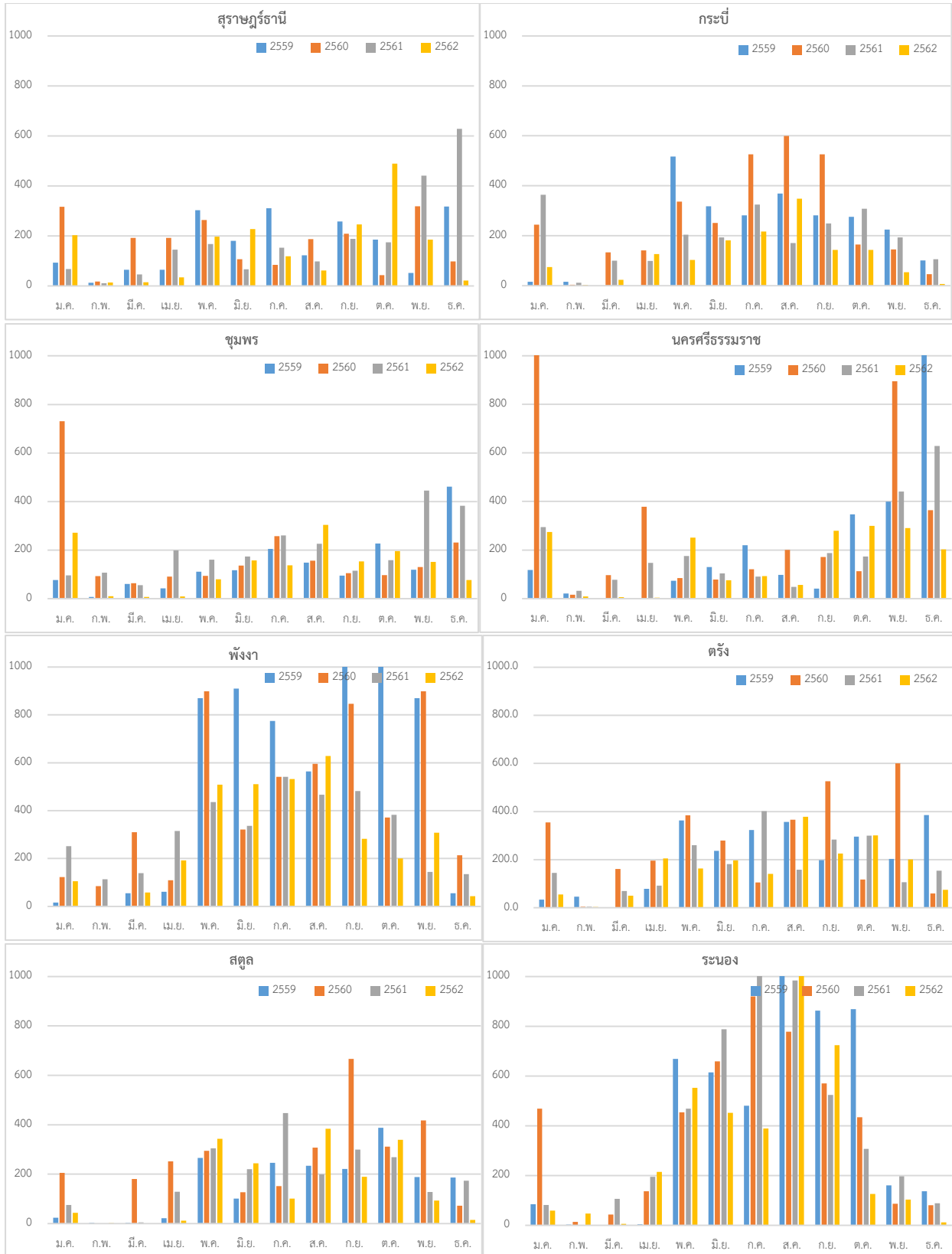


**ภาพที่ 33** ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2529-2558) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (SNI) กระบี่ (KBI) ชุมพร (CPN) นครศรีธรรมราช (NRT) พังงา (PNA) ตรัง (TRG) สตูล (STN) และระนอง (RNG)

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 และจังหวัดพังงาและระนองเป็นจังหวัดที่มีปริมาณฝนสูงมากในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม (ภาพที่ 34) 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 4,796 และ 3,788 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ (ภาพที่ 35)

ค่าระเหยน้ำ พบว่า จังหวัดนครศรีธรรมราช ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยตลอดปี มีค่าต่ำที่สุด และจังหวัดที่ค่าระเหยน้ำเฉลี่ยรายเดือนตลอด 4 ปีค่อนข้างสูงคือ จังหวัดกระบี่และตรัง แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิโดยรอบทรงพุ่ม ที่มีค่าสูง ส่งผลให้ดินมีการระเหยน้ำเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 37)

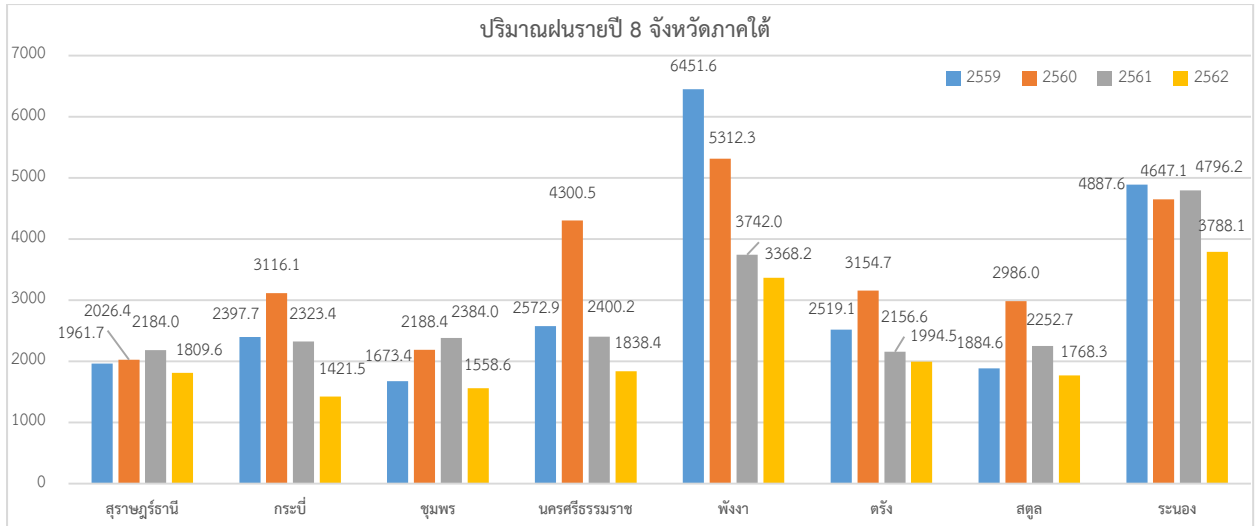




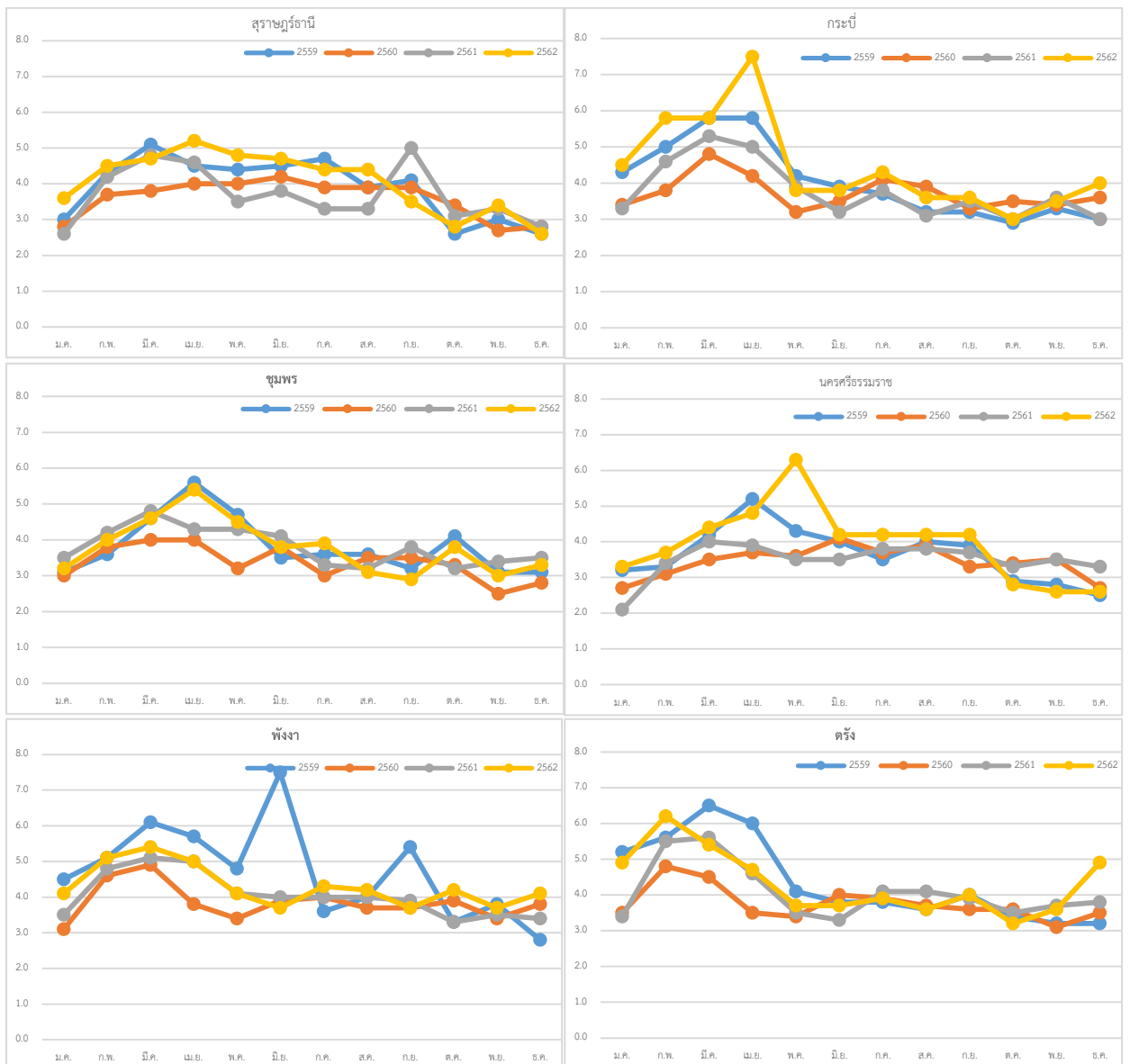
ภาพที่ 34 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่

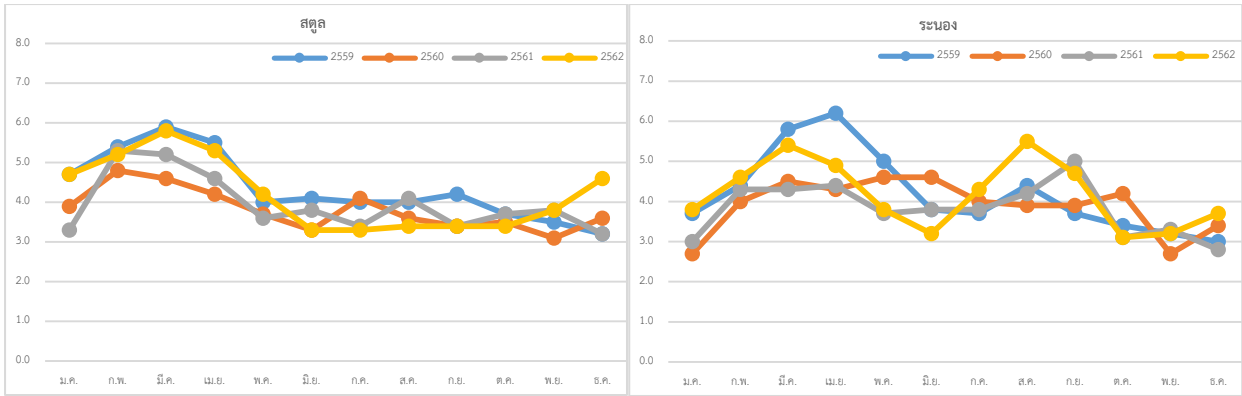
ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปีที่ผ่านมา พ.ศ. 2559-2562

(ภาพที่ 34) (ภาพที่ 34) (ภาพที่ 34)

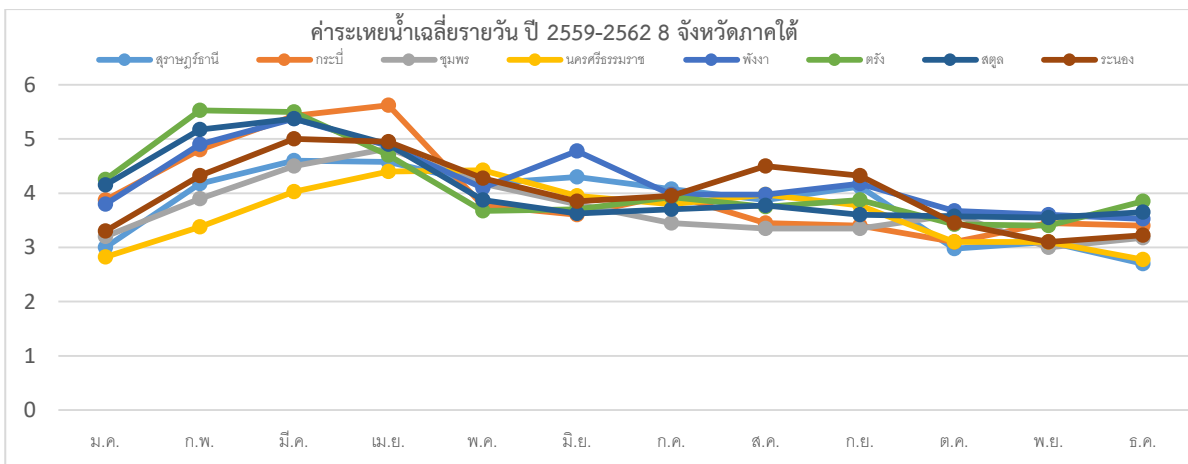


ภาพที่ 35 ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตรต่อปี) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2559-2562





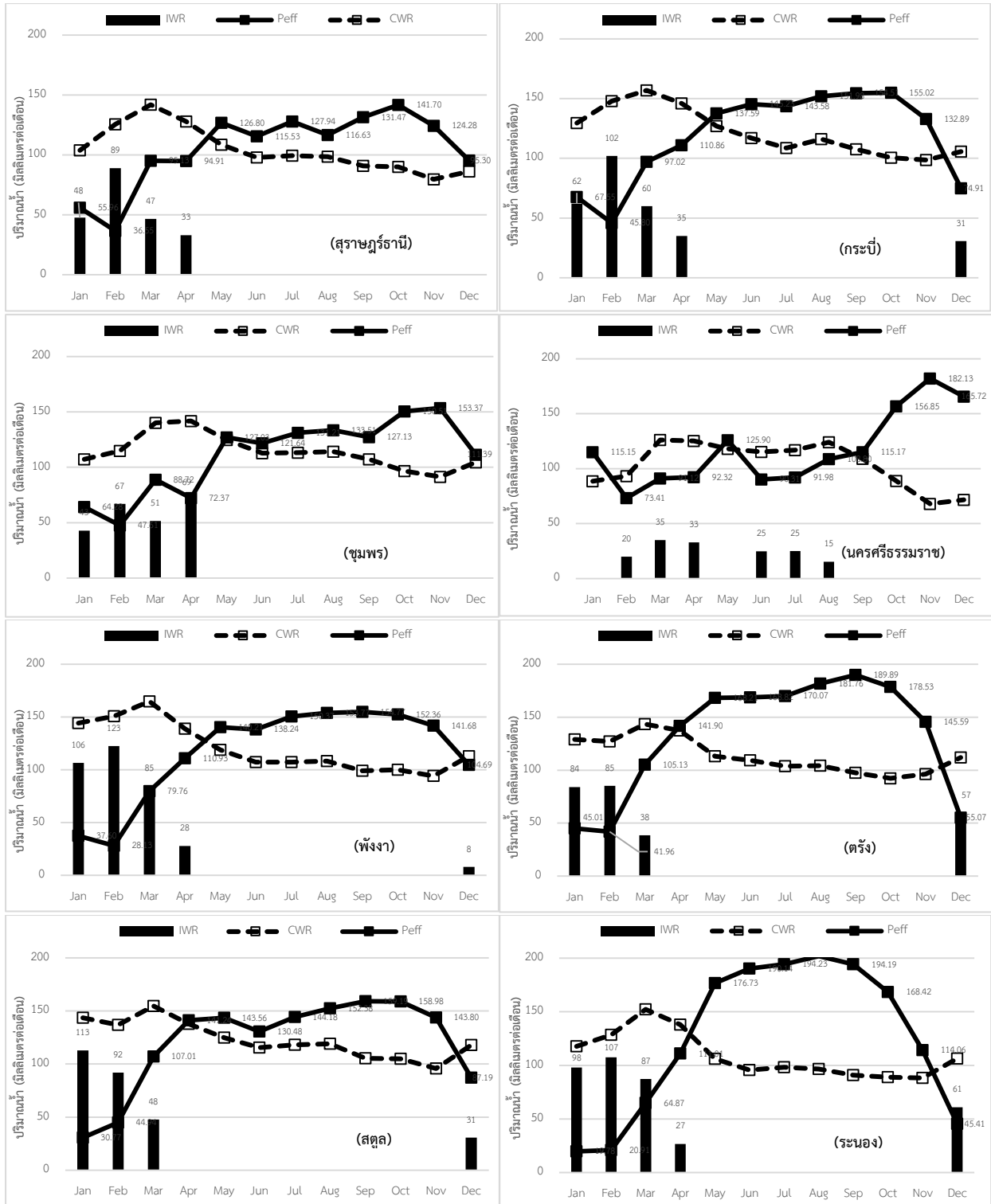
ภาพที่ 36 ค่าระเหยน้ำรายวันเฉลี่ยในแต่ละเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) จากสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูล และระนอง ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2562



ภาพที่ 37 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 1.2-2) 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



ภาพที่ 38 ปริมาณฝนใช้การ (Precipitation efficient; Peff.) ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน (Crop Water Requirement; CWR) และความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Water Requirement; IWR) ใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (a) กระบี่ (b) ชุมพร (c) นครศรีธรรมราช (d) พังงา (e) ตรัง (f) สตูล (g) และ ระนอง (h) โดยคำนวณจากข้อมูลน้ำฝนและค่าระเหยเฉลี่ย 30 ปี

### ธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้

การเก็บตัวอย่างดินและใบเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับให้คำแนะนำแก่เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้น้ำหรือรอยเท้าน้ำของการผลิตปาล์มน้ำมันไปโดยปริยาย และช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต จากการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้มีคุณสมบัติของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามพบว่า เกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้านเงินทุน-ความตั้งใจจริงในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของเกษตรกรหลายรายต่ำกว่าที่ควรจะเป็นทั้งที่ค่าการขาดน้ำมีค่าต่ำกว่าหลายพื้นที่ ซึ่งจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน สำหรับการนำปริมาณไนโตรเจนที่เกษตรกรให้แก่ปาล์มน้ำมันมาวิเคราะห์ Grey Water Footprint ซึ่งจะทราบข้อมูลการจัดการธาตุอาหารชนิดอื่นเพิ่มมาด้วย

จากตารางที่ 4 เห็นได้ว่า เกษตรกรใน 8 อำเภอที่เป็นตัวแทนของแต่ละจังหวัดใส่ปุ๋ยไม่ครบชนิดที่ปาล์มน้ำมันต้องการ โดยเฉพาะแมกนีเซียมและโบรอนที่เกษตรกรหลายรายไม่เห็นความสำคัญ สำหรับธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม พบว่า เกษตรกรมีทั้งไม่ใส่ ใส่เหมาะสมและใส่ในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงโดยไม่ได้รับประโยชน์จากผลผลิตปาล์มน้ำมัน และอาจส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารด้วย โดยภาพรวมเกษตรกรที่อำเภอสิเกา จังหวัดตรังเป็นกลุ่มเกษตรกรที่มีความใส่ใจในการจัดการธาตุอาหารตามคำแนะนำ และเกษตรกรอำเภอท่าชะงะ จังหวัดชุมพร (บ้านหัวว่าว) ส่วนใหญ่ไม่ใส่กีเซอไรท์และโบรอน และเป็นพื้นที่เดียวที่เกษตรกร 5 รายไม่ใส่ปุ๋ยแหล่งฟอสฟอรัสทั้ง 18-46-0 หรือหินฟอสเฟต

**ตารางที่ 4** ปริมาณเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโบรอน (กรัมต่อต้นต่อปี) ของ

เกษตรกรที่ใส่ให้ปาล์มน้ำมัน 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

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
<b>กระบี่</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>29</b>
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
<b>ชุมพร</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>22</b>
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
<b>นครศรีธรรมราช</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>21</b>
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
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
<b>พังงา</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>22</b>
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
<b>ตรัง</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>22</b>
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

เนื้อปุ๋ยที่เกษตรกรใส่ (กรัม/ต้น/ปี)	จำนวนเกษตรกร (ราย) ในแต่ละช่วงอายุปาล์มน้ำมัน				รวมทุกอายุ
	1-4 ปี	5-8 ปี	9-12 ปี	>12 ปี	
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
<b>สตูล</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>21</b>
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
<b>ระนอง</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>25</b>
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 ผลผลิตส่วนใหญ่ค่อนข้างลดลง ทั้งนี้สืบเนื่องจากสภาพอากาศและการจัดการของเกษตรกร (ตารางที่ 5)

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

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ต้นต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4*
<b>สุราษฎร์ธานี</b>				
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

ช่วงอายุ	ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (ตันต่อไร่ต่อปี)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4*
<b>กระบี่</b>				
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
<b>ชุมพร</b>				
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
<b>นครศรีธรรมราช</b>				
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
<b>ตรัง</b>				
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
<b>พังงา</b>				
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
<b>สตูล</b>				
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
<b>ระนอง</b>				
1-4 ปี				0.45±0.06
5-8 ปี	2.02±2.80	4.53	4.6	0.67±0.54



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

**การวิเคราะห์วอเตอร์พุตพรีนธ์** จากผลวิเคราะห์ Blue WF Green WF และ Grey WF ของการผลิตปาล์มน้ำมันแต่ละช่วงอายุ และเสนอในรูปผลรวมของวอเตอร์พุตพรีนธ์ (Total WF) และเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน 8 จังหวัดภาคใต้ตลอดช่วงอายุ 25 ปีมีค่า 567-1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ใกล้เกี่ยวกับการรายงานของ Sattayakul และคณะ (2016) ที่ศึกษาวอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกตลอดช่วงอายุ 25 ปี มีค่า 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และหากเกษตรกรใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันลดลงเหลือ 888 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน และจากการศึกษาวอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันทางตอนกลางของเกาะกาลิมันตัน โดย Safitri และคณะ (2018) พบว่า วอเตอร์พุตพรีนธ์มีค่า 560-1,140 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มน้ำมัน ขึ้นกับสภาพดิน สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณฝนและการกระจายตัว และสามารถจำแนกเป็นภาพรายจังหวัดได้ดังนี้

อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,477 774 580 และ 678 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์พุตพรีนธ์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่า 805 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์พุตพรีนธ์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,128 653 และ 643 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,290 697 709 และ 797 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์พุตพรีนธ์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ มีค่า 846 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย โดยวอเตอร์พุตพรีนธ์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 790 971 และ 858 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร วอเตอร์พุตพรีนธ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,080 938 793 และ 1,018 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

ทะเลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพรีนท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิต ปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร มีค่า 979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย โดยวอเตอร์ฟุตพรีนท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,060 821 และ 875 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอสีชล จังหวัดนครศรีธรรมราช วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 854 570 447 และ 626 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพรีนท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิต ปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอสีชล จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่า 625 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย โดยวอเตอร์ฟุตพรีนท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 670 522 และ 513 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์ม น้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,007 857 855 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพรีนท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอสีเกา จังหวัดตรังมีค่า 799 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย โดยวอเตอร์ฟุตพรีนท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,171 845 และ 548 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอกระบือ จังหวัดพังงา วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของ ปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 1,126 957 673 และ 771 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพรีนท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอกระบือ จังหวัดพังงา มีค่า 842 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย โดยวอเตอร์ฟุตพรีนท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,003 756 และ 683 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์ม น้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 2,186 932 650 และ 1,086 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ และเมื่อนำค่าวอเตอร์ฟุตพรีนท์แต่ละช่วงอายุมาถ่วงน้ำหนัก และเฉลี่ยตลอดอายุการผลิตปาล์มน้ำมัน 25 ปี วอเตอร์ฟุตพรีนท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันของอำเภอมะนัง จังหวัดสตูล มีค่า 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย โดยวอเตอร์ฟุตพรีนท์เฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ ปีที่ 1 2 และ 3 มีค่า 1,053 1,177 และ 1,410 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 3 ปี ของปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 5-8 9-12 และ 12 ปีขึ้นไป มีค่า 597 430 664 และ 570 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายตามลำดับ 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 6)

ตารางที่ 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	จำนวนปี แต่ละช่วง	แต่ละช่วง อายุ
<b>สุราษฎร์ธานี</b>						
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
<b>เฉลี่ย</b>	<b>1,127.8</b>	<b>652.6</b>	<b>643.0</b>	<b>877.3</b>		<b>805.5</b>
<b>กระบี่</b>						
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
<b>เฉลี่ย</b>	<b>790.4</b>	<b>971.5</b>	<b>857.7</b>	<b>873.2</b>		<b>845.76</b>
<b>ชุมพร</b>						
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
<b>เฉลี่ย</b>	<b>1059.9</b>	<b>820.6</b>	<b>874.9</b>	<b>957.2</b>		<b>979.21</b>
<b>นครศรีธรรมราช</b>						
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

ช่วงอายุ	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมัน (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาย)					
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	เฉลี่ย 3 ปี	จำนวนปี แต่ละช่วง	แต่ละช่วง อายุ
<b>เฉลี่ย</b>	<b>669.8</b>	<b>521.7</b>	<b>512.7</b>	<b>624.3</b>		<b>624.7</b>
<b>ตรง</b>						
1-4 ปี	1,707.1	809.7±754.7	503.7±245.8	<b>1,006.8</b>	4	4,027.3
5-8 ปี	1,032.1±386.7	1,048.5±540.1	490.9±252.9	<b>857.2</b>	4	3,428.7
9-12 ปี	1,161.6±238.1	847.5±450.3	554.7±320.5	<b>854.6</b>	4	3,418.4
มากกว่า 12 ปี	782.3±237.6	673.6±280.4	643.3±174.4	<b>699.7</b>	13	9,096.5
<b>เฉลี่ย</b>	<b>1,170.8</b>	<b>844.8</b>	<b>548.2</b>	<b>854.6</b>		<b>798.8</b>
<b>พังกา</b>						
1-4 ปี	1,126.5			<b>1,126.5</b>	4	4,506.0
5-8 ปี	1,224.1±451.0	863.8±499.0	783.6±380.9	<b>957.2</b>	4	3,828.7
9-12 ปี	564.1±167.4	786.8±450.1	669.4±415.9	<b>673.4</b>	4	2,693.7
มากกว่า 12 ปี	1098	618.8±99.8	596.0±52.5	<b>770.9</b>	13	10,022.1
<b>เฉลี่ย</b>	<b>1,003.2</b>	<b>756.5</b>	<b>683.0</b>	<b>882.0</b>		<b>842.0</b>
<b>สตูล</b>						
1-4 ปี	1,547.8	2,088.5	2,922.3	<b>2,186.2</b>	4	8,744.8
5-8 ปี	948.9±284.6	677.3±264.8	1,169.3±276.1	<b>931.8</b>	4	3,727.3
9-12 ปี	779.5	732.3	438.2±66.7	<b>650.0</b>	4	2,600.0
มากกว่า 12 ปี	937.2±253.6	1,211.4±655.1	1,109.7±545.8	<b>1,086.1</b>	13	14,119.3
<b>เฉลี่ย</b>	<b>1,053.4</b>	<b>1,177.4</b>	<b>1,409.9</b>	<b>1,213.5</b>		<b>1,167.7</b>
<b>ระนอง</b>						
1-4 ปี	663.4±538.6	558.1±213.6	568.8±348.6	<b>596.8</b>	4	2,387.1
5-8 ปี	495.9±171.5	464.6±128.0	328.2	<b>429.6</b>	4	1,718.3
9-12 ปี	638.5±323.9	700.5±631.3	652.3±488.9	<b>663.8</b>	4	2,655.1
มากกว่า 12 ปี	830.4±401.7	440.8±240.8	439.9±192.5	<b>570.4</b>	13	7,414.8
<b>เฉลี่ย</b>	<b>657.1</b>	<b>541.0</b>	<b>497.3</b>	<b>565.1</b>		<b>567.0</b>

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคใต้ 8 จังหวัด ตลอดอายุการผลิตปาล์ม น้ำมัน 25 ปี โดยแบ่งการศึกษาเป็น 4 ช่วงอายุ ตามลักษณะการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน คำนวณปริมาณฝนใช้การ ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันและความต้องการใช้น้ำชลประทาน (ค่าการขาดน้ำในแต่ละจังหวัด) จากข้อมูล อุดุณิยมิวิทยาเฉลี่ย 30 ปี การจัดการธาตุอาหารของเกษตรกร (คำนวณ Grey Water Footprint จากปริมาณธาตุ ไนโตรเจนที่เกษตรกรใช้) และสอบถามการให้น้ำแก่ปาล์มน้ำมันของเกษตรกร เพื่อใช้คำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่ง จากค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการผลิตปาล์มน้ำมันตลอด 25 ปี สรุปได้ดังนี้

9.1 ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมันใน 8 จังหวัดภาคใต้ที่ทำการศึกษา จากการคำนวณโดยใช้ค่า Kc เท่ากับ 1.0 (ค่าการใช้น้ำอ้างอิงของปาล์มน้ำมัน) ร่วมกับค่า ET<sub>o</sub> เฉลี่ยจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี มีค่า 1,245-1,474 มิลลิเมตรต่อปี

9.2 ปริมาณฝนที่ใช้การเฉลี่ยจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี ของอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอกระบือ จังหวัดพังงา อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล และอำเภอกระบือ จังหวัดระนองมีค่า 1,262 1,417 1,329 1,409 1,393 1,592 1,444 และ 1,502 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ

9.3 ความต้องการน้ำชลประทานหรือค่าการขาดน้ำเฉลี่ยของปาล์มน้ำมัน จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี โดยจังหวัดที่มีค่าการขาดน้ำสูงสุดคือ ระนอง (380 มิลลิเมตรต่อปี) สำหรับตรัง กระบือ สตูล พังงา ชุมพร สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช มีค่าการขาดน้ำ 350 290 283 264 231 217 และ 153 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ

9.4 วอเตอร์พัตพรีนซ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 25 ปี อำเภอกระบือ จังหวัดระนองมีค่าต่ำสุด 567 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลทราย แสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันสูงสุด โดยวอเตอร์พัตพรีนซ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 5-8 ปี (เฉลี่ย 3 ปี) มีค่าต่ำสุด 429.6 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลทราย ทั้งนี้ค่าการขาดน้ำเฉลี่ย 30 ปี ของจังหวัดระนองมีค่าสูงสุดใน 8 จังหวัด 380 มิลลิเมตรต่อปี และอำเภอมะนัง จังหวัดสตูล วอเตอร์พัตพรีนซ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 25 ปีมีค่าสูงที่สุด 1,168 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลทราย แสดงว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันมีค่าต่ำสุดใน 8 จังหวัด โดยพบว่าในช่วงปาล์มอายุ 1-4 ปี วอเตอร์พัตพรีนซ์ที่มีค่าสูงมาก ส่งผลต่อภาพรวมเฉลี่ยตลอด 25 ปี

9.5 วอเตอร์พัตพรีนซ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ย 25 ปี ของอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอกระบือ จังหวัดพังงา อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ และอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร มีค่า 625 799 805 842 846 และ 979 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลทราย ตามลำดับ

9.6 ปัจจัยที่มีผลต่อวอเตอร์พัตพรีนซ์ของการผลิตปาล์มน้ำมันประกอบด้วย ช่วงอายุปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันช่วงอายุ 1-4 ปี ยังไม่ให้ผลผลิต โดยเฉพาะช่วง 3 ปีแรก การให้ผลผลิตในปีที่ 4 ปริมาณผลผลิตมีค่าไม่มากนัก เนื่องจากเป็นช่วงที่เพิ่งเริ่มให้ผลผลิตระยะแรก ส่งผลให้ช่วงดังกล่าวเป็นช่วงใช้น้ำที่ไม่มีผลผลิตมาคำนวณ ความเหมาะสมของพื้นที่ทั้งสมบัติของดินและสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนการกระจายตัวของฝน (จำนวนวันฝนตก) และค่าการระเหยน้ำ สำหรับปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยคือ การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ของเกษตรกรตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ทั้งการจัดการน้ำและการจัดการธาตุอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ผลผลิตสูง วอเตอร์พัตพรีนซ์จะมีค่าต่ำ แต่หากผลผลิตต่ำ วอเตอร์พัตพรีนซ์มีค่าสูง)

9.7 การจัดการธาตุอาหารตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน โดยการใช้การประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันต้องการจากผลวิเคราะห์ดินใบ เป็นวิธีที่แม่นยำและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการปรับความสมดุลของธาตุอาหาร ไม่ให้ขัดแย้งกันเอง (antagonism) ปาล์มน้ำมันสามารถใช้

ประโยชน์จากธาตุอาหารในดินได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้เป็นอย่างดี (กรณีค่าขาดน้ำต่ำกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี)

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลลักษณะของชุดดินต่างๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงในพื้นที่ รวมถึงผลวิเคราะห์ดินใบสวนปาล์มน้ำมันตลอดระยะเวลา 4 ปี ในภาพรวมของสวนปาล์มน้ำมันของตำบลและอำเภอที่เป็นตัวแทนของ 8 จังหวัดภาคใต้คือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง สตูลและระนอง ในการจัดการให้น้ำและธาตุอาหารอย่างเหมาะสมตรงกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันจากการจัดการปัจจัยการผลิตแบบเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ลดต้นทุนการผลิต และเป็นการผลิตอย่างยั่งยืน

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชนต่างๆ ในการพัฒนาศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถใช้ข้อมูลค่าความต้องการน้ำชลประทานในการจัดการให้น้ำปาล์มน้ำมันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งช่วยยกระดับของผลผลิตปาล์มน้ำมันได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้การผลิตปาล์มน้ำมันมีความยั่งยืนมากขึ้น เนื่องจากการผลิตที่มีการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้ได้ผลผลิตสูงสุด

หน่วยงานภาครัฐที่มีหน้าที่ในการกำหนดนโยบายการผลิตปาล์มน้ำมัน และการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการผลิตปาล์มน้ำมัน สามารถนำข้อมูลเวอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ในการจัดการระบบการผลิตปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดตามศักยภาพของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำ

**11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :** การดำเนินงานวิจัยการวิเคราะห์เวอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคใต้ มีระยะเวลาต่อเนื่อง 4 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลการจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ผลผลิตปาล์มน้ำมัน 4 ช่วงอายุ การใช้ข้อมูลอุตุวิทยจากสถานีอุตุวิทยาที่ใกล้เคียงพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันที่ทำการศึกษาแต่ละจังหวัดในการคำนวณค่าต่างๆ ก่อนดำเนินการ 30 ปี และระหว่างดำเนินการตลอด 4 ปี การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ เพื่อประเมินการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันให้แก่เกษตรกรตามความต้องการของปาล์มน้ำมัน ช่วยให้เกษตรกรที่สนใจสามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน และลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก ดินมีสมบัติที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นในการผลิตปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในการผลิตปาล์มน้ำมันได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งกิจกรรมต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ต้องอาศัยความช่วยเหลือ ความร่วมมือ แรงกายและแรงใจของผู้ปฏิบัติงานจำนวนมาก ทั้งนักวิชาการเกษตร นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องทดลอง คนงานทดลองเกษตรกร ทั้งข้าราชการ พนักงานราชการและพนักงานจ้างเหมาเป็นจำนวนมาก รวมถึงบุคลากรฝ่ายสนับสนุนต่าง ๆ ในส่วนของฝ่ายบริหาร และเกษตรกรเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณทุกท่านที่กล่าวมาเป็นอย่างมากมายที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ กระทั่งสำเร็จลงได้ด้วยดี และขอขอบคุณคุณพวงมา รุ่งระวี คุณประกายธรรม สุขสถิตละ ผชช.สมชาย บุญประดับ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการวิเคราะห์เวอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปาล์มน้ำมันและเห็นความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัยนี้

## 12. เอกสารอ้างอิง

- ลักขณา เจริญสุขุม รัตชยุตา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุลไ 2555. การวิเคราะห์หวัเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์ม น้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1 ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา 17-18 ตุลาคม 2555. หน้า 1-11.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561 ข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน. [Internet document]  
 URL <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/oilpalm%2061.pdf>
- Babel M.S., Shrestha B. and S.R. Perret. 2011. Hydrological impact of biofuel production: A case study of the Khlong Phlo Watershed in Thailand, *Agricultural Water Management* 101: 8-26.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and M.M. Mekonnen. 2011. The water footprint assessment manual: setting the global standard. Water footprint Network, The Netherlands.
- Jarensook L., Gongboon R. and S. Sumpattakul. 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 A.Y. Hoekstra. 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.
- Safitri, L., H. Hermantoro, S. Purboseno, V. Kautsar, S.K. Saptomo and A. Kurniawan. 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.
- Suttayakul, P., A. H-Kittikun, C. Suksaroj, J. Mungkalasiri, R. Wisansuwannakorn and C. Musikavong. 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](http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/estimate_ET.pdf) [assessed 15 July 2013] [in Thai].