รายงานชุดโครงการวิจัย

แผนงานวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน

Oil Palm Research and Development

อรรัตน์ วงศ์ศรี

ORNRAT WONGSRI

ปี พ.ศ. 2558

รายงานชุดโครงการวิจัย

แผนงานวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน

Oil Palm Research and Development

อรรัตน์ วงศ์ศรี

ORNRAT WONGSRI

ปี พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
บทนำ.....	4
1.โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน	7
2. โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน	33
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	100
เอกสารอ้างอิง.....	108
ภาคผนวก	122

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นมากสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เพื่อการบริโภค โอลิโอเคมีคอล รวมทั้งผลิตไบโอดีเซลสำหรับใช้เป็นพลังงานทดแทน ในระบบการค้าน้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดในปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันทานตะวัน และน้ำมันรำข้าว ซึ่งทั้งระบบมีปริมาณน้ำมันปาล์มในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 66-70 ยุทธศาสตรปาลมน้ำมันและน้ำมันปาลม ป 2558 – 2569 จึงกำหนดเป้าหมายให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยปลูกทดแทนสวนเก่า 30,000 ไร่ต่อปี โดยพื้นที่ปลูกที่ขยายจะคำนึงถึงปริมาณผลผลิตให้สมดุลกับความต้องการใช้ วางเป้าหมายให้เพิ่มผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยของประเทศจาก 3.22 เป็น 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี รวมทั้งเพิ่มอัตราการสกัดน้ำมันจากร้อยละ 18.0 เป็นร้อยละ 20.0 ภายในปี 2569 ดังนั้นในด้านการวิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ให้มุ่งเน้นวิจัยและพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

ปัจจุบันอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทยเน้นหนักด้านการแปรรูปน้ำมันพืชถึง ร้อย 60 ของระบบน้ำมันพืชของประเทศ และน้ำมันปาล์มมีการแข่งขันสูงขึ้นตามตลาดโลก ทำให้ต้องมีการพัฒนาทั้งเครื่องจักรและวิธีการผลิตเพื่อให้ได้น้ำมันโอเลอินหรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงสุด และการเพิ่มมูลการแปรรูปปาล์มน้ำมัน โดยการสกัดการสกัดแคโรทีนและวิตามินอีจากน้ำมัน ก่อนนำไปผลิตไบโอดีเซลหรือจากเปลือกปาล์มน้ำมันที่เหลือจากการสกัดน้ำมันก่อนจะนำเข้ายังเตาเผาเพื่อใช้เป็นพลังงานของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าปาล์มน้ำมันสารสกัดเหล่ามีมูลค่าสูงสำหรับอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง สารสกัดอาจมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพ่อและแม่ ส่วนใหญ่ปาล์มน้ำมันที่ใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นลูกผสมเทเนอราที่มีแหล่งผลิตจากประเทศคอสตาริก้า แซร์ ปาปัวนิวกินี ปัจจุบันการปรับปรุงพันธุ์ส่วนใหญ่คัดเลือกพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายสูงและต้นเตี้ย ขณะที่โรงงานกลั่นบริสุทธิ์ต้องการน้ำมันปาล์มดิบที่มีค่าไอโอดีนสูงหรือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเพื่อให้ได้น้ำมันโอเลอีนเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันไม่อิ่มตัว 10% ส่งผลทำให้ราคาขายน้ำมันเพิ่มขึ้น 10% ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันควรมีข้อมูลลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของปาล์มน้ำมัน สำหรับการคัดเลือกพ่อและแม่ที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ปริมาณแคโรทีนและวิตามินอีสูงกว่าพันธุ์มาตรฐานที่ปลูกกันโดยทั่วไป

การพัฒนาการวิจัยด้านปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ปัจจุบันได้มีการร่วมวิจัยกับร่วมกับสำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อนำเอาเทคนิคทางโมเลกุลเครื่องหมายใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ เช่น ตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรม ศึกษาลักษณะเด่นบางประการของปาล์มน้ำมัน รวมทั้งใช้ในการคัดเลือกปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะเด่น เพื่อลดระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองให้สั้นลงและลดต้นทุนการวิจัย ขณะนี้อยู่ระหว่างวิจัยและศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันเพื่อนำเอาเทคนิคการเพาะเลี้ยงมาพัฒนามาปรับใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์ เพื่อช่วยรักษาฐานพันธุกรรม

ที่ดีไว้ใช้ประโยชน์ เช่น ขยายพันธุ์พ่อ แม่ที่มีลักษณะดี และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลูกผสมพันธุ์ดีเพื่อการขยายพันธุ์

การขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ของประเทศไปสู่ภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันแตกต่างกันไป ทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน ค่าการขาดน้ำและสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการจะให้ปาล์มน้ำมันสามารถแสดงออกถึงศักยภาพของพันธุ์ได้อย่างเต็มที่ทั้งด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต และสามารถรักษาระดับการให้ผลผลิตสูงได้เป็นเวลานาน จำเป็นต้องมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตประกอบกันหลายด้าน เช่น การจัดการธาตุอาหารและเขตกรรม การจัดการน้ำและการอารักขาพืช เพื่อให้สามารถจัดการสวนปาล์มน้ำมันได้อย่างเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ รวมถึงการวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป และเครื่องจักรกลเกษตรด้านหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป เพื่อช่วยในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการสกัดน้ำมันปาล์มให้มีปริมาณสูงและคุณภาพดี

ในปี พ.ศ. 2554 สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตรได้มีการรวบรวมเทคโนโลยีผลงานวิจัยด้านพืชพลังงานทดแทนและพืชไร่ เพื่อเสนอเป็นนวัตกรรมให้หน่วยงานนำไปทดสอบและขยายผล (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) และปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชที่สำคัญทั้งด้านการใช้เป็นอาหารและพลังงานทดแทน และได้รับความสนใจจากเกษตรกรเป็นอย่างมาก ประกอบกับกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองให้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 เป็นพันธุ์แนะนำพันธุ์ล่าสุด รวมถึงเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันโดยใช้ผลการวิเคราะห์ดินใบเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน ดังนั้นจึงควรมีการทดสอบขยายผลปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่เพื่อทราบข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต และเลือกทดสอบเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ดินและใบในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีฯ และขยายผลให้กับเกษตรกรต่อไป ซึ่งผลการทดสอบและขยายผลจะส่งผลให้พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีฯ ของกรมวิชาการเกษตรเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งจะช่วยยกระดับผลผลิตต่อไร่ให้คุ้มค่าต่อการลงทุนและลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ได้พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา (DxP) ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 ตัน/ไร่/ปี และให้ผลผลิตทะลายสดในช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโต ไม่ต่ำกว่า 4.0 ตัน/ไร่/ปี และเปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่ต่ำกว่า 24%
2. เพื่อให้ได้พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในพื้นที่ต่างๆ และสามารถเพิ่มผลผลิตจาก 3.5 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นไม่ต่ำกว่า 4.0 ตันต่อไร่ต่อปี
3. ให้ได้เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหาร, การจัดการน้ำและการอารักขาปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับการผลิตปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถเพิ่มศักยภาพผลผลิตจาก 3.5 ตัน/ไร่/ปี

เป็นไม่ต่ำกว่า 4.5 ตัน/ไร่/ปี และลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูงสุดและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

4. เพื่อให้ได้เทคโนโลยีวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปปาล์มน้ำมัน และเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิตน้ำมันปาล์มจาก 0.45 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นไม่ต่ำกว่า 0.50 ตันต่อไร่ต่อปี

5. เพื่อขยายผลนวัตกรรมงานวิจัยปาล์มน้ำมันด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารตามค่าวิเคราะห์ดินและใบสู่เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

Oil Palm Breeding Research Project

อรรัตน์ วงศ์ศรี [1/] เกริกชัย ธนรักษ์ [2/] ชุมพล เชาวนะ [1/] สุวิมล กลศึก [1/] ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ [1/]
วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน [1/] เพ็ญศิริ จำรัสฉาย [1/] สายชล จันมาก [3/] อรุณี ใจเถิง [4/] กาญจนา ทองนะ [1/]
ธำรง เชื้อกิตติศักดิ์ [5/] สมใจ โควสุรัตน์ [5/] จำลอง กกรัมย์ [5/] พสุ สกุลอารีวัฒนา [6/] จิราพรรณ สุขชิต [1/]
เตือนจิตร เพ็ชรรุณ [1/] กษิดิศ ดิษฐบรรจง [2/] ภุมรินทร์ วณิชชนานันท์ [2/] ชยานิจ ดิษฐบรรจง [2/]
สุรกิตติ ศรีกุล [3/] หทัยรัตน์ อุไรรงค์ [2/] นัยเนตร เจริญสันติ ทานากะ [2/] ดาริกา ดาวจันอัด
เพื่อม วุ้นชิ่ว ปวีณา ไชยวรรณ์ ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ อรวินทินี ชูศรี สมพล นิลเวศน์
สุมาลี สุวรรณบุตร วสันต์ วรรณจักร สมพงษ์ สุดเขตต์

คำสำคัญ (keywords)

ปาล์มน้ำมัน ปรับปรุงพันธุ์ ผลผลิตทะลายสด องค์ประกอบทะลาย ลูกผสมสุราษฎร์ธานี การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การผสมข้ามสปีชีส์, ออกซิน, พิสิเฟอรา, เครื่องหมายโมเลกุล

Oil Palm Breeding Fresh fruit bunch Bunch component Suratthani hybrid 2,4-D, Dicamba, Picloram,

บทคัดย่อ

การวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รอบที่ 2 ปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ดีเด่น ผลการดำเนินงาน ได้คัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันจากแปลงรวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะการผลิตที่ดี (family Selection) และมีประวัติการให้ลูกผสมดีเด่น และคัดเลือกต้นพ่อและแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีได้ตามมาตรฐาน (Individual selection) ได้ต้นพ่อพันธุ์ ซึ่งเป็นกลุ่มพันธุ์ AVROS, Tanzania, Yangambi, La Me, Ghana, Ekona, Calabar, La Me-AVROS, La Me-Calabar, DAMI-AVROS, Nigeria-Yangambi, Nigeria-AVROS และ Yangambi-AVROS และต้นแม่พันธุ์ ซึ่งอยู่ในกลุ่ม Deli Dura, Kazemba (African Dura) และ Deli-Ekona composite ทำการสร้างคู่ผสม (D x T) จำนวน 69 คู่ผสม ปลูกทดสอบเพื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ดีเด่น ผลการดำเนินงาน ได้คัดเลือกคู่ผสมหมายเลข 198 (Deli x Tanzania) หรือ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ซึ่งได้รับการรับรองเป็นพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยในช่วงอายุ 3-8 ปี 156.9 กก./ต้น/ปี หรือ 3,577.7 กก./ไร่/ปี เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นในช่วงอายุ 3-12 ปีให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4,458 กก./ไร่/ปี สูงกว่าทุกคู่ผสม และสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 30.2 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 14.7 ทะลาย/ต้น/ปีสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 15.0 กก./ทะลาย ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีเปลือกนอกต่อผล กะลาต่อผล และน้ำมันต่อทะลาย 76.08, 11.34 และ 22.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ลูกผสมสุราษฎร์

ธานี 7 มีคุณลักษณะที่ดีในการให้เนื้อในที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราและสูงกว่าเกือบทุกคู่ผสม คือ มีเนื้อในต่อผลเฉลี่ย 12.5 เปอร์เซ็นต์

และในปี 2556 ได้ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 เป็นพันธุ์แนะนำจากกรมวิชาการเกษตร มีลักษณะดีเด่นคือ ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3,543 กก./ไร่/ปี (อายุ 4-7 ปี), โดยช่วงแรก (อายุ 3-4 ปี) ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 1,842 กก./ไร่/ปี ช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ (อายุ 5-9 ปี) ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4,509 กก./ไร่/ปี น้ำมันต่อทะลาย 24.8%, ผลผลิตน้ำมันดิบเฉลี่ย 878.7 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบ 12.3 เปอร์เซ็นต์ และได้คัดเลือกพันธุ์ลูกผสม ที่ให้ผลผลิตทะลายสดและน้ำมันสูงอีก 1 พันธุ์ คือ คู่ผสมหมายเลข 303 (Deli x DAMI-AVROS) เพื่อเสนอขอการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร เป็นพันธุ์แนะนำ มีลักษณะดีเด่นคือ ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3,875 กก./ไร่/ปี (อายุ 3-10 ปี), น้ำมันต่อทะลาย 25.4% , ผลผลิตน้ำมันดิบเฉลี่ย 984 กก./ไร่/ปี ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

แปลงแม่พันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง (D–Self) (รหัสแปลงBRD 033) ได้คัดเลือกสายพันธุ์แม่หมายเลข 236, 242, 220, 218 203 และ 292 เป็นแม่พันธุ์สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ จากนั้นคัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีตามเกณฑ์มาตรฐาน (Individual Selection) ทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์จากประชากรสายพันธุ์) หมายเลข 236 (91/1617D) ได้จำนวน 59 ต้น จากสายพันธุ์ หมายเลข 242 (79/339D) จำนวน 91 ต้น จากสายพันธุ์หมายเลข 220 (67/521D) ได้จำนวน 218 ต้น จากสายพันธุ์หมายเลข 218 (75/1319D จำนวน 79 ต้น จากสายพันธุ์หมายเลข 203 (78/193D) จำนวน 170 ต้น จากสายพันธุ์หมายเลข 292 (68/374D) จำนวน 138 ต้น ในส่วนของพ่อพันธุ์ที่ได้จากการผสมตัวเอง ได้คัดเลือกสายพันธุ์พ่อ 159/398 สายพันธุ์ 132/1415 และสายพันธุ์ 125/154 สายพันธุ์พ่อและแม่เหล่านี้เป็นการคัดเลือกตามผลการทดสอบรุ่นลูก เนื่องจากมีประวัติพันธุ์เป็นแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7, 8 และสายพันธุ์ก้าวหน้าหมายเลข 303 ที่ดีเด่นดังกล่าว (Based on progeny performance) สายพันธุ์ 129/1426 ซึ่งได้จากการผสมตัวเองมีประวัติพันธุ์เป็นพ่อพันธุ์ของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 จึงคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ตามเกณฑ์มาตรฐานเป็นรายต้น (Individual Selection) เพื่อเก็บรวบรวมละอองเกสรสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ ซึ่งคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์จากประชากรสายพันธุ์ 159/398 ได้จำนวน 13 ต้น สายพันธุ์ 132/1415 ได้จำนวน 13 ต้น สายพันธุ์ 125/154 ได้จำนวน 9 ต้น สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 และ 8 และคู่ผสมพันธุ์ก้าวหน้า 303 นอกจากนี้ สายพันธุ์ 129/1426 คัดเลือกต้นพ่อพันธุ์จากประชากรสายพันธุ์ 129/1426 ได้จำนวน 15 ต้นสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ต่อไป

การเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามสปีชีส์ (*Elaeis guineensis* X *E. oleifera*) พบว่า คัพภะอ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม picloram ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด 0.46 กรัม เมื่อนำแคลลัสที่ได้มาชักนำให้เกิดเอ็มบริโอจินิคแคลลัสบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ dicamba ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มในการพัฒนาเป็นเอ็มบริโอจินิคแคลลัส และมีการพัฒนาเป็นโซมาติกเอ็มบริโอ

ในอาหารสูตร MS ที่เติม dicamba 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 15.78 เปอร์เซ็นต์ และเติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 11.76 เปอร์เซ็นต์

การชักนำให้เกิดแคลลัสจากส่วนต่างๆของปาล์มน้ำมันชนิด pisifera พบว่า สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีบนอาหาร MS ที่เติม dicamba ในระดับความเข้มข้นต่างกัน คัพภะอ่อนเกิดแคคลัสได้ 62.4 - 69.6 เปอร์เซ็นต์เมื่อเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม dicamba 5 -10 μM และช่อดอกอ่อนตัวเมียเกิดแคลลัสได้ 16.0 – 18.4 เปอร์เซ็นต์ บนอาหาร MS ที่เติม dicamba 10 – 15 μM การเพิ่มปริมาณแคลลัสบนอาหาร MS ที่ลดความเข้มข้นของ dicamba ลง พบว่า แคลลัสที่เกิดจากคัพภะอ่อนเพิ่มปริมาณได้ 6.9 - 7.0 เท่า เมื่อใช้ dicamba 2 - 4 μM และแคลลัสจากช่อดอกอ่อนเพิ่มได้ 3.8 เท่า เมื่อใช้ dicamba 2 μM ส่วนอัตราการเกิด embryogenic callus สูงสุด เท่ากับ 30.2 % จากแคลลัสที่เกิดจากคัพภะอ่อนบนอาหาร Y3 + NAA 10 μM + abscisic acid 2 μM รองลงมาคือ 10.5 % จากแคลลัสที่เกิดจากช่อดอกอ่อนบนอาหารชนิดเดียวกัน และ embryogenic callus สามารถพัฒนาเป็น somatic embryo บนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และต้นอ่อนที่ได้สามารถชักนำให้เกิดรากบนอาหาร MS ที่เติม paclobutrazol ที่ระดับ 20-40 μM

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินเพื่อลดระยะเวลาการเกิดและการพัฒนาของแคลลัสปาล์มน้ำมัน การพัฒนาเป็นยอดและรากของปาล์มน้ำมัน เมื่อเลี้ยงบนสูตร MS ร่วมกับการเติมหรือไม่เติม NAA ความเข้มข้น 15 ไมโครโมลาร์ต่อลิตร และการเติมหรือไม่เติมผงถ่าน 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พันธุ์ โดยสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 15 ไมโครโมลาร์ต่อลิตร และมีการเติมผงถ่าน 0.5 กรัมต่อลิตร มีการพัฒนาเป็นส่วนยอดและรากได้ การนำต้นปาล์มน้ำมันมาปรับสภาพก่อนออกปลูกด้วยการลดระยะเวลาการให้แสงบนชั้นเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลา 6, 8 และ 10 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ต้นมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน เมื่อนำต้นปาล์มน้ำมันออกปลูกในสภาพโรงเรือน มีอัตราการรอดชีวิต คิดเป็นร้อยละ 11.11, 16.67 และ 18.18 ตามลำดับ

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและตรวจวิเคราะห์ชนิดของปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องหมายโมเลกุล ได้ทำการคัดเลือก SSR Markers 13 ตำแหน่ง ที่สามารถให้ความแตกต่างของประชากรปาล์มน้ำมัน 10 กลุ่มพันธุ์คือ Deli Dura, AVROS, Yangambi, Nigeria, Calarbar, Ghana, Ekona, DAMI, Tanzania และ La Me พบว่า กลุ่มพันธุ์พ่อที่มีความแตกต่างจากกลุ่มพันธุ์แม่และพ่ออื่นๆ มากที่สุดคือ La Me รองลงมาได้แก่ Calarbar, Nigeria, Tanzania และ Ghana กลุ่มพันธุ์ AVROS มีพันธุกรรมคล้ายพันธุ์แม่ Deli Dura มากที่สุด รองลงมาคือ DAMI นอกจากนั้น ได้ศึกษาพันธุกรรมของประชากร Deli Dura และลูกผสมต่างสปีชีส์ของ *Elaeis guineensis* กับ *E.oleifera* โดยใช้ SSR Markers 32 ตำแหน่งเพิ่มเติม ข้อมูลที่ได้สามารถใช้จำแนกกลุ่มพันธุ์ทั้งหมดออกจากกันได้และพบว่าไพรเมอร์ mEgCIR 3428, mEgCIR 3519 และ mEgCIR 0874 เพียงพอที่จะใช้จำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 1-8 ได้ สำหรับการวิเคราะห์ชนิดของปาล์มน้ำมัน ทำการอ่านและเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน MADS-box ทั้งชนิดดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอราของ 10 กลุ่มพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น จำนวน

129 ตัวอย่าง พบสนิปส์ที่สามารถแยกชนิดของปาล์มน้ำมันได้ คือ SNPENGC (T/C) ใน Ekona Ghana Nigeria และ Calarbar, SNPTaYa (A/T) ใน Tanzania Yangambi, SNPDA (C/G) ใน DAMI , SNPLaAV (C/A) ใน La Me และ AVROS, SNPTan (C/G)ใน Tanzania จากข้อมูล SNP ที่พบ ได้พัฒนาไพรเมอร์และโพรบจำนวน 4 ชุด สำหรับตรวจสอบชนิดของปาล์มน้ำมันได้แม่นยำและรวดเร็ว ด้วยเครื่อง Real-time PCR และพัฒนาไพรเมอร์ที่ใช้กับเครื่อง PCR ทั่วไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจควบคุมคุณภาพกล้าปาล์มน้ำมันและคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคใต้ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีศักยภาพสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับเป้าหมาย 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี สอดคล้องกันทั้งที่ ศวป.กระบี่ และ ศวพ.รือเสาะ

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคกลาง พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 3 ให้จำนวนทะลายต่อต้น 9.0 และ 9.1 ทะลายต่อต้น ผลผลิตทะลายสดต่อต้นสะสมทั้งปี 77.3 และ 77.0 ทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 8.7 และ 8.8 กิโลกรัมต่อทะลาย และ ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ดีที่สุด 1,761 และ 1,756 กิโลกรัมต่อไร่

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออก พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด 4,109.3 กิโลกรัม/ไร่/ปี รองลงมาคือ ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 3,873.7 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพันธุ์มีแนวโน้มเป็นพันธุ์ปลูกที่เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออก เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีให้ผลผลิตทะลายและจำนวนทะลายสูง

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 2 และ 5 ให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสูงกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี ทั้งที่ ศวพ.หนองคาย ศวร.อุบลราชธานี และ ศวพ.กาฬสินธุ์ ส่วนที่ ศวส.ศรีสะเกษ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลผลิตต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคเหนือ พบว่า การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 Ekona x Bamenda และ Ekona x Tanzania ที่ศวกล.เชียงใหม่ ทั้ง 3 พันธุ์ค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกในพื้นราบทั่วไป ในขณะที่ศวพ.พิจิตร มีการเจริญเติบโตตามปกติ ทั้งพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบทางใบที่ 17 ส่วนผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ของทั้งที่ศวกล.เชียงใหม่ และ ศวพ.พิจิตร ค่อนข้างต่ำ ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อไร่ต่อปีต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

Abstract

This study on progeny test of oil palm: breeding program cycle II, conducted in order to determine the high yield and good performance crosses. There are 6 progeny trials for 69 DxT crosses (6 groups). The experimental design was Randomized Complete Block Design with 4 replications and 16 palms per plot. In each experiment were planted in B.E. 2546-2549. Vegetative growth and annual average yield (bunch weight) per palm and yield (FFB) per palm and rai were recorded more than 5 yaers at Suratthani Oil Palm Research Center and Suratthani Agricultural Research and Development Center.

The results from the experiment trial I (BRD 031) showed that crosses No. 198 was the better performance than the other crosses. The crosses No. 198 has average yield fresh fruit bunch (FFB) 4,458 Kg./rai/year, bunch number 14.68 bunch/palm/year and average bunch weight 15.04 Kg./palm (record data from 3 -12 years). Bunch study of cross No. 198 showed that mesocarp/fruit (M/F), shell/fruit (S/F), kernel/fruit (K/F) and oil/bunch (O/B) were 76.08, 11.34, 12.5 และ 22.3 % respectively and better than DOA standard. DOA released crosses No. 198 and named the hybrid variety Suratthani 7. The pedigree of Suratthani 7 hybrid is Deli x Tanzania .

The trial II (BRD 041) showed that crosses No. 224 was the better performance than the other crosses. The crosses No. 224 has average fresh fruit bunch (FFB) 4,020 Kg./rai/year, (record data from 3 -11 years) bunch number 14.5 bunch/palm/year and average bunch weight 14.6 Kg./palm. Bunch component of cross No. 224 showed oil/bunch (O/B) was 24.2 % and better than DOA standard.

The results from the experiment trial III (BRD 051) concluded that cross No. 303 (Deli x DAMI-AVROS) was the better performance than the other crosses. The cross No. 303 has average yield fresh fruit bunch (FFB) 165.5 Kg./palm/year or 3,773 Kg./rai/year, bunch number 13.5 bunch/palm/year and average bunch weight 12.8 Kg./palm (record data from 3 -10 years). Bunch study of cross No. 303 showed that mesocarp/fruit (M/F), 86.5%. This cross No. 303 has thin shell. Shell/fruit (S/F) is 6.6%. and better than DOA standard. Now cross No. 303 is the promising cross that DOA will releases and names the hybrid variety Suratthani 9.

The experiment trial IV (BRD 044) showed that cross No. 17 was the better performance than the other crosses. Yield data was collected from 3 -11 year has average yield fresh fruit bunch (FFB) 186.8 Kg./palm/year or 4,259 Kg./rai/year, bunch number 13.8 bunch/palm/year and average bunch weight 15.0 Kg./palm. DOA released crosses No. 17 and named the hybrid variety Suratthani 8. The pedigree of Suratthani 8 hybrid is Deli x Yangambi.

The study founded that three good performance varieties named Suratthani 7 – 9 that recommend to oil palm farmer to plant in the suitable area for oil palm. Seed production of Suratthani 7 – 9 followed by seed processing and maintained quality control by individual selected the good performance parents of Suratthani 7 – 9 and use seed technology property. To carry out the production of hybrid and extended to further exploitation..

Oil palm breeding program followed by Reciprocal Recurrent selection and adopted by most of the breeding organization in several countries. The procedure has three steps. At first step : Parent selection From Dura and Tenera/Pisifera population in order to mate between the best female and male parent and study progenies test crosses. The second :The Dura and Tenera individuals which were parents of progenies to carry out selfing of the parents involved in the test crosses. On the basis of test crosses performance, individuals are selected and mated to generated the population for the next breeding cycle after that the selfings are selected for seed production.

This experiment study on Dura Self and Tenera Self and selection the best Parents for Seed Production on oil palm breeding program cycle II. The experiments were started in Suratthani Oil Palm Research Center in B. E. 2546– 2558 in order to evaluate and select the parent of the best hybrid such as Suratthani 7-9. The 3 varieties of DOA oil palm hybrids that released during B. E. 2553– 2558. Data collection followed by oil palm breeding method.

Part I Study on 15 Dura self and selected the 5 Duras that were line No. 236, 242, 220, 218 and 203 because of they were female parent of Suratthani 7, 8 hybrid and the promising crosses (Cross No. 224 and 303) which were elite palms that released from breeding the second phase. In each parent lines are individual selected the best Dura palm for seed production. Individual palm of line No. 236,

242, 220, 218 and 203 had 13.89, 9.22, 10.78, 9.68 and 8.60 bunch/palm/year respectively. They were 197.2, 152.8, 164.0, 154.6 and 153.1 kg/palm/year. Average bunch weight of them were 14.20, 16.57, 15.21, 15.97 and 17.80 kg/bunch respectively.

Part II : Study on and selected the 4 Tenera that were line No. 159/398, 132/1415 125/154 and 129/1426 because they were fathers or male parent of Suratthani 7, 8 hybrid and cross No 303 the promising crosses which was an elite palm for the second phase and Suratthani 2. In each parent lines of 16 Tenera self are selected the best pisifera palm for seed production.

The objective of parent selection oil palm by intercrossing needs genetic variability as a prerequisite for improvement in the 3rd oil palm breeding program of Department of Agriculture (DOA). This study was carried out at SuratThani Oil Palm Research Centre during October 2002 – September 2015. A randomized complete block design with 3 replications was used.

Father palms selection from tenera population by single palm from yield and yield component was 140/102T x 122/1446T (GHA608:504T x C9023:73T, Nigeria-Yangambi x IRH629:316T x HC129:1009P, Calabar–SP540 Derivate). No. 908 was selected by on average, bunch number 15 bunches palm^{-1}year^{-1}, fresh fruit bunch yield 162.5 kilograms palm^{-1}year^{-1} (3.70 tonnes rai^{-1}year^{-1}), high oil content 30.5 percent oil bunch^{-1} which produces oil yield 1.13 tonnes rai^{-1}. Vegetative and bunch characteristics: pigments in the exocarp was virescens, fruit forms and bunch shape was drupe, thin shell and optimum height which suitable for the best father palm.

Mother palms were selected from 3 dura families by consider from yield, yield component and vegetative growth. The result showed that 3 dura families were 1) KB/68D x 75/1319D (Kazemba, Dura x C42:67DxDAM564:693D, Deli Dura) 2) 75/1319D x 78/193D (C42:67DxDAM564:693D, Deli Dura x C2120:184DxDAM564:693D, Deli DuraxDeli Dura) and 3) 68/374D x 73/49D (DAM564:693D SELF, Deli Dura x C34:156DxDAM563:391D, Deli DuraxDeli Dura). On average, increased frond (at 10 year) 24, 26 and 19 frond palm^{-1} respectively, leaf area 13.5, 10.2 and 9.0 m^2 frond^{-1} respectively, height 3.87, 3.40 and 2.97 meters respectively, FFB yield 231.8, 248.4 and 227.2 kilograms palm^{-1}year^{-1} respectively, bunch number 11.9, 16.1 and 16.6

bunch palm^{-1}year^{-1} respectively and oil yield from mesocarp 1.27, 1.18 and 1.14 tonnes rai^{-1}year^{-1} respectively.

Breeding oil palm across species with backcross program between African oil palm and American oil palm, generation 2 that selected outstanding Deli Dura crossing the outstanding palm tree from population. [G1x(OxG)] so that produced 34 crosses. The objective to study oil palm shorter trunk which increase height increment slowly and good quality that conducted at Suratthani oil palm research center and Suratthani agricultural and development center during the year B.E.2550-2558. The result concluded that look good crosses that average yield higher than 3 tons/ha/year (average age 6-8 years), such as cross 67/521Dx148/275P, 68/374D x 151/322P, 67 /521Dx151/322P and 67/521D x 145/198P palm oil ranged from 24.6 to 26.7%. The cross 67/521Dx151/322P yield and oil content up to 3.10 and 0.79 tonnes/rai/year, respectively.

Field test of oil palm for the progressive adaptation in regions with different climatic conditions found that oil palm varieties grown in Nong Khai province have better yield than Krabi and Chiang Rai provinces. However the result founded that cross no. 198, hybrid Surat Thani 1 and cross no. 207 is well adapted to all areas of study, but because palm oil is a plant long lifespan. Therefore, it is required to keep a record of growth and yield more. So the study will continue to the second phase.

Investigation of cold and drought tolerance of parental palm (mother D75, D78 and D84) (father 109/307T Self, 106/238T Self, 159/398T x 159/379P and 139/180T x 139/212P) for producing tenera oil palm hybrids had been established at the Agricultural Research and Development Center in Nong Khai, and Ubon Ratchathani Field Crops Research Center during the year 2009-2015. The results showed that the mother line D78 could adapt in cold and drought area and displayed 6.11, 7.01 and 43.31 kg/palm of bunch number, bunch weight, and fresh fruit bunch, respectively. Among the father population, line 109/307T self presented the earliest flowers 36.66 %. Line 109/307T Self, 106/238 T Self, and 159/398T x 159/379P displayed a crown disease whereas did not find this disease in line 139/180T x 139/212P.

Young embryos of oil palm interspecific hybrid (*Elaeis guineensis X E. oleifera*) were cultured on medium Murashige and Skoog (MS) and supplemented with

dicamba and picloram at concentrations of 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 mg/l for callus induction. Young embryos were cultured on MS medium supplemented with picloram concentrations of 1.5, 2.0 and 2.5 mg/l showed the highest weight callus at 0.46, 0.44 and 0.42 g, respectively. Those calli cultured on MS medium supplemented with dicamba 1.0 mg/l and 2,4-D 0.1 mg/l presented the highest embryogenic callus at 35% and 26%, respectively. The development of somatic embryos cultured on MS medium supplemented with dicamba 1.0 mg/l was 15.78% and supplemented with 2,4-D 0.1 mg/l was 11.76%. The development forms consisted of globular-shaped stage, heart-shaped stage and haustorium stage. The somatic embryo developed about 1-2 apical shoots without root development on MS medium supplemented with NAA concentration of 5.0 mg/l.

Induction of callus from different parts of oil palm pisifera. It can induce callus on medium Murashige and Skoog (MS) supplemented with various concentrations of dicamba . Young Embryos showed the highest callus percentage at 62.4 - 69.6% on MS medium supplemented with 5 -10 μM dicamba and young inflorescences showed the highest callus percentage at 16.0 – 18.4 % on MS medium supplemented with 10 – 15 μM dicamba. Callus proliferation ability of young embryo were 6.9x - 7.0x on MS medium supplemented with 2 - 4 μM of dicamba and callus proliferation ability of young inflorescences were 3.8x on MS medium supplemented with 2 μM of dicamba. The percentage of embryogenic callus induction from the original callus were 30.2 % from young embryo and 10.5 % from young inflorescences on Y3 media supplemented with NAA 10 μM and abscisic acid 2 μM on the same medium. The development of somatic embryos cultured on MS medium without plant regulators growth and plantlets were cultured on MS medium supplemented with paclobutrazol 20-40 μM for root induction.

In the study of medium to reducing time to induction and development callus of oil palm, the embryo were cultured on MS containing each kinds of Auxin : 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 mg/L 2,4-D or dicamba or picloram. The result showed that no difference in fresh weight of oil palm cv. Suratthani 1 callus between the treatment of 2.5 mg/L dicamba (0.071 g.) and 1.5 mg/L picloram (0.070 g.). In cv. Suratthani 2, the treatment of 1.5 mg/L dicamba, 2 mg/L dicamba and 2.5 mg/L picloram provided

fresh weight as the following : 0.059, 0.059 and 0.057 g. respectively. In cv. Suratthani 3, the fresh weight of callus was 0.024 g. in the treatment of 1 mg/L picloram. In the study of development of the callus, the callus fresh weight of all cultivar were 0.024 g in MS medium supplemented with 0.1 mg/L 2,4-D. For the study of induction of shoot and root, the result showed that the best treatment was MS medium supplemented with 15 µM NAA and 0.5 g/L activated charcoal. In transplanting of oil palm from *in vitro* condition to nursery condition, the experiments were conducted by reducing exposure time to be 6, 8 and 10 hours per day. It was found that survival rates of plantlets were 11.11, 16.67 and 18.18 respectively.

The genetic diversity studies and shell type analysis of oil palm are achieved by molecular marker. Thirteen SSR markers loci were selected to be able to distinct 10 oil palm populations, Deli Dura, AVROS, Yangambi, Nigeria, Calabar, Ghana, Ekona, DAMI, Tanzania and La Me. The results showed that male parent oil palm, La Me have the most genetically differentiation from other male and female parent populations, followed by Calabar, Nigeria, Tanzania and Ghana. Among male parent oil palms, AVROS has the most genetic similarity to female parent, Deli Dura followed by DAMI. In addition, the new SSR markers were reselected for investigating the genetic of Deli Dura populations as well as the progenies derived from inter-specific hybridization between *Elaeis guineensis* and *E.oleifera*. The obtained data are efficient to differentiate all oil palm populations. Moreover, the primers mEgCIR 3428, mEgCIR 3519 and mEgCIR 0874, were sufficient to be used as markers in identifying Surat Thani 1-8 oil palm varieties. For analysis of oil palm shell type, the MADS-box gene of 129 samples included 3 shell types, Dura, Pisifera and Tenera from 10 distinct oil palm populations were sequenced and performed multiple nucleotides alignment. The SNPs that can differentiate the oil palm shell type in each populations were discovered as follow, SNPENGC (T/C) in Ekona Ghana Calabar and Nigeria, SNPTaYa (A/T) in Tanzania Yangambi, SNPDA (C/G) in DAMI T, SNPLaAv (C/A) in La Me and AVROS, SNPTan (C/G) in Tanzania. The obtained data of SNPs loci were used to generate 4 sets of primers and probes for determining oil palm shell type accurately and rapidly with real-time PCR as well as primer for general PCR. These markers are very applicable for quality control of Tenera oil palm seedling production for reducing or eliminating Dura contamination, and distinguishing the female and male parent genotype efficiently.

The Comparison of Suratthani oil palm in 4 Southern areas; Krabi Oil Palm Research Center (furrow and flat), Narathiwat Agricultural Research and Development Center and Rueso agricultural research and development center can summarize the result as follow. A five to ten year old Suratthani 1- 6 has an average production more than 3.50 metric ton per rai per year (strategy for oil palm from Ministry of Agriculture and Cooperatives). In the South of Thailand, Suratthani 1 gives the best quantity , next is Suratthani 2, both provide crops around 3.50 metric ton per rai per year, according to Krabi Oil Palm Research Center's and Narathiwat Agricultural Research and Development Center's result.

The Comparison of Suratthani oil palm hybrids in the Central of Thailand at Dong Gane Luang, Chainat Field Crop Research Center, Wat Sing, Chainat, is planned to use RCB with 6 treatments; Suratthani 1, 2, 3, 4, 5, 6, which planted on November, 2005 show that all of Suratthani hybrids have no different growth. For yields, Suratthani 2 and 3 give 9.0 and 9.1 bunches per palm, 77.3 and 77.0 bunches per palm per year, average highest bunch weight is 8.7 and 8.8 kg per bunch, 1,761 and 1,756 kg per palm and there are no statistical difference.

The comparison of Suratthani oil palm hybrids in the West area of Thailand at Chanthaburi Horticultural Research Center, using 6 hybrids of Tenera; Suratthani 1-6 which planted on December, 2006. The results are an average sex ratio in 8 years is between 47.5-66.1%, the highest female flower of Suratthani 2 is 66.1%. Crop production in the last 7 years (March 2009 – December 2015) shows that Suratthani 1 gives the best average annual production (4,109.3 kg per rai per year), the second is Suratthani 2, 4, 5, 3 and 6 with 3,873.7 3,596.6, 3,482.8, 3,462.2 and 3,399.7 kg per rai per year. From the number of annual production shown above, Suratthani 1 and 2 tend to be the best option for the center area, due to the great number of crop, sex ratio which can relate to the tendency of the crop in the next years. However, the huge number of crop depends on field arrangement and water in dry season.

The Comparison of ten year Suratthani oil palm in 4 areas in the Northeastern of Thailand at Nong Khai Agricultural Research and Development Center , Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Kalasin Agricultural Research and Development Center and Sri sa ket Horticultural Research use RCB with 6 treatments. All of the areas indicate that the unsuitable weather is when the rainfall is lower than 2000 mm per year (except Nong Khai Agricultural Research and

Development Center that the rainfall is higher than 200 mm per year) and the monthly rainfall is lower than 100 mm per month. Every area has nutrition in the soil lower than standard, petiole cross section of the entire Suratthani hybrids are different up to each area, but they are still in the same trend. For an average annual yield, five to ten years Suratthani 5 at Agricultural Research and Development Center in Nong Khai gives the highest yield, next are Suratthani 1, 2, 3, 4 and 6. At Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Suratthani 2 has the highest yield , next are Suratthani 1, 5, 3, 6 and 4. At Kalasin Agricultural Research and Development Center, Suratthani 1 has the highest yield, next are Suratthani 5, 6, 2, 3 and 4. At Sri sa ket Horticultural Research Center, Suratthani 3 has the highest yield, next are Suratthani 2, 1, 5, 6 and 3. Suratthani 1, 2, 5 from Nong Khai Agricultural Research and Development Center, Ubon Ratchathani Field Crops Research and Kalasin Agricultural Research and Development Center provide crops more than 3.50 metric ton per rai per year. But at Sri sa ket Horticultural Research Center, all 6 genes provide crops lower than 3.50 metric ton per rai per year.

The comparison of Suratthani Oil Palm in the North areas of Thailand, there are Chiang Mai Royal Agricultural Research Center shows that the growth of Suratthani 2, Ekona x Bamenda and Ekona x Tanzania are lower than flat area. At Phichit Agricultural Research and Development Center use RCB in 3 treatments; there are Suratthani 1, 2 and 3 has the normal growth rate for both of petiole cross section and the leaf area at 17th frond . For an average annual production of Suratthani hybrids from both areas are lower than 3.50 metric ton per rai per year.

บทนำ

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เป็นหน่วยงานหลักในการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันของกรมวิชาการเกษตร มีการเก็บรวบรวมเชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีความหลากหลาย ประกอบด้วยเชื้อพันธุกรรมที่เป็นพันธุ์พ่อแม่มาจากแหล่งกำเนิด (origin) ที่หลากหลายและมีลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกัน เช่น ทนแล้ง ต้นเตี้ย ต้านทานโรค เช่น โรคกาโนเดอมา หรือเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง, มีวิตามินเอสูง, วิตามินอีสูง) หรือพิจารณาจากความต้องการของตลาด เช่น ต้องการพันธุ์ที่คุณภาพพิเศษ เช่น มีกะลาบางมาก, เนื้อในมาก, มีกรดลอริกสูง เป็นต้น และได้นำเชื้อพันธุ์เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ในเบื้องต้นได้มีการเก็บข้อมูลประวัติพันธุกรรม และลักษณะของเชื้อพันธุ์เหล่านี้เอาไว้ ดังนั้นการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะต่างๆจึงยังคงดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และจัดหาเชื้อพันธุกรรมใหม่เพิ่มเติม โดยจัดซื้อ หรือแลกเปลี่ยนกับที่อื่น หรือโดยการผสมข้ามกลุ่มพันธุ์/ชนิด เพื่อเพิ่มความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรม เช่น ทนแล้ง ซึ่งมีความเป็นไปได้ เนื่องจากมีเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันหลายสายพันธุ์ที่รวบรวมมาจากแหล่งต่างๆเช่น จากประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย ประเทศแทนซาเนีย และประเทศแคมารูน ซึ่งสามารถทนแล้งและปลูกได้ในสภาพอากาศหนาวเย็น ดังนั้นในอนาคตหากได้พันธุ์ใหม่จะทำให้มีโอกาสขยายพื้นที่ปลูกในแหล่งใหม่นอกเหนือจากภาคใต้ จึงสมควรทำการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากเชื้อพันธุกรรมที่มีอยู่ เพื่อให้มีพันธุ์ที่มีศักยภาพเหมาะสมใช้ปลูกในสภาพแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย เพื่อวิจัยปรับปรุงพันธุ์คุณภาพปาล์มน้ำมันให้ได้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ใหม่ที่ผลผลิตและคุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม

ผลจากการปรับปรุงพันธุ์และผลิตพันธุ์ไปใช้ประโยชน์ ในช่วงปี 2542 –2558 ได้ดำเนินการผลิตปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี จำนวน 28,222,748 เมล็ดงอก และจำหน่ายจ่ายแจกสู่เกษตรกร คิดเป็นพื้นที่ปลูกประมาณ 900,000 ไร่ หรือ ประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด คิดเป็นรายได้ไม่ต่ำกว่า 532.67 ล้านบาท มีเกษตรกรรายย่อยมากกว่า 40,000 รายที่นำพันธุ์ปาล์มน้ำมันของกรมวิชาการเกษตรไปปลูก สามารถลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากต่างประเทศลงได้ไม่น้อยกว่า 900 ล้านบาท นอกจากนี้ ยังสามารถลดต้นทุนของเกษตรกรรายย่อยในการซื้อต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้ไม่น้อยกว่า 500 ล้านบาท เนื่องจากราคาจำหน่ายพันธุ์ไม่สูงมากนัก พันธุ์ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีที่กระจายไปสู่เกษตรกร สามารถสร้างผลผลิตเพิ่มและกำไรให้กับเกษตรกรได้ และเมื่อได้พันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้น จะเป็นการเพิ่มจำนวนต้นพ่อพันธุ์และต้นแม่พันธุ์ทำให้ผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ปริมาณมากขึ้นได้เป็นการลดต้นทุนการผลิต และลดการนำเข้าเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ และมีพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกของประเทศไทย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดูแลรักษาเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมันไว้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์และผลิตพันธุ์ต่อไป

เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์ตามวิธีมาตรฐานนี้ ใช้เวลาอย่างน้อย 10 ปีต่อชั่วรุ่น ส่วนการผลิตเมล็ดพันธุ์ ทำได้โดยการผสมพันธุ์แบบปิดระหว่างต้นพันธุ์พ่อและแม่ที่ผ่านกระบวนการปรับปรุง

พันธุ์มาแล้ว ปริมาณการผลิตเมล็ดพันธุ์จะได้มากหรือน้อยขึ้นกับจำนวนต้นแม่พันธุ์ของลูกผสมที่ดีเด่น ซึ่งต้องอาศัยเวลา และใช้ต้นพันธุ์พ่อแม่และพื้นที่จำนวนมาก เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมให้ได้ในปริมาณที่ต้องการ อีกทั้งในกรณีของปาล์มน้ำมันต้นพ่อพันธุ์ชนิดพิสิเฟอราที่มีลักษณะดีมีเชื้อพันธุ์อยู่เพียงไม่กี่ต้น หรือบางต้นมีดอกตัวเมียเป็นหมัน ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์ข้ามสปีชี่ส์ (*E. guineensis* X *E.oleifera*) มีข้อจำกัดในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมให้ได้ปริมาณมาก และมีแนวโน้มให้ความแปรปรวนค่อนข้างสูง ซึ่งจะทำให้ปาล์มน้ำมันแต่ละต้นให้ผลผลิตแตกต่างกัน ปัจจุบันจึงมีหลายหน่วยงานได้นำเอาเทคโนโลยีชีวภาพทั้งด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเทคนิคทางชีวโมเลกุลมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันแบบวิธีมาตรฐาน เพื่อให้งานปรับปรุงพันธุ์มีความก้าวหน้าขึ้น และช่วยร่นระยะเวลาที่ต้องใช้ให้สั้นลง ได้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นเทคนิคการชักนำพืชต้นใหม่จากการวางเลี้ยงชิ้น ส่วนพืชขนาดเล็กในสภาพปลอดเชื้อ โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิด และเมื่อได้สูตรอาหาร และสภาพที่เหมาะสมแล้วจะสามารถเพิ่มปริมาณต้นพันธุ์ได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันสั้น ต้นกล้าที่ได้มีความสม่ำเสมอสูง การนำเทคนิคดังกล่าวนี้มาใช้ขยายพันธุ์พืชจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ และมีความเป็นไปได้สูง โดยเฉพาะพืชที่มีปัญหาการขยายพันธุ์ตามวิธีปกติด้วยเมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์อื่นๆ ทำได้ยาก ปัจจุบันจึงมีการนำเทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง และในบางประเทศที่เป็นแหล่งผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันของโลกประสบความสำเร็จในการผลิตพันธุ์ โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สำหรับประเทศไทยมีรายงานการศึกษาเรื่องนี้เช่นกัน ต้นกล้าที่ได้ยังไม่มีความสม่ำเสมอจึงยังคงไม่มีการผลิตออกมาเพื่อการขยายพันธุ์จำหน่าย ดังนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพันธุ์ที่ดี มีคุณภาพ และมีความสม่ำเสมอ

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ภายใต้โครงการวิจัยนี้ ดำเนินงานครอบคลุมตามแนวทางการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (Oil palm Breeding Program) ซึ่งเป็นการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน ใช้วิธีการคัดเลือกแบบ Reciprocal Recurrent Selection ประกอบด้วย ขั้นตอนการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ การทดสอบคู่ผสม และการเพิ่มจำนวนต้นพ่อแม่เพื่อการผลิตพันธุ์ และการผสมข้ามระหว่างสปีชี่ส์ระหว่าง (*E. guineensis* X *E.oleifera*) และผสมกลับ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาสมรรถนะการผสม การถ่ายทอดพันธุกรรม ความแปรปรวนทางพันธุกรรม ศึกษาลักษณะเชื้อพันธุกรรมที่มีลักษณะดี ได้แก่ ลักษณะต้นเตี้ย ทำให้มีช่วงอายุของการเก็บเกี่ยวได้มากกว่า 25 ปี และการทนแล้ง เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และลักษณะประจำพันธุ์ต่างๆ ประกอบด้วย 11 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1.1 การรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 1.2 การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม

การทดลองที่ 1. 3 การศึกษาการเพิ่มจำนวนพ่อแม่พันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ที่ดีเด่น เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์
การทดลองที่ 1.4 การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่จากการผสมโดยวิธี Intercrossing
การทดลองที่ 1.5 วิจัยพันธุ์ปาล์มน้ำมัน *Elaeis oleifera*
การทดลองที่ 1.6 การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงของโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 2
การทดลองที่ 1.7 การคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีศักยภาพในการผลิตลูกผสมเทเนอราที่ทนทานต่อสภาพหนาวและแล้ง
การทดลองที่ 1.8 การศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของเชื้อพันธุกรรมพ่อและแม่ปาล์มน้ำมันและลูกผสมเทเนอรา
การทดลองที่ 1.9 การศึกษาศักยภาพปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์ต่างประเทศที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและลูกผสมข้ามชนิด ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
การทดลองที่ 1.10 การศึกษาศักยภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและ compact palm
การทดลองที่ 1.11 ทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันแนะนำและพันธุ์เอกชน

การทดลอง 1.1-1.4 และ 1.6- 1.7 เป็นการดำเนินงานตาม Breeding program ส่วนการทดลอง 1.5 และ 1.8 ดำเนินการตามแบบแผนปรับปรุงพันธุ์ การผสมข้ามชนิด และทดสอบกลับ การทดลอง 1.9-1.11 ดำเนินการเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การปฏิบัติงานหลักของทุกการทดลองจะดำเนินการ ปลูกและดูแลรักษาปาล์มน้ำมันตามแบบแผนปรับปรุงพันธุ์ ดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวได้กำหนดรอบการเก็บเกี่ยวทุก 15 วันตลอดทั้งปีอย่างต่อเนื่อง การเก็บข้อมูลน้ำหนักทะลายสด, จำนวนทะลาย รวบรวมและคำนวณข้อมูลของคู่ผสมต่างๆ ดังนี้ ผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปี ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของคู่ผสมในแต่ละปี บันทึกข้อมูลตั้งแต่ อายุ 3 ปี เป็นต้นไป

3. การเจริญเติบโต วัดลักษณะต่างๆปีละครั้ง ตามวิธีการของ Corley and Breure. (1988) โดยแต่ละคู่ผสมในแต่ละแปลงย่อย ทำการวัดการเจริญเติบโต 8-16 ต้น

4 วิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย (bunch component analysis) สุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากแต่ละคู่ผสม/สายพันธุ์ เป็นทะลายที่สมบูรณ์ปกติไม่มีแมลงหรือโรคทำลาย ต้นละ 3-4 ทะลายต่อปี หรือแต่ละแปลงย่อยจำนวน 10-15 ทะลายต่อแปลงย่อยต่อปี เก็บเกี่ยวเมื่อทะลายสุก (สังเกตจากมีผลร่วง 1-10 ผล) รวบรวมทะลายปาล์มน้ำมันที่สุ่มตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินตามวิธีการของ Ooi. (1978) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย

การทดลองที่ 2.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามสปีชีส์ (*Elaeis guineensis* X *E. oleifera*)

โดยการนำคัพภะอ่อนของปาล์มน้ำมันลูกผสมข้ามสปีชีส์ระหว่าง *E. guineensis* และ *E. oleifera* ที่คัดเลือกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต dicamba และ picloram ที่ระดับความเข้มข้น 1 1.5 2 2.5 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติมกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Gelrite ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ pH 5.7 ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง อุณหภูมิ 28±0.5 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 2 เดือน เพื่อชักนำแคลลัสทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักแคลลัส ชนิดของแคลลัสและลักษณะของแคลลัส จากนั้นนำแคลลัสที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต dicamba picloram และ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติมกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Gelrite ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ pH 5.7 ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง อุณหภูมิ 28±0.5 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 2 เดือน เพื่อชักนำให้เกิดเอ็มบริโอจินิคแคลลัสมาทำการบันทึกข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัสและลักษณะของเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส แล้วนำเอ็มบริโอจินิคแคลลัสที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต dicamba และ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 1 2.5 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 5 10 และ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติมกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ Gelrite ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ pH 5.7 ให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง อุณหภูมิ 28±0.5 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 2 เดือน เพื่อชักนำให้เกิดโซมาติกเอ็มบริโอ ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะโซมาติกเอ็มบริโอและการพัฒนายอด

การทดลองที่ 2.2 การเกิด somatic embryogenesis และ organogenesis ในปาล์มน้ำมันพิสิเฟอรา

โดยการนำชิ้นส่วนคัพภะและช่อดอกอ่อน (ตัดเป็นชิ้นขนาดประมาณ 1-1.5 x 1-1.5 เซนติเมตร) ของปาล์มน้ำมันชนิด fertile pisifera จากต้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ให้ผลผลิตสูงจากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี มาชักนำให้เกิดแคลลัส ในอาหารสูตร MS และอาหารสูตร Eeuwens (Y3) โดยอาหารแต่ละสูตรเติม dicamba ที่ระดับความเข้มข้น 0 5 10 15 และ 20 μM ร่วมกับการเติม ascorbic acid ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) gelrite 0.3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) pH 5.7 เลี้ยงในที่มืด อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 3 สัปดาห์ ทำการบันทึกข้อมูล ระยะเวลา และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนพืช และทำการเพิ่มปริมาณของแคลลัสโดยการนำแคลลัสที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 น้ำหนักประมาณ 0.05 - 0.10 กรัม มาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในอาหารแข็งสูตร MS เติม dicamba ความเข้มข้น 5 ระดับ 0, 2, 4, 6,

และ 8 μM เติม ascorbic acid ความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร เคซีนไฮโดรไลเสท (casein hydrolysate) 800 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) gelrite 0.3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) pH 5.7 เลี้ยงในที่มืดอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน ทำการบันทึกผล ประเมินผลการเจริญเติบโต คำนวณจากน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น ในเดือนที่ 2, 4, และ 6 เดือน

จากนั้นนำแคลลัสที่ได้มาเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งชนิดที่มีรายงานว่าประสบความสำเร็จในการชักนำให้เกิด embryogenic callus 4 สูตร ได้แก่ 1. อาหาร MS + dicamba 2.3 μM + เคซีนไฮโดรไลเสท (CH) 1 กรัมต่อลิตร 2. อาหาร Y3 + NAA 10 μM + abscisic acid 2 μM 3. อาหาร MS + 2,4-D 0.5 μM และ 4. อาหาร MS + 2,4-D 453 μM เปรียบเทียบกับอาหาร MS ที่ไม่เติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและแต่ละสูตรเติม ascorbic acid 250 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) gelrite 0.3 เปอร์เซ็นต์ (w / v) pH อาหาร เท่ากับ 5.7 เลี้ยงในที่มีแสงวันละ 12 ชั่วโมงอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เปลี่ยนอาหารทุกเดือน บันทึกผล อัตราการเกิด embryogenic callus และลักษณะของ somatic embryo ที่เกิดหลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 6 เดือน แล้วนำ somatic embryo ระยะต่างๆ ที่เกิดจาก embryogenic callus ในขั้นตอนที่ 3 มาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เติมผงถ่าน 0.3 เปอร์เซ็นต์ (w /v) อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนอาหารใหม่ทุกเดือน บันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของ somatic embryo การเกิดยอดและราก และชักนำให้เกิดรากโดยการนำยอดอ่อนของปาล์มน้ำมันขนาดความสูงไม่ต่ำกว่า 4 ซม. มาลี้ยงบนอาหาร MS ร่วมกับซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ gelrite 0.3 เปอร์เซ็นต์ pH 5.7 ที่เติมสารชักนำให้เกิดราก คือ naphthalene acetic acid (NAA) หรือ paclobutrazol ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 μM บันทึกการเกิดรากหลังการเลี้ยง 3 เดือน

การทดลองที่ 2.3 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินต่อการชักนำการเกิดและการพัฒนาแคลลัสปาล์มน้ำมันด้วยเทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

นำคัพภะอ่อนของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1,2 และ 3 จากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน 2,4-D, dicamba และ picloram ที่ระดับความเข้มข้น 1, 1.5, 2, 2.5, 3 mg/l เพื่อศึกษาการเกิดและการพัฒนาของแคลลัสทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของแคลลัส จากนั้นนำแคลลัสที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินประกอบด้วย 2,4-D, dicamba และ picloram ที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1 mg/l เพื่อศึกษาการพัฒนาเป็น embyogenic callus ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักสดของแคลลัส และนำ embyogenic callus ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับ น้ำตาล Sorbitol ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.2 0.3 M เพื่อศึกษาการพัฒนาเป็น somatic embryo บันทึกผลลักษณะการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาของแคลลัส และนำ somatic embryo ที่ได้มา

เพาะเลี้ยงเพื่อศึกษาการพัฒนาของต้นและรากปาล์มน้ำมันบนอาหาร 3 สูตร ได้แก่ 1. สูตร MS ที่เติมผงถ่าน Activated charcoal 0.5 กรัมต่อลิตร 2. สูตร MS ที่เติม NAA 15 ไมโครโมลาร์ และ 3. สูตร MS ที่เติม NAA 15 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับผงถ่าน Activated charcoal 0.5 กรัมต่อลิตร แล้วศึกษาการปรับสภาพต้นปาล์มน้ำมันก่อนการปลูกในโรงเรือนโดยการลดระยะเวลาการให้แสง ซึ่งประกอบด้วย การให้แสงบนชั้นวางเพาะเลี้ยง 6 ชั่วโมงต่อวัน การให้แสงบนชั้นวางเพาะเลี้ยง 8 ชั่วโมงต่อวัน และการให้แสงตามเวลาปกติ 10 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกผลร้อยละของการรอดชีวิตของต้นปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 2.4 เครื่องหมายโมเลกุลในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและตรวจสอบปาล์มน้ำมันลูกผสมชนิดเทเนอรา

I. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปาล์มน้ำมัน

1. การคัดเลือก SSR primer ในการจำแนกและวิเคราะห์ความหลากหลายของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

2. จัดทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอของปาล์มน้ำมัน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

2.1 สกัดดีเอ็นเอ (ตามวิธีการในข้อ1.1) ของประชากรปาล์มน้ำมันที่ปลูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน สุราษฎร์ธานี รวม 471 พันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย

2.2 การขยายยีนในหลอดทดลอง

II. การค้นหาเครื่องหมายโมเลกุลสนิปส์ (SNP: Single Nucleotide Polymorphism) เพื่อจำแนกชนิดของปาล์มน้ำมัน

การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิดสนิปส์ ในการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับในเบสจีโนมิคดีเอ็นเอ บริเวณเป้าหมายที่เกิดการกลายพันธุ์แบบแทนที่ (Substitution) เพียงหนึ่งตำแหน่ง โดยใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันทั้งสามชนิด คือ พันธุ์แม่ชนิดดูรา พันธุ์พ่อชนิดพิสิเฟอราและพันธุ์ลูกผสมชนิดเทเนอราของ 10 กลุ่มพันธุกรรมคือ Deli Dura , DAMI, Ekona, Ghana, La Me, Nigeria, Tanzania, Yangambi AVROS และ Calarbar จำนวน 129 ตัวอย่างพันธุ์ ทำการสกัดดีเอ็นเอของใบปาล์ม ตามวิธี ในข้อ 1.1 ซึ่งดัดแปลงจาก Agrawal *et al.* (1992)

2.1 การทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ ขยายยีน MADS-box ของปาล์มน้ำมัน

2.2 การอ่านลำดับดีเอ็นเอ (DNA Sequencing) ของยีน MADS-box

2.3 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ระหว่างดีเอ็นเอมากกว่า 2 เส้น (Multiple Sequence Alignment) นำลำดับพันธุกรรมที่เป็นนิวคลีโอไทด์ของยีน MADS-box ที่อ่านได้ในข้อ 2.2 มาทำการเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่างกันของลำดับนิวคลีโอไทด์(เบส) โดยใช้โปรแกรม Clustal W2 โดยเปรียบเทียบทีละกลุ่มพันธุ์ เมื่อพบตำแหน่งของเบสตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปมีการเปลี่ยนแปลง (mutation) ในแต่ละชนิดของปาล์มน้ำมัน ทำการตรวจสอบจุดนั้นๆ เพื่อยืนยันซ้ำ โดยดูจากกราฟของลำดับนิวคลีโอไทด์ (electropherogram) อีกครั้งหนึ่ง เมื่อพบตำแหน่งสนิปส์ แล้วนำข้อมูลของสนิปส์และนิวคลีโอไทด์ที่เปลี่ยนไป มาออกแบบไพรเมอร์และโพรบสำหรับการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

III การตรวจสนิปส์เพื่อวิเคราะห์ชนิดของปาล์มน้ำมัน ด้วยเครื่อง Real Time PCR

3.1 การออกแบบไพรเมอร์และโพรบสำหรับตรวจสนิปส์

การออกแบบไพรเมอร์และโพรบ ใช้โปรแกรมของ TagMan probe and primer chemistry and design ของ Applied Biosystems

3.2 การตรวจแยกชนิดของปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

IV การพัฒนาวิธีการตรวจชนิดของปาล์มน้ำมันให้รวดเร็วขึ้น

เพื่อให้การตรวจชนิดของปาล์มน้ำมันทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น จึงได้นำชุดสกัดสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับเทคนิค Nested PCR ดังวิธีการต่อไปนี้

4.1 การสกัดดีเอ็นเอ

4.2 การทำ PCR เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ใช้เทคนิค Nested PCR เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

4.3 การตรวจวิเคราะห์สนิปส์แยกชนิดของปาล์มน้ำมัน ด้วย Real time PCR

V การพัฒนาวิธีตรวจสนิปส์เพื่อแยกชนิดของปาล์มน้ำมันด้วยเครื่อง PCR ทั่วไป

ออกแบบไพรเมอร์ชนิด allele specific PCR Primer สำหรับตรวจวิเคราะห์สนิปส์ 4 ตำแหน่ง คือ SNPDA, SNPENGC, SNPTaYa และ SNP LaAV โดยการออกแบบ Forward Primer ตัวสุดท้ายทางปลาย 3’ เป็นตำแหน่งสนิปส์และเปลี่ยนอีก 2 ตำแหน่งถัดมา ให้จับกับพันธุ์ที่เป็นชนิดดูรา ออกแบบไพรเมอร์ 3 เส้นลักษณะเดียวกัน แต่ทำการเปลี่ยนนิวคลีโอไทด์ใหม่ของไพรเมอร์ 3 ตัวสุดท้ายทางปลาย 3’ ให้จับกันกับตำแหน่ง สนิปส์ของปาล์มน้ำมันชนิดพิสิเฟอราอีก 3 เส้น ทำเช่นนี้ทุกตำแหน่งรวมออกแบบและสังเคราะห์ Forward primer 24 เส้น สำหรับ reverse primer ทำการออกแบบไว้คนละตำแหน่งโดยให้ผลผลิตของพีซีอาร์ของชนิดดูรา สั้นกว่าของชนิดพิสิเฟอรา เพื่อที่จะได้ตรวจสอบเทเนอราได้ง่ายขึ้น โดยใช้ agarose gel electrophoresis ทั่วไป

กิจกรรมที่ 3 การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ต่างๆ

ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้เริ่มการทดลองตั้งแต่ ปี 2554 โดยในแต่ละพื้นที่ปลูกไม่พร้อมกัน และวิธีวิจัยที่แตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ การบันทึกข้อมูลปฏิบัติตามแบบแผนงานปรับปรุงพันธุ์ โดยสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล 10 แห่ง ดังนี้ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่(มี 2 การทดลองย่อย คือแบบยกร่อง และ พื้นราบ) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนราธิวาส ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรรือเสาะ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท(ดงเกณฑ์หลวง) ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(โป่งน้อย) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคายศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ

บทสรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 หรือคู่ผสมหมายเลข 198 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4,458 กก./ไร่/ปี สูงกว่าทุกคู่ผสม และสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ประมาณ 30.2 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 14.7 ทะลาย/ต้น/ปีสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งให้จำนวนทะลาย 12.0 ทะลาย/ต้น/ปี สำหรับน้ำหนักทะลาย พบว่า ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 15.0 กก./ทะลาย ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีเปลือกนอกต่อผล กะลาต่อผล เนื้อในต่อผล และ น้ำมันต่อทะลาย 76.08, 11.34, 12.5 และ 22.3 เปอร์เซ็นต์ โดยเนื้อในต่อผล ซึ่งลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีคุณสมบัติของพันธุ์ในการให้เนื้อในที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราและสูงกว่าเกือบทุกคู่ผสม คือ มีเนื้อในต่อผลเฉลี่ย 12.5 เปอร์เซ็นต์

คู่ผสมหมายเลข 224 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 176.3 (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) หรือ 4,020 กก./ไร่/ปี สูงกว่าทุกคู่ผสม และสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ประมาณ 32.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังให้ผลผลิตทะลายสดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร คู่ผสมหมายเลข 224 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 14.5 ทะลาย/ต้น/ปีสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งให้จำนวนทะลาย 11.0 ทะลาย/ต้น/ปี สำหรับน้ำหนักทะลาย พบว่า คู่ผสมหมายเลข 224 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 14.6 กก./ทะลาย

คู่ผสมหมายเลข 303 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 165.5 (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) หรือ 3,773 กก./ไร่/ปี สูงกว่าทุกคู่ผสม และสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ประมาณ 23.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังให้ผลผลิตทะลายสดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร คู่ผสมหมายเลข 303 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 13.5 ทะลาย/ต้น/ปีสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งให้จำนวนทะลาย 11.0 ทะลาย/ต้น/ปี สำหรับน้ำหนักทะลาย พบว่า คู่ผสมหมายเลข 303 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 12.8 กก./ทะลาย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันของคู่ผสมหมายเลข 303 มี น้ำมันต่อทะลาย 23.8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักผลต่อทะลายประมาณ 72.86 เปอร์เซ็นต์ และมีเปลือกนอกสดต่อผล 86.5 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าทุกคู่ผสมซึ่งมีเปลือกนอกสดต่อผล 77–86 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะกะลาต่อผลพบว่าหมายเลข 303 มีเปลือกนอกต่อผลสูงและมีกะลาบาง 6.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติดีเด่นที่จะเสนอขอรับรองพันธุ์ต่อไป

แปลงที่ 4 คู่ผสมที่มีลักษณะดีเด่นและจัดเป็นกลุ่มที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงได้แก่ หมายเลข 21 และ 22 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 123.8-123.9 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีหรือ 2,824.9 -2,822.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ยพบว่า คู่ผสมหมายเลข 21 และ 20 มีจำนวนทะลาย 12.7 และ 11.5 ทะลายต่อปีมากกว่าคู่ผสมอื่นๆรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ คู่ผสมที่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูง

ได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 7 ส่วนคู่ผสมหมายเลข 21และ 22 มีน้ำหนักทะลายค่อนข้างน้อย แม้จะให้ผลผลิตทะลายสดสูง เนื่องจากมีจำนวนทะลายที่ค่อนข้างมาก

การทดสอบคู่ผสมแปลงที่ 5 BRD 044 สรุปว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 หรือคู่ผสมหมายเลข 17 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (อายุ 3-11 ปี) 186.8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีหรือ 4,259 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยมีประวัติพันธุ์เป็นคู่ผสม Deli x Yangambi รวมทั้งคู่ผสมหมายเลข 9 และ 25 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสด 164.6 และ 170.6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ยพบว่า คู่ผสมหมายเลข 17 มีจำนวน 13.8 ทะลายต่อปีสูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งรวมทั้งพันธุ์เปรียบเทียบ รองลงมาได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 9 มีจำนวนทะลาย 13.1 ทะลายต่อปี คู่ผสมที่มีน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงได้แก่ คู่ผสมหมายเลข 17 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 15.1 กิโลกรัมต่อทะลาย สูงกว่าคู่ผสมอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

กลุ่มที่ 6 (BRD 062) พบว่าคู่ผสมหมายเลข 13 และคู่ผสม 23 ซึ่งมีประวัติพันธุ์เป็นคู่ผสม Deli x DAMI ให้ผลผลิตทะลายสด 3,892.0 และ 3,864.6 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ โดยมีจำนวนทะลายเฉลี่ย 17.4 และ15.7 ทะลายต่อปี น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 10 และ 11.3 กิโลกรัมต่อทะลาย ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทะลาย คู่ผสมหมายเลข 13 ซึ่งให้ผลผลิตสูงมีน้ำหนักผลต่อทะลาย 77.9 เปอร์เซ็นต์ เปลือกนอกสดต่อผล 86.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันต่อทะลายพบว่า คู่ผสม หมายเลข 13 32.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกลักษณะอยู่ในระดับที่สูงตามเกณฑ์มาตรฐาน

การทดลองนี้ เมื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ดีเด่นจากการเปรียบเทียบคู่ผสม การดำเนินงานต่อไปจึงคัดเลือกต้นแม่พันธุ์และต้นพ่อพันธุ์ของคู่ผสมเหล่านั้น จากแปลงแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์ที่ได้ทำการผสมตัวเองและปลูกศึกษาเป็นรายต้นจากแปลง เพื่อดำเนินการผลิตพันธุ์ลูกผสมและขยายผลเพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ได้ใช้วิธีการคัดเลือกวงจรสลับและนำมาปรับใช้ (Modified reciprocal recurrent selection) ซึ่งเป็นการศึกษาคัดเลือกทั้งประชากรพ่อและแม่ และมีการทดสอบคู่ผสม (progeny test) ไปพร้อมๆกัน ผลการคัดเลือกได้ลูกผสมที่ดีเด่นจะบ่งชี้ความสามารถในการรวมตัวของพ่อแม่ได้ดี เมื่อทราบประวัติของพ่อแม่พันธุ์ของลูกผสมที่ดีเด่น ขั้นตอนต่อไปดำเนินการคัดเลือกต้นพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเทเนอรา (based on progeny test performance) จากการเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม พบว่าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 หรือคู่ผสมหมายเลข 198 ได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ 78/193D ในกลุ่ม Deli Dura กับ พ่อพันธุ์ 159/398T ในกลุ่ม Tanzania ผลปรากฏนี้เป็นข้อมูลบ่งชี้ความสามารถของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในการรวมตัวกันได้ดี ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ชนิดดูราจากประชากรสายพันธุ์ 78/193 D self กลุ่ม Deli Dura และคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ชนิดพิสิเฟอราจากประชากรสายพันธุ์ 159/398 T self ในกลุ่ม Tanzania ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกต้นพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เทเนอรา (D x P) พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 และเช่นเดียวกัน ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุ

ราษฎร์ธานี 8 หรือคู่ผสมหมายเลข 17 ซึ่งได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ 67/521D ในกลุ่ม Deli Dura กับ พ่อพันธุ์ 112/427T ในกลุ่ม Yangambi จึงทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ ชนิดดูราจากประชากรสายพันธุ์ 67/521D Self ในกลุ่ม Deli Dura และคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ชนิดพิสิเฟอราจากประชากรสายพันธุ์ 112/427T Self ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกต้นพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เทเนอรา (D x P) พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8

ปาล์มน้ำมันคู่ผสมหมายเลข 303 ซึ่งได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ 68/374D ในกลุ่ม Deli Dura กับ พ่อพันธุ์ 125/154T ในกลุ่ม DAMI-AVR0S จึงทำการคัดเลือกต้นแม่พันธุ์ดูรา จากประชากรสายพันธุ์ 68/374D Self ในกลุ่ม Deli Dura และคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ชนิดพิสิเฟอรา จากประชากรสายพันธุ์ 125/154T Self เป็นรายต้น ตามหลักเกณฑ์การคัดเลือกต้นพันธุ์เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เทเนอรา (D x P) ของคู่ผสมหมายเลข 303 เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

การคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่ดีเด่น พบว่า คู่ผสม 140/102T x122/1446T มีลักษณะของผลผลิตและองค์ประกอบทะลายผ่านเกณฑ์การเลือกคัดพันธุ์ซึ่งมาจากกลุ่ม Nigeria-YangambixCalabar-SP540 Derivate โดยประวัติลูกผสมเทเนอราที่ได้จากกลุ่มพ่อ Yangambi ให้ผลผลิตเร็ว ลำต้นแข็งแรงและฐานพันธุกรรมกว้าง (Rajanaidu *et al*., 2000) ลูกผสมเทเนอราที่ได้จากกลุ่มพ่อ Calabar เจริญเติบโตดีในสภาพแสงแดดน้อยและลักษณะสีผลแบบ virescens กลุ่มพ่อ SP540 Derivate ลักษณะการให้ผลผลิตสม่ำเสมอ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) จากการทดลองได้คัดสายพันธุ์ 140/102Tx122/1446T (GHA608:504TxC9023:73T,Nigeria-YangambixIRH629:316Tx HC129:1009P, Calabar–SP540 Derivate) และการคัดเลือกพ่อพันธุ์จะคัดเป็นรายต้นโดยเลือกลูกผสมเทเนอราที่มีผลผลิตทะลายสดสูงสุดจากกลุ่มประชากร คัดต้นหมายเลข 908 มี จำนวนทะลายเฉลี่ย 15 ทะลาย ผลผลิตเฉลี่ย 162.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (3.72 ตันต่อไร่ต่อปี) น้ำมันต่อทะลาย 30.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยและน้ำมันรวม 1.13 และ 7.90 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ลักษณะทางการเกษตร สีผิวผลแบบ virescens รูปร่างผลและทะลายเป็นรูปหยดน้ำ กะลาบาง ความสูงอยู่ในเกณฑ์ปกติ และคู่ผสม 140/102Tx112/427T 1446T (GHA608:504TxC9023:73T, Nigeria-Yangambi X C9023:73T Self, Yangambi) มีลักษณะและผลผลิตลำดับที่ 2 พบว่า หมายเลข 481 มี ทะลายเฉลี่ย 15 ทะลาย ผลผลิตเฉลี่ย 153.3 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (3.49 ตันต่อไร่ต่อปี) น้ำมันต่อทะลาย 30.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยและน้ำมันรวม 1.07 และ 7.50 ตันต่อไร่ ทำการผสมตัวเองสร้างประชากรพ่อพันธุ์ปาล์มน้ำมันสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์รอบที่ 3 เพื่อให้ได้ลูกผสมเทเนอราที่มีลักษณะดีกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ถึง 8

การคัดเลือกแม่พันธุ์ที่ดีเด่นจากกลุ่มประชากร 3 กลุ่มที่ผสมโดยวิธี Intercrossing โดยพิจารณาจากลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

กลุ่ม BRD032 กลุ่มแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงได้แก่ หมายเลข 188 199 และ 162 (167.5 155.4 และ 148.9 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ เฉลี่ยจากปีที่ 4-10) และขนาดทะลายเฉลี่ย

ใกล้เคียงกัน (16.5-17.4 กิโลกรัม) จำนวนทะลายเฉลี่ย 9-11 ทะลาย น้ำมันต่อทะลาย 21.1-26.7 เปอร์เซ็นต์ และจากการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 188 โดยผลผลิตเฉลี่ยต้องสูงกว่า 170 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 11.3-11.9 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 180 และ 170 กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 180-200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 9.33-14.6 ทะลายต่อต้นต่อปี สำหรับการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 199 โดยผลผลิตเฉลี่ยต้องสูงกว่า 170 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 9.11-12.6 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 357 784 610 และ 379

กลุ่ม BRD042 กลุ่มแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงได้แก่ หมายเลข 227 283 และ 278 (166.6 151.5 และ 150.9 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ตามลำดับ เฉลี่ยจากปีที่ 4-11) และขนาดทะลายเฉลี่ยปีที่ 11 ใกล้เคียงกัน (25.4-27.6 กิโลกรัม) เช่นเดียวกับจำนวนทะลายเฉลี่ย 9.4-10.6 ทะลาย น้ำมันต่อทะลาย 19.7-21.6 เปอร์เซ็นต์ และจากการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 227 โดยผลผลิตเฉลี่ยต้องสูงกว่า 170 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แบ่งได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 9.25-14.9 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 229 230 222 275 284 283 225 671 และ 221 สำหรับการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 283 โดยผลผลิตเฉลี่ยต้องสูงกว่า 170 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แบ่ง 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 11.1-12.5 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 885 390 และ 886 และการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 278 กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 10.5-16.1 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 454 519 517 และ 460

กลุ่ม BRD052 กลุ่มแม่พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงได้แก่ หมายเลข 305 (144.5 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เฉลี่ยจากปีที่ 4-10) และขนาดทะลายปีที่ 10 21.9 กิโลกรัม จำนวนทะลายเฉลี่ย 10.8 ทะลาย น้ำมันต่อทะลาย 20.6-23.7 เปอร์เซ็นต์ ความสูง 2.56 เมตร พื้นที่ใบ 10.9 ตารางเมตร ความยาวทางใบ 5.81 เมตร ณ ปีที่ 10 และจากการคัดเลือกรายต้นของแม่พันธุ์หมายเลข 305 โดยผลผลิตเฉลี่ยต้องสูงกว่า 170 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนทะลายเฉลี่ย 12.6-16.6 ทะลายต่อต้นต่อปีได้แก่ ต้นหมายเลข 351 342 496 497 350 343 361 และ 515 ได้แก่ แม่พันธุ์หมายเลข 301 หมายเลขต้น 427 แม่พันธุ์หมายเลข 302 หมายเลขต้น 438 470 และ 469 และแม่พันธุ์หมายเลข 308 หมายเลขต้น 432 433 และ 414

การเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามสปีชีส์ (*Elaeis guineensis* X *E. oleifera*) พบว่า คัพภะอ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม picloram ความเข้มข้น 1.5 2.0 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด 0.46 0.44 และ 0.42 กรัม

ตามลำดับ เมื่อนำแคลลัสที่ได้มาชักนำให้เกิดเอ็มบริโอจินิคแคลลัส พบว่า แคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ dicamba ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มในการพัฒนาเป็นเอ็มบริโอจินิคแคลลัสสูงสุด 35.0 และ 26.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีการพัฒนาเป็นโซมาติกเอ็มบริโอในอาหารสูตร MS ที่เติม dicamba 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 15.78 เปอร์เซ็นต์ และเติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 11.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีรูปแบบพัฒนาการ 3 ระยะ คือ รูปกลม รูปหัวใจ และระยะสร้างจาว โดยโซมาติกเอ็มบริโอสามารถพัฒนาเป็นยอดที่มีลักษณะรวมเป็นกระจุก 1-2 ยอด แต่ไม่ยืดยาวและไม่ปรากฏการเจริญของรากในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การชักนำให้เกิดแคลลัสจากส่วนต่างๆของปาล์มน้ำมันชนิด pisifera พบว่า สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีบนอาหาร MS ที่เติม dicamba ในระดับความเข้มข้นต่างกัน คัพภะอ่อนเกิดแคคลัสได้ 62.4 - 69.6 เปอร์เซ็นต์เมื่อเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม dicamba 5 -10 μM และช่อดอกอ่อนตัวเมียเกิดแคลลัสได้ 16.0 – 18.4 เปอร์เซ็นต์ บนอาหาร MS ที่เติม dicamba 10 – 15 μM การเพิ่มปริมาณแคลลัสบนอาหาร MS ที่ลดความเข้มข้นของ dicamba ลง พบว่า แคลลัสที่เกิดจากคัพภะอ่อนเพิ่มปริมาณได้ 6.9 - 7.0 เท่า เมื่อใช้ dicamba 2 - 4 μM และแคลลัสจากช่อดอกอ่อนเพิ่มได้ 3.8 เท่า เมื่อใช้ dicamba 2 μM ส่วนอัตราการเกิด embryogenic callus สูงสุด เท่ากับ 30.2 % จากแคลลัสที่เกิดจากคัพภะอ่อนบนอาหาร Y3 + NAA 10 μM + abscisic acid 2 μM รองลงมา คือ 10.5 % จากแคลลัสที่เกิดจากช่อดอกอ่อนบนอาหารชนิดเดียวกัน และ embryogenic callus สามารถพัฒนาเป็น somatic embryo บนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และต้นอ่อนที่ได้สามารถชักนำให้เกิดรากบนอาหาร MS ที่เติม paclobutrazol ที่ระดับ 20-40 μM

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินเพื่อลดระยะเวลาการเกิดและการพัฒนาของแคลลัสปาล์มน้ำมัน การพัฒนาเป็นยอดและรากของปาล์มน้ำมัน เมื่อเลี้ยงบนสูตร MS ร่วมกับการ เติมหรือไม่เติม NAA ความเข้มข้น 15 ไมโครโมลาร์ต่อลิตร และการเติมหรือไม่เติมผงถ่าน 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พันธุ์ โดยสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 15 ไมโครโมลาร์ต่อลิตร และมีการเติมผงถ่าน 0.5 กรัมต่อลิตร มีการพัฒนาเป็นส่วนยอดและรากได้ การนำต้นปาล์มน้ำมันมาปรับสภาพก่อนออกปลูกด้วยการลดระยะเวลาการให้แสงบนชั้นเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลา 6, 8 และ 10 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ต้นมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน เมื่อนำต้นปาล์มน้ำมันออกปลูกในสภาพโรงเรือน มีอัตราการรอดชีวิต คิดเป็นร้อยละ 11.11, 16.67 และ 18.18 ตามลำดับ

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและตรวจวิเคราะห์ชนิดของปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องหมายโมเลกุล ได้ทำการคัดเลือก SSR Markers 13 ตำแหน่ง ที่สามารถให้ความแตกต่างของประชากรปาล์มน้ำมัน 10 กลุ่มพันธุ์คือ Deli Dura, AVROS, Yangambi, Nigeria, Calarbar, Ghana, Ekona, DAMI, Tanzania และ La Me พบว่า กลุ่มพันธุ์พ่อที่มีความแตกต่างจากกลุ่มพันธุ์

แม่และพ่ออื่นๆมากที่สุดคือ La Me รองลงมาได้แก่ Calarbar, Nigeria, Tanzania และ Ghana กลุ่มพันธุ์ AVROS มีพันธุกรรมคล้ายพันธุ์แม่ Deli Dura มากที่สุด รองลงมาคือ DAMI นอกจากนั้นได้ศึกษาพันธุกรรมของประชากร Deli Dura และลูกผสมต่างสปีชีส์ของ *Elaeis guineensis* กับ *E.oleifera* โดยใช้ SSR Markers 32 ตำแหน่งเพิ่มเติม ข้อมูลที่ได้สามารถใช้จำแนกกลุ่มพันธุ์ทั้งหมดออกจากกันได้และพบว่าไพรเมอร์ mEgCIR 3428, mEgCIR 3519 และ mEgCIR 0874 เพียงพอที่จะใช้จำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 1-8 ได้ สำหรับการวิเคราะห์ชนิดของปาล์มน้ำมัน ทำการอ่านและเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน MADS-box ทั้งชนิดดูรา พิสิเฟอรา และเทเนอรา ของ 10 กลุ่มพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น จำนวน 129 ตัวอย่าง พบสนิปส์ที่สามารถแยกชนิดของปาล์มน้ำมันได้ คือ SNPENGC (T/C) ใน Ekona Ghana Nigeria และ Calarbar, SNPTaYa (A/T) ใน Tanzania Yangambi, SNPDA (C/G) ใน DAMI , SNPLaAV (C/A) ใน La Me และ AVROS, SNPTan (C/G)ใน Tanzania จากข้อมูล SNP ที่พบ ได้พัฒนาไพรเมอร์และโพรบจำนวน 4 ชุด สำหรับตรวจสอบชนิดของปาล์มน้ำมันได้แม่นยำและรวดเร็ว ด้วยเครื่อง Real-time PCR และพัฒนาไพรเมอร์ที่ใช้กับเครื่อง PCR ทั่วไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจควบคุมคุณภาพกล้าปาล์มน้ำมันและคัดเลือกต้นพ่อพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมที่ 3 การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ต่างๆ

ได้ข้อมูลพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับในแต่ละพื้นที่ แต่ละภูมิภาค เพื่อให้เกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีผลผลิตไม่น้อยกว่า 3 ตันต่อไร่ต่อปี ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสมของในแต่ละพื้นที่ ดังนี้

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคใต้ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีศักยภาพสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับเป้าหมาย 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี สอดคล้องกันทั้งที่ ศวป.กระบี่ และ ศวพ.รือเสาะ

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคกลาง พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 3 ให้จำนวนทะลายต่อต้น 9.0 และ 9.1 ทะลายต่อต้น ผลผลิตทะลายสดต่อต้นสะสมทั้งปี 77.3 และ 77.0 ทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 8.7 และ 8.8 กิโลกรัมต่อทะลาย และ ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ดีที่สุด 1,761 และ 1,756 กิโลกรัมต่อไร่

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออก พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด 4,109.3 กิโลกรัม/ไร่/ปี รองลงมาคือลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 3,873.7 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพันธุ์มีแนวโน้มเป็นพันธุ์ปลูกที่เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออก เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีให้ผลผลิตทะลายและจำนวนทะลายสูง

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 2 และ 5 ให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสูงกว่า 3.50 ตันต่อไร่

ต่อปี ทั้งที่ ศวพ.หนองคาย ศวร.อุบลราชธานี และ ศวพ.กาฬสินธุ์ ส่วนที่ ศวส.ศรีสะเกษ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลผลิตต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคเหนือ พบว่า การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 Ekona x Bamenda และ Ekona x Tanzania ที่ศวกล.เชียงใหม่ ทั้ง 3 พันธุ์ค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกในพื้นราบทั่วไป ในขณะที่ศวพ.พิจิตร มีการเจริญเติบโตตามปกติ ทั้งพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบทางใบที่ 17 ส่วนผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปีปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ของทั้งที่ศวกล.เชียงใหม่ และ ศวพ.พิจิตร ค่อนข้างต่ำ ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อไร่ต่อปีต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

Research and Development Oil Palm Production Technology

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน เกริกชัย ธนรักษ์ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย ปัญจพร เลิศรัตน์ บุญณิศา ฆังคมณี
ชญาดา ดวงวิเชียร อรุณี ใจเถิง จิราพรรณ สุขชิต วรกร สิทธิพงษ์ บุญเหลือ ศรีมุงคุณ
ชัชธนพร เกื้อหนุน สุปรานี มั่นหมาย จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ ณัฐพร ประคองเก็บ
รมิดา ขันตรีกรม พุฒนา รุ่งระวี จันทรา บดีศร ไกรศร ตาวงศ์ อุไรวรรณ นาสพัฒน์ กาญจนา ทองนะ
พสุ สกุลอารีวัฒนา ธวัชชัย นิ่มกิ่งรัตน์ นิตยา คงสวัสดิ์ ขูศักดิ์ สัจจพงษ์ ประภาส แยบยน
ชนินทร ดวงสะอาด พรพิมล อธิปัญญาคม จรัญญา ปิ่นสุภา สิริชัย สาธุวิจารณ์ ยิ่งนิยม ริยาพันธ์
พิพัฒน์ เชี่ยงหลิว สุจิตรา พรหมเชื้อ วัชรี ศรีรักษา พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ วุฒิพล จันทร์สระคู
กลวัชร ทิมินกุล เวียง อากรชี คุรุวรรณ์ ภามาตย์ พัชราพร หนูวิสัย สุธีรา ถาวรรัตน์
จินตนาพร โคตรสมบัติ สุรกิตติ ศรีกุล อรพิน หนูทอง จิตติลักษณ์ เหมะ อาพร คงอิสโร สมคิด ดำน้อย

คำสำคัญ

ปาล์มน้ำมัน, เทคโนโลยีการผลิต การจัดการธาตุอาหาร การจัดการน้ำ สรีรวิทยา อารักขาพืช วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว การแปรรูป การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบทะลาย อัตราการสังเคราะห์แสง ค่านำไหลปากใบ แรงดึงระเหยน้ำ โรคลำต้นเน่า เชื้อปฏิปักษ์ เชื้อราเอ็นโดไฟท์ ชีววิธี วี-เอ ไมคอร์ไรซา การจัดการวัชพืช สารกำจัดวัชพืช การพัฒนาฐานข้อมูล คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทะลายปาล์มน้ำมัน ปริมาณน้ำมัน

บทคัดย่อ

การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันโดยการจัดการธาตุอาหาร** การจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* พบว่า ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.35-3.35 ตันต่อไร่ต่อปี สำหรับผลการจัดการธาตุอาหารระดับบริษัทพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.64 และเกษตรกรที่ปฏิบัติตามคำแนะนำสามารถรักษาผลผลิตให้คงที่ โดยมีผลผลิตกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี ตามคุณสมบัติ ศักยภาพและข้อจำกัดของดิน **การศึกษาการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันกับพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตในภาคใต้ตอนบน** โดยประเมินอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินใบ ร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่ควรชดเชยจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการสูญเสียธาตุอาหารจากขบวนการต่างๆ ในดิน ณ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ระหว่างปี 2554-2557 เปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยตามที่เกษตรกรปฏิบัติพบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกัน และไม่กระทบต่อความสมบูรณ์ดิน แต่ลดค่าใช้จ่ายปุ๋ยเคมี 12-16 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีผลตอบแทนการผลิตสูงกว่าวิธีของเกษตรกร **การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน** พบว่า ***ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน*** การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ***ปาล์มน้ำมัน***

ปลูกใหม่ การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งทั้ง 2 ช่วงอายุช่วยลดต้นทุนปุ๋ยเคมีลง 50 เปอร์เซ็นต์ ***ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปีขึ้นไป*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยชีวภาพอย่างเดียว ดังนั้นในปาล์มน้ำมันอายุมาก จึงควรใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ **การใช้แหนแดงในสวนปาล์มน้ำมันปลูกใหม่** พบว่า การใช้การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (ลดไนโตรเจนลง 25 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับแหนแดง ปริมาณธาตุอาหารในใบอยู่ในช่วงเหมาะสมและการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ **เทคนิคการให้ธาตุอาหารทางลำต้นปาล์มน้ำมันทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน** พบว่า การให้ธาตุอาหารทางลำต้นสามารถทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดินเฉพาะการเจริญเติบโต ในขณะที่ผลผลิตกลับลดลงเมื่อเทียบกับ yield Profile สำหรับ**การให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7** ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีพบว่า การให้น้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโต ช่อดอกและผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำในช่วงแล้งให้ผลผลิต 3.75-4.29 ตันต่อไร่ต่อปี และปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝนให้ผลผลิต 1.99 และ 3.13 ตันต่อไร่ต่อปี ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และไม่พบอิทธิพลของอัตราปุ๋ย สำหรับการตอบสนองทางสรีรวิทยาพบว่า การให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำและปุ๋ย 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและศักยภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่า จำนวนปากใบและประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการอาศัยน้ำฝนและปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ **การจัดการน้ำปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย พบว่า การเจริญเติบโต ช่อดอกและอัตราส่วนเพศไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำปาล์มน้ำมันอายุ 7-8 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.34 ตันต่อไร่ต่อปี สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน 19.9 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในงานวิจัยด้านปาล์มน้ำมันจึงมี **การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน** พบว่า ขนาดแปลงมาตรฐานเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตอย่างน้อย 8 ต้นต่อแปลง สำหรับผลผลิตอย่างน้อย 12 ต้นต่อแปลง และจากการ**ศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย** เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ดิน-น้ำ-พืช การปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และพัฒนาเป็นคู่มือการจัดการดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันต่อไป สามารถรวบรวมลักษณะและสมบัติของดินที่ปลูกปาล์มน้ำมันใน *ภาคใต้ 13 บริเวณ* ประกอบด้วยชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง ชุดดินผักกาด ชุดดินคอหงส์ ชุดดินเขาขาด ชุดดินกระบี่ ชุดดินหลังสวน ชุดดินลำภูรา ชุดดินชุมพร ชุดดินบางสะพานและชุดดินท่าแซะ *ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10 บริเวณ* เป็นชุดดินโพน

งาม ชุดดินเลย ชุดดินลพบุรี ชุดดินลพบุรี (ที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล) ชุดดินวาริน ชุดดินโคราช ชุดดินเพ็ญ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินนครพนม และชุดดินโพนพิสัย *ภาคกลางและตะวันออก 12 บริเวณ* โดย*ภาคกลาง*เป็นชุดดินบางน้ำเปรี้ยว ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินองครักษ์ และชุดดินรังสิต *ภาคตะวันออก*เป็นชุดดินชะอำ ชุดดินคลองซากและชุดดินผักกาด *ภาคเหนือ* 8 บริเวณ เป็นชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินสรรพยา ชุดดินลี้ ชุดดินเรณู ชุดดินบางมูลนาก ชุดดินลำปาง ชุดดินอุตรดิตถ์ *และภาคตะวันตก 4 บริเวณ* เป็นชุดดินท่าม่วง ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน ชุดดินหุบกะพง และชุดดินลาดหญ้า และจาก**การศึกษาสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของต้นปาล์มน้ำมัน** โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมขังนาน 120 วัน ให้กับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 8 12 18 และ 24 เดือน พบว่า ปาล์มน้ำมันสามารถทนต่อสภาวะน้ำท่วมขังนาน 30 วัน โดยต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่านำไหลปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ จำนวนปากใบ การเจริญเติบโต น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นและรากสูงกว่า และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 8 12 และ 18 เดือน สำหรับ**การฟื้นฟูความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมันที่ขาดการดูแลรักษา** พบว่า การใส่ทะลายเปล่า 150 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของการประเมินด้วยผลวิเคราะห์ใบ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 10-12 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.78 ตันต่อไร่ต่อปี สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามผลวิเคราะห์ใบ และการใช้ทะลายเปล่า 300 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี 13.2 และ 20.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีได้

การวิจัยด้านอารักขาปาล์มน้ำมัน **การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยชีววิธี** ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อเห็ด *G. boninense* พบว่า เชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 จากกิ่งกระถินเทพามีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* ในห้องปฏิบัติการสูงสุด และเชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 และ *Trichoderma* St-Te-5 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญและควบคุมการเกิดโรคลำต้นเน่าของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้สูงสุด และจากการรวบรวมและจำแนกราวี-เอไมคอร์ไรซา 4 สกุล ได้แก่ *Acaulospora* 11 ไอโซเลท *Gigaspora* 2 ไอโซเลท *Glomus* 32 ไอโซเลท และ *Scutellospora* 11 ไอโซเลท **การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก** พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชพ่นรอบโคนต้นปาล์มน้ำมัน ควรใช้สารในปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปีขึ้นไปสารกำจัดวัชพืชที่ปลอดภัยเมื่อเวลาพ่นแล้วไปถูกต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการเป็นพิษและไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตได้แก่ atrazine อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ pendimetaline อัตรา 264 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ acetochlor อัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี **การทดสอบสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอกต่อปาล์มน้ำมัน** พบว่า *ในสภาพสวน* paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ fluroxypyr มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดี โดย paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ ametryn ควบคุมวัชพืชใบแคบ ใบกว้างและกกได้ดี haloxyfop-R-methyl, quizalofop-p-ethyl และ fenoxaprop-p-ethyl ควบคุมวัชพืชใบแคบได้ดี และ 2,4-D ควบคุมวัชพืชใบกว้างได้ดี

วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม** พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ให้น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยทุกช่วงอายุมีค่า 19.0-19.9 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำมันต่อทะลายมีค่าต่ำมากช่วงมีนาคม-เมษายน และสิงหาคม ซึ่งเป็นผลจากทะลายอายุ 18-21 WAA ในขณะที่ทะลายอายุ 22-23 WAA ไม่พบว่ามีค่าต่ำในช่วงดังกล่าว จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระ, ค่า DOBI, วิตามินเอ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์ม พบว่า ช่วงแล้งไม่มีผลต่ออัตราการสะสมน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มน้ำมันดิบ, กึ่งสุก และสุก และน้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยในรอบปีของทะลายปาล์มสุก กึ่งสุกและดิบมีค่า 27.1, 25.6 และ 24.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า กรดไขมันอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์มน้ำมัน สำหรับค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีค่าใกล้เคียงกัน **การวิจัยและพัฒนาชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดทะลายปาล์มน้ำมัน** ชุดให้ความร้อนเชิงพาณิชย์ ห้องอบลมร้อนขนาดกว้าง ๒.๔๔x๒.๔๔x๒ เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อลมร้อนและท่อลมระบายทิ้ง ๒๐ และ ๑๕.๒๔ เซนติเมตร ใช้พัดลมแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ เซนติเมตร ปรับความเร็วลมและกระจายลมในห้องอบ โดยใช้หัวพ่นแก๊ส ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ควบคุมอุณหภูมิในห้องอบด้วยหัววัดอุณหภูมิและควบคุมการจ่ายแก๊สหุงต้มผ่านตู้ควบคุม **การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์ม** สำหรับเป็นทางเลือกให้เกษตรกรลดค่าขนส่ง เพิ่มราคาจำหน่ายผลปาล์ม และสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่ต้องการแยกผลปาล์มจากทะลาย โดยเครื่องต้นแบบประกอบด้วย ถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร ภายในถังมีซี่แยกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตรที่ปรับความยาวได้ติดโดยรอบ ฐานหมุนเป็นกรวยปากตัด หมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ สลับทิศทางหมุนได้ ผลการทดสอบพบว่าความยาวซี่แยก 5 เซนติเมตร ความเร็ว 85 รอบต่อนาที ทำงานได้ 1.0 - 1.3 ตันต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการแยกผลปาล์ม 90-93.5 เปอร์เซ็นต์ **การวิจัยและพัฒนาเตาผลิตก๊าซโดยใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุเชื้อเพลิง** ใช้หลักการแก๊สซิฟิเคชั่นและสร้างเตาแบบไหลลงด้านล่าง พบว่า ปริมาณก๊าซที่ได้มีอัตราการไหลไม่คงที่ ถ่านกะลาปาล์มสุกไม่สม่ำเสมอ โดยต้องปรับปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณแก๊สและถ่านขึ้นกับอัตราการป้อนกะลาปาล์มและระยะเวลาการกักเก็บในห้องเผาไหม้ซึ่งควบคุมได้โดยการดึงถ่าน/ขี้เถ้าออกด้านล่าง

การทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน **การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในแปลงเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน** ดำเนินการในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และกระบี่ ระหว่างปี 2556-2558 พบว่า สภาพพื้นที่ ดิน และภูมิอากาศส่วนใหญ่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีความ

ยาวทางใบ หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อยและพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก **ทดสอบการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน** ดำเนินการในแปลงปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกร จังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ 2 กรรมวิธี คือ การให้ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร และการให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของกลุ่มเกษตรกร 2 พื้นที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนการให้ปุ๋ยทั้ง 2 ปีของกลุ่มเกษตรกร 2 พื้นที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis*Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และเป็นพืช Zero Waste เนื่องจากทุกส่วนของปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด แม้แต่ผลพลอยได้ในกระบวนการอุตสาหกรรมการสกัดและการกลั่นน้ำมันปาล์ม รวมถึงอุตสาหกรรมโอลิโอเคมิคอล จากศักยภาพต่างๆ ที่กล่าวมา ส่งผลให้พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 10.34 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2520 เป็น 107.8 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2555 (FAO, 2014) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (40.6 และ 27.3 ล้านไร่ ตามลำดับ) สำหรับประเทศไทย ผลจากการดำเนินการตามยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันที่ต้องการเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้บริโภค ส่งออกและเป็นแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยตั้งเป้าขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2572 การขยายพื้นที่ปลูกจึงเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยในปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศเพิ่มเป็น 4.50 ล้านไร่ ซึ่งเป็นเนื้อที่ให้ผลผลิต 4.03 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) และพื้นที่ปลูกมีการขยายตัวจากภาคใต้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เหมาะสมไปสู่ภาคต่างๆ ทั่วประเทศ โดยแต่ละพื้นที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน มากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณและการกระจายตัวของฝน ความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพภูมิอากาศ จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยปีพ.ศ. 2556 ในภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ กลางและใต้มีค่า 753, 1,087, 2,585 และ 3,397 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ และในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า ทั่วโลกประสบกับภาวะโลกร้อน (Global warming) ส่งผลให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในหลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน การขยับเลื่อนของฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิซึ่งมีค่าสูงขึ้นทุกปี รวมถึงการเปลี่ยนแปลงความถี่และความรุนแรงของสภาวะอากาศ เป็นต้น ส่งผลให้ระบบนิเวศได้รับผลกระทบและมีผลกระทบต่อการผลิตพืชเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันซึ่งมีกระบวนการพัฒนาของผลผลิตตั้งแต่กำเนิดตาดอกถึงทะลายสุกนาน 39-40 เดือน และกระบวนการดังกล่าวหมุนเวียนต่อเนื่องตลอดปี ดังนั้นการที่จะให้ปาล์มน้ำมันแสดงออกถึงศักยภาพของพันธุ์ได้อย่างเต็มที่ทั้งการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต, การรักษาระดับการให้ผลผลิตสูงได้เป็นเวลานานอย่างยั่งยืน ตลอดถึงการลดต้นทุนการผลิตจึงต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมและคุ้มค่า เช่น การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม มีการจัดการน้ำที่ดีเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์

สูงสุด รวมถึงศักยภาพการใช้พื้นที่และประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารซึ่งเป็นต้นทุนที่สูง และจำเป็นต้องศึกษาการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นกระบวนการแรกของพืชที่แสดงให้เห็นเมื่อพืชมีความเครียดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถรับมือหรือเตรียมการได้ทันท่วงทีในช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีความเครียด

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตสูง ให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันด้วยกัน ผลจากการให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปีทำให้ต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตตลอดปี และมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปกับผลผลิตในปริมาณมาก จากการสำรวจพบว่า ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 35-60% ของต้นทุน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการธาตุอาหาร เป็นเหตุให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่ำกว่าศักยภาพ ประกอบกับปุ๋ยเคมีมีราคาแพงจึงส่งผลต่อต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันต้องการน้ำฝนเฉลี่ย 1,800-2,200 มิลลิเมตรต่อปี หรือคิดเป็น 5-6 มิลลิเมตรต่อวัน และมีการกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอตลอดปี หรือมีการขาดน้ำน้อยกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับฝนที่พอเพียงจะช่วยให้กระบวนการสังเคราะห์แสงสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพสูง และส่งผลให้การพัฒนาของทะลายเป็นไปได้อย่างดี สามารถสังเคราะห์น้ำมันได้อย่างเต็มที่และมีสัดส่วนของน้ำมันต่อทะลายสูง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ แต่ในกรณีที่มีช่วงแล้งยาวนานจะมีผลทำให้ใบปาล์มน้ำมันที่เกิดใหม่มีการพัฒนาช้า จำนวนทางใบและช่อดอกตัวเมียลดลงและส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงการให้ผลผลิต นอกจากนั้นปริมาณน้ำยังมีผลต่อการผสมเกสรและส่งผลต่อเนื่องถึงคุณภาพทะลาย ดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณฝนหรือมีฝนทิ้งช่วงนานจำเป็นต้องให้น้ำในช่วงแล้งเพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่เนื่องจากแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทั้งคุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝนและภาวะฝนทิ้งช่วง จึงต้องศึกษาเกี่ยวกับการจัดการน้ำและธาตุอาหารปาล์มน้ำมันในช่วงแล้ง เพื่อให้ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างยั่งยืนและเต็มที่ตามศักยภาพของพันธุ์ โดยคำนึงถึงศักยภาพการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรจะได้รับจากการจัดการที่เหมาะสม จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นถึง 112,796 ไร่ โดยปาล์มน้ำมันดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และการจัดการของเกษตรกร การปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ดังกล่าวให้ได้ผลดีจึงต้องจัดการทั้งธาตุอาหารและน้ำ เพื่อให้ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อแนะนำเกษตรกร

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณฝนที่น้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเลื่อนของฤดูกาลฯ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงต่อเนื่องหลายปี (พ.ศ. 2556-2558) โดยบางปีผลผลิตลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยผลกระทบที่ปาล์มน้ำมันได้รับแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ขึ้นกับความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ได้รับ การผลิตปาล์มน้ำมันปัจจุบันจึงต้องเตรียมความพร้อมและจัดการการผลิตให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงมีความจำเป็นต้องศึกษากระบวนการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความเครียดลำดับแรกของปาล์มน้ำมันต่อการจัดการที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อให้เข้าใจปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ การคายน้ำ และค่านำไหลปากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างอาหารและพลังงานแก่ปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จากการศึกษาพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาต่อการจัดการและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับการจัดการน้ำและธาตุอาหารที่ดี สามารถสังเคราะห์แสงและมีประสิทธิภาพการใช้แสงในอัตราที่สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่มีจัดการที่ไม่เหมาะสม 25 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับความเข้มแสงที่ทำให้เกิดอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด (light saturation point, lsp) พบว่า การจัดการที่ดีทำให้ค่า lsp สูงกว่า 2 เท่า ทำให้ปาล์มน้ำมันมีศักยภาพในการใช้แสงที่ดีกว่า (วิชณีย์ และคณะ, 2556) และส่งผลต่อศักยภาพในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

จากรายงานของกรมการค้าภายใน (2552) พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทยระหว่างปี 2547-2551 มีค่า 2.40-3.22 ตันต่อไร่ต่อปี หรือคิดเป็นน้ำมันเฉลี่ย 0.45 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ในขณะที่ประเทศปาปัวนิวกีนีมีประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มสูงสุด 0.69 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาคือ มาเลเซีย โคลัมเบีย และอินโดนีเซีย (0.64 0.61 และ 0.48 ตันต่อไร่ต่อปี) (Baskett *et. al.,* 2008) และจากข้อมูลสถิติปาล์มน้ำมันของไทยและมาเลเซียในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ผลผลิตทะลายเฉลี่ยไทยและมาเลเซียมีค่าใกล้เคียงกันมาก (3.22 และ 3.23 ตันต่อไร่ต่อปี) แต่ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันของไทยต่ำกว่ามาเลเซีย 3.39% (16.66% และ 20.05% ตามลำดับ) ซึ่งส่วนต่างดังกล่าวส่งผลต่อต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มของไทยที่สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน รวมถึงราคาที่เกษตรกรจะได้รับจากการขายผลผลิตซึ่งต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จากการคำนวณรายได้ส่วนต่างของอัตราการสกัดน้ำมันปี 2551 ที่ไทยควรจะได้รับหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มเป็น 20% พบว่า มีมูลค่าสูงถึง 9,093 ล้านบาท นี่คือเหตุผลสำคัญที่ควรจะมีนโยบายหรือมาตรการที่จริงจังและปฏิบัติได้ในการจัดการระบบการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน โดยมีการต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานขององค์ประกอบทะลาย ปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มน้ำมันที่มีระยะการพัฒนาความสุกแตกต่างกันตั้งแต่ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน และระดับความสุกของ

ทะลาย 3 ระดับ รวมถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อคุณภาพทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อประกอบการจัดการที่เหมาะสมในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มให้แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมถึงการลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน และสามารถแข่งขันได้ในภาวะที่มีการเปิดเสรีทางการค้าในภูมิภาคอาเซี่ยน

สำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมัน แต่ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย เพราะนโยบายทางภาครัฐไม่ชัดเจนและขาดแรงจูงใจ ปัญหาที่ตามมาคือเมื่อผลผลิตปาล์มน้ำมันเหล่านี้ออกมาสู่ท้องตลาด โรงงานหีบน้ำมันปาล์มดิบขนาดเล็กที่เพิ่งเริ่มมีการผลิตในพื้นที่ไม่สามารถรองรับผลผลิตที่มีไม่เพียงพอได้ เพราะพื้นที่ปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันน้อยเกินกว่าจะคุ้มค่าการลงทุนสร้างโรงงานหีบน้ำมันปาล์มดิบขนาดใหญ่ได้ เกษตรกรจึงต้องขายผลผลิตในราคาต่ำเพื่อส่งเข้าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในเขตพื้นที่อื่นที่มีโรงงานตั้งอยู่ เนื่องจากมีต้นทุนเพิ่มตามระยะทางการขนส่ง การผลิตปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปัจจุบันยังเป็นปัญหาการไม่มีตลาดรับซื้อรองรับ มีเพียงพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อไปส่งต่อยังโรงงานสกัดน้ำมันที่ จ.ชลบุรี ในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคอีสานบางส่วนเลือกที่จะไม่ตัดปาล์มขายเพราะว่าไม่คุ้มทุน บางพื้นที่แม้จะมีความพยายามในด้านการแปรรูปผลผลิต โดยการรับซื้อปาล์มมาสกัดน้ำมันผลิตไบโอดีเซล ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ก็มีต้นทุนการผลิตที่แพง ซึ่งไม่เหมาะกับเทคโนโลยีที่เกษตรกรรายย่อยจะสามารถกระทำได้ หรือการทำให้เป็นไบโอดีเซลเพื่อใช้ในรถไถเดินตาม หรือเครื่องยนต์ทางการเกษตรต่างๆ ก็ต้องใช้ความรู้และเทคนิคเพิ่มขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง

การผลิตน้ำมันปาล์มดิบสำหรับชุมชนขนาดเล็กจะมีขั้นตอนต่างๆ ในขบวนการผลิตคือ เริ่มจากการนำทะลายปาล์มสดไปบ่มเพื่อให้ผลปาล์มหลุดจากทะลายปาล์มได้ง่าย แล้วจึงนำทะลายมาสับและปลิดผลปาล์มออกมา จากนั้นจะนำผลปาล์มไปนึ่ง เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งการเกิดกรดไขมันอิสระ แล้วจึงนำผลปาล์มไปหีบเพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มดิบ โดยในกระบวนการผลิตโรงงานหีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กจะแยกผลปาล์มจากทะลายก่อนที่จะส่งไปให้ความร้อน ขณะที่ระบบให้ความร้อนแบบไอน้ำของโรงงานขนาดใหญ่จะแยกผลปาล์มหลังจากได้รับความร้อนเพื่อทำให้ผลหลุดง่ายขึ้น (วิชณีย์, 2547) สำหรับวิธีการปลิดผลปาล์มน้ำมันโดยใช้แรงงานคนปกตินิยมใช้มีดหรือขวานในการสับให้ผลปาล์มน้ำมันร่วงออกจากขั้วทะลาย วิธีนี้ปลิดผลปาล์มได้ช้า ผลผลิตต่อหน่วยต่ำ ผลปาล์มน้ำมันที่ได้มีตำหนิมาก คือ ถูกผ่าซีกถึงแกนเนื้อปาล์มน้ำมัน ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ง่าย จากเหตุผลข้างต้นประกอบกับมีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลา และเกิดความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวแนวความคิดสร้างเครื่องมือแยกผลปาล์มและชุดให้ความร้อน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้สำหรับลดค่าขนส่งและขายผลปาล์มคุณภาพ (ผ่านการอบลมร้อน) ในราคาที่สูงขึ้น และเป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่ต้องแยกผลปาล์มก่อนเข้ากระบวนการผลิต ลด

ต้นทุนการผลิต และเพิ่มมูลค่าของผลผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มและชุดให้ความร้อนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กะลาปาล์มเป็นของเสียที่ยากที่สุดในการกำจัด การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงต้องดัดแปลงเตาเผาโรงงานจึงไม่นิยมใช้ กะลาปาล์มประกอบด้วยคาร์บอน 20%, Volatile matter 70%, เถ้า 4% และความชื้น 6% ค่าพลังงานความร้อนของกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม 18,267 กิโลจูล (บุญเรือน, 2543) ภัทรา (2540) วิเคราะห์คุณสมบัติกะลาปาล์มพบว่า มีความชื้น 11.87 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 2.2 เปอร์เซ็นต์ สารระเหย 69.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนคงตัว 16.1 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 12.2 ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อนำมาผ่านกระบวนการคาร์โบไนซ์เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และกระตุ้นถ่านกะลาปาล์มให้เป็นถ่านกัมมันต์ที่ 900 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง ถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีค่าการดูดซับไอโอดีนและเมทธิลีนบลู 362.24 และ 10.54 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ พื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 378.1 ตารางเมตรต่อกรัม ขนาดของถ่านที่เหมาะสมในการกระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่งคือ 0.355-0.85 มิลลิเมตร โดยการกระตุ้นที่เวลานานกว่า 1 ชั่วโมง ไม่ทำให้พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์มีค่าสูงขึ้น ยกเว้นกรณีกระตุ้นด้วยไอน้ำนานเกิน 3 ชั่วโมง พื้นที่ผิวจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วเกิดการยุบตัวของโครงสร้าง ทำให้พื้นที่ผิวและค่าการดูดซับลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (บุญเรือน, 2543)

วัตถุประสงค์

1. ให้ได้เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหาร, การจัดการน้ำ และการอารักขาปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับการผลิตปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถเพิ่มผลผลิตจาก 3.5 ตันต่อไร่ต่อปีเป็นไม่ต่ำกว่า 4.5 ตันต่อไร่ต่อปีและลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูงสุดและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

2. ให้ได้เทคโนโลยีวิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิตน้ำมันปาล์มจาก 0.55 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นไม่ต่ำกว่า 0.80 ตันต่อไร่ต่อปี

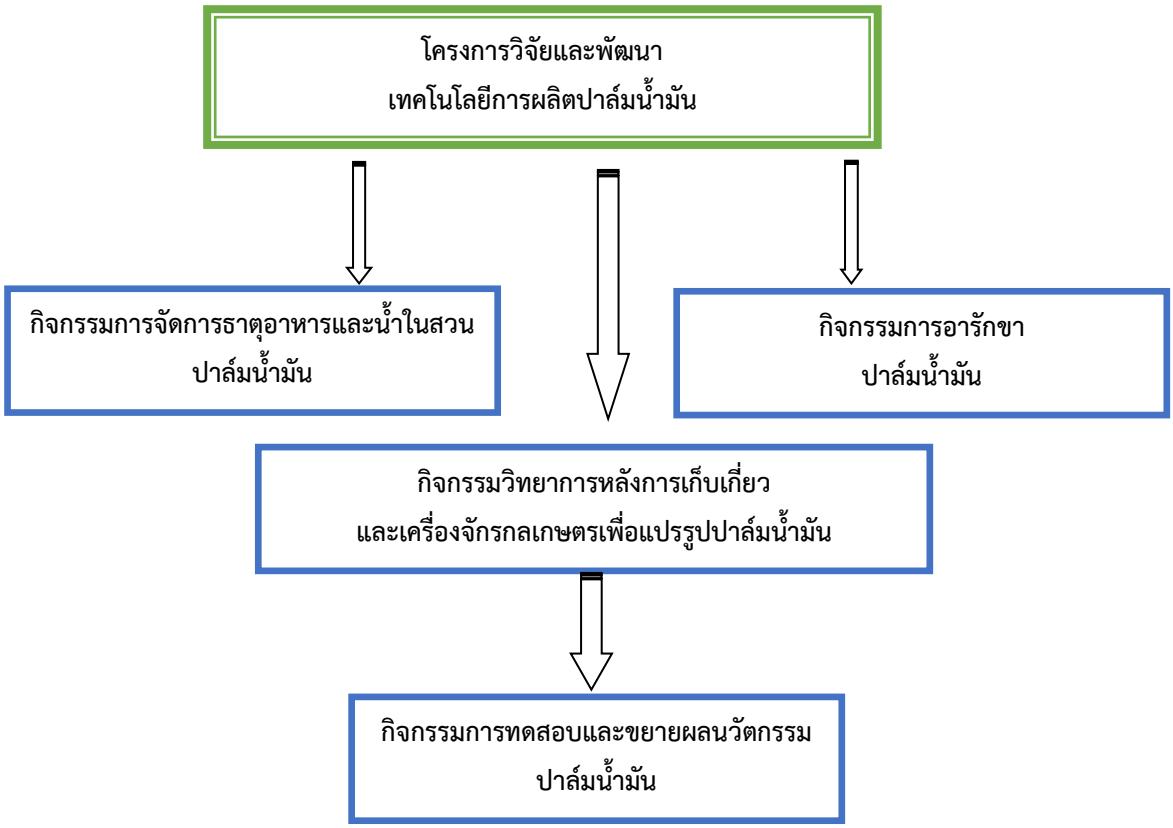
3. ให้ได้ชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ และเตาผลิตกาซชีวภาพจากสิ่งเหลือใช้ในโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน

4. เพื่อขยายผลการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีการผลิตของกรมวิชาการเกษตร ให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และจัดทำแปลงเรียนรู้ให้แก่เกษตรกรเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันและลดต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ มีการวางแผนการทดลองทางสถิติหลายรูปแบบ เช่น RCBD Split plot การใช้ค่าเฉลี่ยหรือการหาสมการความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมของกรรมวิธีที่แตกต่างกันไป และสามารถวิเคราะห์และสรุปผลได้ สำหรับการบันทึกข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน การวิเคราะห์ธาตุอาหารใน

ใบปาล์มน้ำมัน ใช้ใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 9 และ 17 ในกรณีปาล์มน้ำมันอายุน้อยกว่า 3 ปี และมากกว่า 3 ปี ตามลำดับ ข้อมูลการเจริญเติบโต (จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้นต่อปี ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงเพิ่ม) จำนวนและชนิดของช่อดอก อัตราส่วนเพศและผลผลิต ดำเนินการตามวิธีการของ Corley and Breure (1981) การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio) จากรายรับหรือผลตอบแทน คำนวณจาก น้ำหนักผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม) x ราคารับซื้อผลผลิต (บาท/กิโลกรัม) คิดเป็นต่อไร่ต่อปี และจากรายจ่าย หรือต้นทุนการใส่ปุ๋ย คำนวณจากราคาปุ๋ยเคมี (บาท/กิโลกรัม) x ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/วัน : คำนวณจากค่าแรงวันละ 300 บาท) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในโครงการวิจัยนี้ แสดงดังภาพด้านล่าง



แผนภาพที่ 1 ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมงานวิจัยของโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

ผลการวิจัย (Results)

กิจกรรมที่ 1 การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมโดยการจัดการธาตุอาหาร (2 รูปแบบ)

รูปแบบที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี เพื่อการจัดการธาตุอาหาร

ใส่ปุ๋ยเคมีตามผลวิเคราะห์ดินและใบ วางแผนแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี (ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6) 2 สถานที่ คือ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี ปลูกปาล์มน้ำมัน ในปี 2549 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินก่อนปลูกที่ระดับ 0–15 เซนติเมตรพบว่า พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้ง 2 แห่ง มีความเป็นกรด–ด่างในระดับที่เหมาะสม มีความต้องการปูนเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้าหรือความเค็มของดินอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน ปริมาณอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ใน

ระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน (ภาคผนวกที่ 1.1.1)

การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

จากข้อมูลการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานีทั้ง 6 สายพันธุ์ สรุปได้คือ ปาล์มน้ำมันมีการผลิตทางเพิ่ม 3 ทางใบต่อเดือน ในช่วงอายุ 2–3 ปีหลังปลูก จากนั้นอัตราการผลิตทางใบเพิ่มจะลดลง กระทั่งปีที่ 8–9 จะเหลือเพียง 2 ทางใบต่อเดือน ขณะที่พื้นที่ใบจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุปาล์มน้ำมันคล้ายคลึงกันทั้ง 6 พันธุ์ ส่วนพื้นที่หน้าตัดแกนทางนั้น ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือสุราษฎร์ธานี 3 นอกนั้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน

ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมัน

ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี **ปีที่ 4-6** ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ให้ผลผลิตสูงสุด และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ให้ผลผลิตต่ำสุด **ปีที่ 7-9** การให้ผลผลิตสูงสุดและต่ำสุดสลับไปมา โดยปีที่ 7 เป็นปีที่ปาล์มน้ำมันทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกปี เมื่อเฉลี่ยผลผลิตปีที่ 4-9 พบว่า ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตสูงสุด และไม่แตกต่างทางสถิติกับสุราษฎร์ธานี 2 และ 5 (154-155 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือ 3.53-3.55 ตันต่อไร่ต่อปี) สำหรับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 4 และ 6 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ต่ำกว่า 3 พันธุ์แรก (128-132 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือ 2.93-3.03 ตันต่อไร่ต่อปี) **ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี ปีที่ 4-8 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตสูงสุดมาตลอด ยกเว้นปีที่ 9 สำหรับปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่ำสุดแต่ละพันธุ์สลับไป และพบว่าปาล์มน้ำมันทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลผลิตสูงสุดในปีที่ 7 เช่นกัน เมื่อเฉลี่ยผลผลิตปีที่ 4-9 พบว่า ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตสูงสุด (182 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือ 4.17 ตันต่อไร่ต่อปี) และแตกต่างทางสถิติกับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2-6 (144-156 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี หรือ 3.30-3.57 ตันต่อไร่ต่อปี)**

รูปแบบที่ 2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมของเกษตรกรและเอกชนโดยการจัดการธาตุอาหาร

แบ่งการจัดการสวน 2 รูปแบบ คือ บริษัทและเกษตรกร โดยบริษัทมีพื้นที่ถือครองมากกว่า 200 ไร่ มีการบันทึกข้อมูลการจัดการสวนต่างๆ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง และเกษตรกรมีพื้นที่ถือครองไม่เกิน 50 ไร่ แต่สนใจนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดิน-ใบปาล์มน้ำมันไปใช้ในการปรับปรุงผลผลิตปาล์มน้ำมัน

<u>รูปแบบบริษัท</u> ดำเนินการ ณ สวนปาล์มน้ำมันบริษัท หงส์ศิลาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม จำกัด (เขาพนม) บ้านหนองไหล ต.เขาแก้ว อ.เขาพนม จ.กระบี่ พื้นที่ปลูก 1,200 ไร่ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีกรวดและลูกรังผสม ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2527–2528 วิเคราะห์ดินและใบปาล์ม

น้ำมันตั้งแต่ปี 2542 ดินเป็นกรดค่อนข้างต่ำ-ปานกลาง (pH 3.7–5.82) ความต้องการปูนอยู่ในช่วง 330–980 กก./ไร่ ทางบริษัทฯ ใส่ปูนโดโลไมท์ ในปี 2542 16 กก./ต้น ในปี 2543 และ 2544 ใส่เพิ่มอีก 10 และ 5 กก./ต้น ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ดินในปี 2545 และปี 2550 ระดับ pH จึงมีค่าสูงขึ้น แต่อยู่ในระดับเหมาะสม ส่วนความต้องการปูนลดลงทั้งปี 2545 และ 2550 ไม่ต้องใส่ปูน ปี 2554 และปี 2558 ค่าความต้องการปูนทางการเกษตรสูงขึ้น แต่ยังไม่ต้องใส่ปูนทางการเกษตร เนื่องจากระดับความเป็นกรด–ด่างยังเหมาะสม

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินตลอด 16 ปี ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักใน 12 ปีแรก แต่ 4 ปีหลัง ได้นำทะลายเปล่าและวัสดุเหลือใช้จากโรงงาน และปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานที่บำบัดแล้วมาใส่ในแปลง ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารในดินพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมมีปริมาณสูงขึ้นจากปีแรก โดยฟอสฟอรัสมีค่าเพิ่มจาก 3.38 เป็น 172.3 ส่วนต่อล้าน โพแทสเซียมมีค่าเพิ่มจาก 81.1 เป็น 406.9 ส่วนต่อล้าน แคลเซียมมีค่าเพิ่มจาก 365.9 เป็น 763.9 ส่วนต่อล้าน และแมกนีเซียมมีค่าเพิ่มจาก 80.4 เป็น 212.0 ส่วนต่อล้าน

ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯ ให้ปาล์มน้ำมันตลอด 4 ปี มีปริมาณและสูตรปุ๋ยใกล้เคียงกันตลอด 4 ปี อาจเปลี่ยนแปลงบ้าง กรณีที่ปุ๋ยเคมีบางสูตร เช่น 25–7–7 เปลี่ยนเป็น 25–10–5 เมื่อคำนวณเป็นปุ๋ยเดี่ยวแล้ว เห็นได้ชัดว่ามีเฉพาะปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ส่วนโบรอนนั้นบริษัทฯให้น้อยมาก และไม่ให้แมกนีเซียม ซึ่งปาล์มน้ำมันต้องการอย่างมากด้วย ในปี 2542-2558 บริษัทฯได้ประเมินความต้องการใช้ธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ดินและใบ สำหรับการวิเคราะห์ใบ ใช้ค่าวิกฤตของธาตุอาหารภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 200 มิลลิเมตรต่อปี

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน ตลอดระยะเวลาตั้งแต่ปี 2542 – 2558 ของบริษัทฯ ซึ่งได้วิเคราะห์ธาตุอาหาร ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม สรุปผลได้ดังนี้

ปริมาณไนโตรเจนมีความแปรปรวนในช่วงแรก อย่างไรก็ตามเมื่อดำเนินการเพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง พบว่าตั้งแต่ปี 2548 ปริมาณไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตโดยตลอด ปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้กับบริษัทก็ปรับไปตามผลวิเคราะห์ โดยถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนต่ำกว่าค่าวิกฤตจะแนะนำให้เพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในทางตรงกันข้ามถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนอยู่ในช่วงค่าวิกฤต จะแนะนำให้คงปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับปีที่ผ่านมา แต่ถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนสูงกว่าค่าวิกฤตจะแนะนำให้ลดปุ๋ยไนโตรเจนลง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีของบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นไปตามคำแนะนำหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงก่อนวิเคราะห์ใบ กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 21–0–0 มีปริมาณใกล้เคียงกัน (ภาคผนวกที่ 1.1.2)

ปริมาณฟอสฟอรัสมีความแปรปรวนตลอดการเก็บตัวอย่างใบ โดยมีค่าสูงและต่ำสลับกันไป ปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้บริษัทปรับไปตามผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันเช่นเดียวกับ

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจน ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีของทางบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นไปตามคำแนะนำหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสเฉลี่ยก่อนวิเคราะห์ใบและเมื่อวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว มีการใช้ปุ๋ยเคมี 0–3–0 ในปริมาณที่ต่างกันคือ 2.71 กก./ต้น/ปี และ 1.91 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกัน 0.80 กก./ต้น/ปี (30.0%) หรือ 18.24 กก./ไร่ (ภาคผนวกที่ 1.1.3)

ปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เริ่มวิเคราะห์ใบปาล์ม โดยปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต ทำให้การใช้ปุ๋ยเคมี 0–0–60 มีปริมาณคงที่เช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมเฉลี่ยในช่วงก่อนวิเคราะห์ใบกับเมื่อวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 0–0–60 มีปริมาณต่างกันมากคือ 4.87 และ 3.36 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ นั่นคือต่างกัน 1.51 กก./ต้น/ปี (32.00%) หรือ 34.42 กก./ไร่ (ภาคผนวกที่ 1.1.4)

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารที่ส่วนใหญ่ไม่ได้ใส่โดยตรง มักอยู่ในรูปที่ผสมมากับปุ๋ยผสมสูตรต่างๆ จึงมักพบว่า ต้นปาล์มน้ำมันแสดงอาการขาดแมกนีเซียมเสมอ เมื่อเริ่มวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันในปี 2542 นั้น ได้วิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วย ซึ่งทางบริษัทฯ ใส่ปูนโดโลไมท์ตามค่าความต้องการปูน ซึ่งทำให้แมกนีเซียมในใบตั้งแต่ปี 2542–2545 อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต จึงไม่ต้องใส่ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ในปีที่ใส่ปูนโดโลไมท์ แต่ ในปี 2546 ปริมาณแมกนีเซียมลดลงต่ำกว่าค่าวิกฤต ได้แนะนำให้ใส่ใส่กีเซอร์ไรท์ 0.80 กก./ต้น แต่ทางบริษัทฯใส่ปุ๋ยผสมชื่อการค้า Hymax B มีส่วนประกอบที่เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญคือ B 1.5%, MgO 15%, CaO 8%, S 8% และกรดฮิวมิค 1% ปริมาณ 1 กก./ต้น ตั้งแต่ ปี 2546–2547 แต่ปริมาณแมกนีเซียมก็ยังต่ำกว่าค่าวิกฤต ดังนั้นในปี 2548 บริษัทจึงใส่กีเซอร์ไรท์ปริมาณ 0.80 กก./ต้น ตามคำแนะนำ ผลปรากฏว่าในปี 2549 ปริมาณแมกนีเซียมสูงขึ้นอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต (ภาคผนวกที่ 1.1.5)

สำหรับการจัดการธาตุอาหารโบรอนนั้น ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการขาดโบรอน ให้ใช้ปุ๋ยโบแรกซ์ 140 กรัม/ต้น แต่ถ้าพบว่าต้นปาล์มน้ำมันมีอาการขาดโบรอนมากกว่า 20% แนะนำให้ใช้โบแรกซ์ 210 กรัม/ต้น

จากการใช้ผลวิเคราะห์ดินและใบในการจัดการธาตุอาหารให้กับปาล์มน้ำมัน มีผลทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อพื้นที่สูงขึ้น จาก 2.48 เป็น 3.61 ตัน/ไร่/ปี หรือเพิ่มขึ้น 45.6% ในขณะที่การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ลดลง 25.8% และ 32.0 % ตามลำดับ ในขณะที่การจัดการดิน เช่น การใส่ปูนโดโลไมท์ นอกจากจะทำให้ pH ดินสูงขึ้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมแล้ว ทำให้ธาตุอาหารที่ถูกดินตรึงไว้ได้ปลดปล่อยออกเป็นประโยชน์มากขึ้น และให้แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมัน และเป็นแหล่งแมกนีเซียมราคาต่ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามหากใส่ปูนโดโลไมท์มากเกิน อาจทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินด่าง หรือมีสภาพปูนเกิน (Over lime) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ดังนั้นการใส่ปูนโดโลไมท์จึงควรใส่ตามผลการวิเคราะห์ดินเป็นหลัก (ภาคผนวกที่ 1.1.6)

รูปแบบสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ดำเนินการใน 6 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี 54 ราย ชุมพร 54 ราย กระบี่ 8 รายระนอง 2 ราย นครศรีธรรมราช 16 ราย และสตูล 2 ราย รวมทั้งสิ้น 136 ราย แบ่งตามเนื้อดินได้ดังนี้ ดินร่วนปนทราย (Sandy loam) 58 ราย ดินทรายปนดินร่วน 42 ราย ดินทราย 11 ราย ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) 1 ราย ดินเหนียว (Clay) 4 ราย ดินร่วน (Loam) 8 ราย ดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) 5 ราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) 7 ราย

ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันนอกจากพันธุกรรมและปุ๋ยเคมีแล้ว สภาพแวดล้อมเช่น เนื้อดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน หรือช่วงของการขาดน้ำก็มีผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน ดังนั้นการบันทึกข้อมูลผลผลิตจึงต้องใช้เวลาติดต่อกันหลายปี เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เป็นผลมาจากการปฏิบัติในแปลงปาล์มน้ำมัน ในงานทดลองนี้จึงเสนอข้อมูลของเกษตรกรที่ร่วมงานวิจัยมาแล้ว 5 ปี จำนวน 20 แปลง ซึ่งมีข้อมูลผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน และการแนะนำปุ๋ยเคมีตลอด 5 ปี ส่วนข้อมูลการใส่ปุ๋ยเคมีและผลผลิตทะลายสดของเกษตรกรมีเพียง 4 ปี ปัญหาหนึ่งของงานวิจัยนี้ที่ร่วมกับเกษตรกร คือเกษตรกรไม่ค่อยบันทึกข้อมูลการปฏิบัติในระหว่างปีเช่น ผลผลิตทะลาย การใส่ปุ๋ยเคมีหรือการใส่ปูนทางการเกษตร ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมัน

ระดับความเป็นกรด–ด่างของดิน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสม ระหว่าง 4.2–5.5 มีบางรายที่มีค่าต่ำกว่า 4.2 ในขณะที่ความต้องการปูนทางการเกษตรในรายที่ความเป็นกรด–ด่างของดินต่ำแนะนำให้ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน 3 กก./ต้น/ปี ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่เพียงพอตลอดทั้งปี เกษตรกรรายใดที่ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน pH ของดินจะสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความต้องการปูนจะลดลง แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยใส่ปูนโดโลไมท์ ทำให้ค่า pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ภาคผนวกที่ 1.1.7)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ มากกว่า 1.5% โดยกลุ่มดินที่มีเนื้อดินร่วน และดินร่วนปนดินเหนียว มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่ากลุ่มดินที่มีเนื้อดินที่มีดินทรายเป็นส่วนประกอบ สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน (ภาคผนวกที่ 1.1.8)

สำหรับปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดิน ส่วนใหญ่ค่อนข้างแปรปรวนในแต่ละปีขึ้นกับสภาพแวดล้อม การปฏิบัติหรือการใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร

ปริมาณไนโตรเจนในใบของเกษตรกรส่วนใหญ่ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อยในแต่ละปี ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นในแต่ละปี เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอด 5 ปี เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตไม่ต่ำกว่า 4.30 กก./ต้น/ปี ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยใกล้เคียงคือ 4.26 กก./ต้น/ปี

ปริมาณฟอสฟอรัสในใบของเกษตรกรส่วนใหญ่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อยในแต่ละปี ทำให้ต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัสมากขึ้นในแต่ละปีเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอด 5 ปี เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยร็อกฟอสเฟตไม่ต่ำกว่า 2.00 กก./ต้น/ปี ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังใส่ปุ๋ยมากกว่าคำแนะนำ สำหรับค่าเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยร็อกฟอสเฟตของเกษตรกรประมาณ 1.57 กก./ต้น/ปี

ปริมาณโพแทสเซียมในใบของเกษตรกรส่วนใหญ่ต่ำกว่าช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤตเล็กน้อย การเพิ่มปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมในแต่ละปีเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับไนโตรเจน เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำแนะนำปุ๋ยตลอด 5 ปี เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมไม่ต่ำกว่า 3.40 กก./ต้น/ปี (เฉลี่ย 3.34 กก./ต้น/ปี) แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ใส่ปุ๋ยมากกว่าคำแนะนำ ค่าเฉลี่ยการใส่ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแทสของเกษตรกรประมาณ 3.74 กก./ต้น/ปี

ปริมาณแมกนีเซียมในใบของเกษตรกรส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต แสดงว่าในดินทั่วไปมีแมกนีเซียมเพียงพอ จึงเพิ่มปุ๋ยแมกนีเซียมเล็กน้อยในแต่ละปี ในขณะที่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่นิยมใส่กีเซอร์ไรท์ อย่างไรก็ตามการใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน เป็นการเพิ่มธาตุแมกนีเซียมให้กับปาล์มน้ำมันด้วย

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตเฉลี่ย 4 ปีพบว่า มีการกระจายตัวค่อนข้างมากตั้งแต่ 2.45-5.04 ตัน/ไร่/ปี สำหรับเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำหรือใกล้เคียงกับคำแนะนำ ส่วนใหญ่มีผลผลิตสูงในระดับที่น่าพอใจ (มากกว่า 3.50 ตัน/ไร่/ปี) อย่างไรก็ตามเกษตรกรหลายรายที่ใส่ปุ๋ยไม่ครบทุกชนิด โดยเฉพาะปุ๋ยฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารไม่ครบถ้วน ซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในอนาคต

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาปริมาณการให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7

คุณสมบัติของดิน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีเป็น **ชุดดินผักกาด (Phak Kat series)** ดินบนร่วนเหนียวปนทราย ตอนกลางเป็นดินร่วนและร่วนเหนียว ดินล่างเป็นดินเหนียว ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของพืชมีค่า 3.6-5.4% โดยปริมาตร ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) 5.04-7.76 สภาพการนำไฟฟ้าของดิน 0.03-0.05 dS/m ซึ่งไม่ถือว่าเป็นดินเค็ม อินทรียวัตถุในดิน 2.0-11.8 ก./กก. ซึ่งในชั้น Ap มีค่าสูง (11.8 ก. ต่อ กก.) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.40-3.70 มก./กก. ซึ่งเป็นประโยชน์ต่ำถึงต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 48.33-98.11 มก./กก. ซึ่งมีปริมาณที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำ-ปานกลาง-สูง

คุณสมบัติของดิน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) 4.80-5.86 ซึ่งเป็นกรดอ่อน อินทรียวัตถุในดิน 0.54-0.88 ก./กก. เป็นดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 36.3-86.3 มก./กก. ซึ่งเป็นประโยชน์ปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 16-48 มก./กก. ซึ่งมีปริมาณที่เป็นประโยชน์ในระดับต่ำ-ปานกลาง

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ระหว่างเดือนมกราคม 2554–กันยายน 2558 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานีมีค่า 88.9-91.4 และ 94.7-96.1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นต่ำสุดมีค่า 36.8-39.9 และ 60.4-64.6 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเฉลี่ยมีค่า 62.9-64.7 และ 78.0-81.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่า *ความชื้นต่ำสุดและความชื้นเฉลี่ยที่ ศวร.อุบลราชธานีต่ำกว่าศวป.สุราษฎร์ธานี 24 และ 15 เปอร์เซ็นต์* ตามลำดับ โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายน-พฤษภาคม ความชื้นสัมพัทธ์ใน ศวร.อุบลราชธานีมีค่าต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เห็นได้ชัดในกรรมวิธีที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน

อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิเฉลี่ย 2 จังหวัดมีค่า 32.1-33.9, 20.9-23.2 และ 26.6-28.2 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิเฉลี่ยที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานีประมาณ 2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ

ค่าระเหยน้ำที่อุบลราชธานีและสุราษฎร์ธานีมีค่า 4.11-4.33 และ 3.51-3.76 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 0.58 มิลลิเมตรต่อวัน และชั่วโมงแสงแดดที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 0.57 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ (6.32-6.66 และ 5.54-6.23 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ)

ปริมาณน้ำฝน ณ อุบลราชธานีมีค่า 1,624 1,267 1,671 และ 2,210 มิลลิเมตรต่อปี และที่สุราษฎร์ธานีมีค่า 2,892 (น้ำท่วมมีนาคม 2554) 1,519 1,666 และ 1,850 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ เปรียบเทียบกันแล้วไม่ต่างกันมากนัก และในปี 2557 ปริมาณน้ำฝนที่อุบลราชธานีสูงกว่าสุราษฎร์ธานี 360 มิลลิเมตร

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

<u>จำนวนทางใบทั้งหมด</u> ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้จำนวนทางใบทั้งหมดสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝนและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานีพบว่า แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 2-4 และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 4 สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อจำนวนทางใบทั้งหมด ยกเว้นที่ ศวร.อุบลราชธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในปีที่ 4 ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อ ปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และที่สำคัญคือ จำนวนช่อดอกที่มีโอกาสเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนทางใบ ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตที่จะได้รับ

<u>ความยาวทางใบ</u> ใน ศวร.อุบลราชธานีพบว่า ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อความยาวทางใบและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้ความยาวทางใบแตกต่างกัน และพบว่า ปัจจัยน้ำไม่มีผลต่อความยาวทางใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ตั้งแต่ปีที่ 1-4 แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยในปีที่ 3-4 และพบว่ามีอิทธิพลต่อความยาวทางใบใน ศวร.อุบลราชธานี เฉพาะปีที่ 3 ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

<u>พื้นที่หน้าตัดแกนทาง</u> ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ณ ศวร.อุบลราชธานีตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่หน้าตัดแกนทางแตกต่างกัน และไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทางใน ศวป.

สุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปีที่ 1-4 และพบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานี ในปีที่ 4 และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 2 สถานที่ พบว่า พื้นที่หน้าตัดแกนทางที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี มีขนาดใหญ่กว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีทุกปี ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อพื้นที่ในการรับส่งน้ำและธาตุอาหารในส่วนของ xylem และ phloem ซึ่งกระจายตัวอยู่ในพื้นที่แกนทางใบ

พื้นที่ใบ ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่ใบและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 สถานที่ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่ใบแตกต่างกัน และพบว่า ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นมา พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันใน ศวป.สุราษฎร์ธานีมีค่าสูงกว่า ศวร.อุบลราชธานีในทุกกรรมวิธี สำหรับปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่างกัน ไม่มีผลต่อพื้นที่ใบใน ศวร.อุบลราชธานี แต่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อจำนวนช่อดอก อัตราส่วนเพศ และผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ช่อดอกและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ช่อดอกตัวเมีย ปัจจัยการให้น้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณช่อดอกตัวเมียอย่างชัดเจนทั้ง 2 สถานที่ และพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญปีที่ 2-4 ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ปีที่ 3-4 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของช่อดอกตัวเมียของการให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ เป็นที่น่าสังเกตว่า จำนวนช่อดอกตัวเมียใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 มีค่าน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีอย่างชัดเจน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมแปลง สำหรับปริมาณปุ๋ยเคมีที่ให้ต่างกัน 3 ระดับ ไม่พบอิทธิพลของปุ๋ยต่อปริมาณช่อดอกตัวเมีย ทั้ง 2 สถานที่ จำนวนช่อดอกตัวเมียเป็นดัชนีที่สามารถประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมัน และประเมินการจัดการได้อย่างดีจากอัตราการฝ่อของช่อดอกตัวเมีย (คิดจากจำนวนทะลาย)

ช่อดอกตัวผู้ ไม่พบอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สำหรับ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับความเครียดน้ำ (อาศัยเฉพาะน้ำฝน) จำนวนช่อดอกตัวผู้สูงมาก และจำนวนช่อดอกตัวผู้ของการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำจะลดลงและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการอาศัยเฉพาะน้ำฝน สำหรับปัจจัยปุ๋ย ไม่พบความแตกต่างทางสถิติต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวร.อุบลราชธานี แต่พบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมในปี 2554

ช่อดอกทั้งหมด ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมด ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งน่าจะเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ความเครียดน้ำน้อยกว่า ศวร.อุบลราชธานี และพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 และ 4 ณ ศวร.อุบลราชธานี โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำให้จำนวนช่อดอกทั้งหมดสูงกว่าอาศัยเฉพาะน้ำฝน ปัจจัยปุ๋ยพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 4 เฉพาะที่ ศวร.อุบลราชธานี

อัตราส่วนเพศ ณ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติของอัตราส่วนเพศต่อปัจจัยน้ำ แต่ปริมาณน้ำที่ต่างกันไม่ทำให้อัตราส่วนเพศแตกต่างกันทางสถิติตลอด 3 ปี สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์

ธานี พบความแตกต่างทางสถิติของปัจจัยน้ำเฉพาะปีที่ 3 และไม่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ย ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะปีที่ 2 ณ ศวร.อุบลราชธานี

ผลผลิต

<u>จำนวนทะลาย</u> ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลต่อจำนวนทะลายปาล์มน้ำมันทั้ง 2 สถานที่ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างปริมาณน้ำที่ให้ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานี จำนวนทะลายของปาล์มน้ำมันที่มีการให้น้ำสูงกว่าอาศัยเฉพาะน้ำฝน 21 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบอิทธิพลของปุ๋ย ณ ศวร.อุบลราชธานี

<u>น้ำหนักทะลายเฉลี่ย</u> ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลต่อขนาดทะลายทั้ง 2 สถานที่ แต่การตอบสนองของขนาดทะลายต่อปัจจัยน้ำจะต่างกัน ณ ศวร.อุบลราชธานี ปริมาณน้ำที่ให้แตกต่างกันไม่มีผลต่อขนาดทะลาย แต่การให้น้ำมีผลให้ขนาดทะลายใหญ่กว่าไม่ให้น้ำ 57.7 เปอร์เซ็นต์ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปัจจัยน้ำทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ขนาดทะลายแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และพบอิทธิพลปัจจัยปุ๋ย ณ ศวร.อุบลราชธานี แสดงว่า ในปีแรกของการให้ผลผลิต ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อจำนวนทะลายและขนาดทะลายเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยปุ๋ย

<u>ผลผลิตทะลาย</u> ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ณ ศวร.อุบลราชธานี (3.75 ตันต่อไร่) แต่ให้ผลผลิตแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี (3.90 และ 4.29 ตันต่อไร่) และให้ผลผลิตสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 88.6 และ 31.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 4e, 4g) และพบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะที่ ศวร.อุบลราชธานี แสดงว่า ถึงแม้การจัดการจะเป็นรูปแบบเดียวกันแต่หากสภาพแวดล้อมหรือสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน การตอบสนองของปาล์มน้ำมันจะต่างกันตามพื้นที่ ผลผลิตดังกล่าวถือว่าสูงมาก แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต้องใช้ระยะเวลานานในการศึกษา เนื่องจากเป็นพืชที่ให้ผลผลิตนาน 20-25 ปี และสภาพแวดล้อมและการจัดการมีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ต่อการจัดการและสภาพพื้นที่ที่ต่างกัน

ปาล์มน้ำมันอายุ 21 เดือน ใบปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีมีสีเขียวเข้มกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี ทั้ง 2 รูปแบบการจัดการปาล์มน้ำมัน และในช่วงอายุ 30 เดือน ใบปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานียังคงมีสีเขียวเข้มกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี และที่ ศวร.อุบลราชธานี สามารถปรับตัวได้ดีขึ้น โดยใบมีสีเขียวเข้มเพิ่มมากขึ้น (จาก 54.2-57.9 เป็น 63.3-67.5) จำนวนปากใบของปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและได้รับปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำมีการปรับตัวโดยเพิ่มจำนวนปากใบต่อพื้นที่มากกว่าปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่ดีทั้ง 2 สถานที่ โดยที่ ศวร.อุบลราชธานี ปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและได้รับปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำสามารถเพิ่มจำนวนปากใบต่อพื้นที่ได้สูงกว่าที่ ศวป.

สุราษฎร์ธานี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเครียดที่ปาล์มน้ำมันได้รับ ทำให้ปรับตัวได้ดีกว่า ในขณะที่จำนวนปากใบปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการที่ดีที่ ศวร.อุบลราชธานีมีจำนวนน้อยกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี และปาล์มน้ำมันอายุครบ 30 เดือน จำนวนปากใบต่อพื้นที่ของปาล์มน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้น โดยจำนวนปากใบที่ ศวร.อุบลราชธานีมีจำนวนมากกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี และมากกว่าทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ และพบว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับความเครียดสูงกว่าสามารถเพิ่มจำนวนปากใบได้มากกว่าการจัดการที่ดี

การเปรียบเทียบเส้นตอบสนองต่อแสงและค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน ระหว่าง ศวร.อุบลราชธานี และศวป.สุราษฎร์ธานี และจากการคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้สมการ non rectangular hyperbola จะเห็นว่า การจัดการแบบ I2F2 ปาล์มน้ำมันมีการตอบสนองต่อแสงที่ดีกว่า สังเกตจากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ศวป.สุราษฎร์ธานีที่มีค่า 23.5-23.6 และ 25.5-34.7 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ I0F0 ที่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดมีค่า 12.7-14.7 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลจากค่านำไหลปากใบที่มีการตอบสนองต่อแสงจำกัด หากปาล์มน้ำมันอยู่ในสภาวะความเครียดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการแบบ I2F2 ค่านำไหลปากใบจะตอบสนองต่อแสงได้สูงกว่าและส่งผลดีต่อศักยภาพการสังเคราะห์แสง สำหรับประสิทธิภาพการใช้แสง (quantum yield) ที่ ศวร.อุบลราชธานี พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I0F0 มีประสิทธิภาพการใช้แสงสูงกว่า I2F2 เช่นเดียวกับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี (ยกเว้น I2F2R35) ทั้งนี้เนื่องมากจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันที่ต้องอยู่รอดในสภาวะที่มีความเครียดน้ำ ซึ่งเปิดปากใบได้น้อย จึงต้องชดเชยด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงและจุดชดเชยแสง (Light Compensation Point; lcp)ที่มีค่าต่ำ สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ค่า lcp ไม่ต่างกันมากนัก และจากจุดอิ่มตัวของแสง (Light Saturation Point; lsp) ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I0F0 มีค่า lsp (456-776 μmol $m^{-2}s^{-1}$) น้อยกว่า I2F2 (1,005-1,189 μmol $m^{-2}s^{-1}$) ยกเว้น I0F0R22 ในศวป.สุราษฎร์ธานี ที่มีค่า lsp สูงถึง 1,165 μmol $m^{-2}s^{-1}$

การปรับตัวทางสรีรวิทยาในรอบวันของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการต่างกันในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) *ณ ศวร.อุบลราชธานี* การจัดการแบบ I2F2 ใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงได้สูงและนานกว่าแบบ I0F0 สอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นผลจากการจัดการและประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบ *ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี* อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก และสามารถสังเคราะห์แสงได้นานกว่าแต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่ำกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี ซึ่งปริมาณแสงที่ได้รับน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี

ค่านำไหลปากใบ (g_S) *ณ ศวร.อุบลราชธานี* การจัดการแบบ I2F2 ค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันช่วง 7:00 น. น้อยกว่า I0F0 เล็กน้อย แต่เปิดปากใบได้มากกว่าและนานกว่า จากนั้นลดลงตามลำดับเมื่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศเพิ่มจาก 1.66 เป็น 5.08 kPa ที่ 15:00 น. และปากใบ

ปิดที่เวลา 16:00 น. ที่ VpdA 3.26 kPa ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 18.5 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ที่แสง 928 μmol$m^{-2}s^{-1}$ ค่านำไหลปากใบ 101 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ VpdA 4.99 kPa สำหรับ I0F0 ค่านำไหลปากใบสูงสุดที่ 7:00 น. และลดลงตามลำดับเมื่อ VpdA เพิ่มขึ้น และปากใบปิดสนิทเมื่อ VpdA มีค่า 4.04 kPa ที่เวลา 12:00 น. ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 14.1 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ที่แสง 1,462 μmol$m^{-2}s^{-1}$ ค่านำไหลปากใบ 74 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ VpdA 3.28 kPa (Figure 6b, 6f) *ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี* การจัดการแบบ I2F2 ปากใบของปาล์มน้ำมันเปิดปากใบได้มากกว่าแบบ I0F0 และมีค่าสูงกว่าและเปิดปากใบได้นานกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีอย่างชัดเจน โดยปากใบเปิดสูงสุดในช่วงเช้าที่ 7:00 น. 300 และ 334 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นมีค่าลดลงทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ เมื่อแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ (VpdA) เพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 3.06 และ 3.29 kPa ที่เวลา 12:00 น. ค่านำไหลปากใบมีค่า 162 และ 101 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ จากนั้น VpdA ลดลงตามลำดับเมื่อปริมาณแสงลดลง ซึ่งใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 11.7 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ที่แสง 1,145 μmol$m^{-2}s^{-1}$ ค่านำไหลปากใบ 218 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ VpdA 2.70 kPa สำหรับ I0F0 ค่านำไหลปากใบสูงสุด 300 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ ที่ 7:00 น. และลดลงตามลำดับเมื่อ VpdA เพิ่มขึ้น ซึ่งใบปาล์มน้ำมัน I0F0 สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 12.1 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ ที่แสง 728 μmol$m^{-2}s^{-1}$ ค่านำไหลปากใบ 254 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ VpdA 1.69 kPa (Figure 6b, 6f) เป็นที่สังเกตว่า แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ ณ ศวร.อุบลราชธานีมีค่าสูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีมากตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะช่วง 15:00 น. (2.34 และ 5.70 kPa) ซึ่งส่งผลต่อการเปิดปากใบและการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมัน

การคายน้ำ (Transpiration; E) การคายน้ำเป็นไปในรูปแบบเดียวกับการเปิดปากใบ โดยปากใบจะหยุดคายน้ำเมื่อปากใบปิดสนิท และปาล์มน้ำมันที่สามารถปรับตัวได้ดีควรจะมีการคายน้ำหรือเปิดปากใบในปริมาณที่น้อย แต่สามารถสังเคราะห์แสงได้มาก *ณ ศวร.อุบลราชธานี* อัตราการคายน้ำสูงสุดของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I2F2 ณ เวลาที่การสังเคราะห์แสงสูงสุดมีค่าสูงกว่า I0F0 50 เปอร์เซ็นต์ (4.52 และ 3.01 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 42.1 และ 40.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนมีการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่มีความเครียดสูงได้ดีกว่า โดยการประหยัดน้ำใช้ที่มีอย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องคายน้ำในปริมาณที่น้อย โดยอุณหภูมิสูงสุดมีค่า 43.0 และ 45.4 องศาเซลเซียส ที่เวลา 13:00 น. และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแบบ I2F2 สูงกว่า I0F0 55 เปอร์เซ็นต์ ณ เวลาที่มีการสังเคราะห์แสงสูงสุด โดยมีค่า 5.96 และ 3.85 mmolH_2O $m^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งเป็นการใช้น้ำที่ไม่ประหยัดเมื่อเทียบกับ I0F0 ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่เพียงพอ และคายน้ำได้อย่างต่อเนื่องทั้ง 2 รูปแบบถึงเวลา 18:00 น. ในขณะที่ I2F2 ณ ศวร.อุบลราชธานี อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ 14:00 น. ต้องหยุดกิจกรรมการแลกเปลี่ยนกาซหรือการสังเคราะห์แสง ณ เวลา 16:00 น. เนื่องจากสภาพอากาศมีความเครียดสูงกว่า (VpdA 5.70 และ 3.29 kpa และอุณหภูมิ 45.4 และ 43.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency; A/E or WUE) หมายถึง น้ำ 1 โมล สังเคราะห์แสงได้มากหรือน้อย ถ้าสังเคราะห์แสงได้มากแสดงว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง คำนวณจากอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิหารด้วยอัตราการคายน้ำ จาก Figure 2d WUE ของปาล์มน้ำมัน I0F0 ณ ศวร.อุบลราชธานี ในช่วง 7:00-11:00 น. มีค่า 5.27-9.96 mmolCO_2/molH_2O ซึ่งเป็นการปรับตัวรองรับความเครียด โดยความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแวดล้อมลดลงจากตอนเช้า 69.3 เป็น 32.8 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 15:00 น. รองลงมาคือ WUE ของปาล์มน้ำมันที่จัดการแบบ I2F2 ณ ศวร.อุบลราชธานี มีค่า 5.26-7.02 mmolCO_2/molH_2O สำหรับ WUE ของปาล์มน้ำมันที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี การจัดการแบบ I0F0 มีค่า WUE สูงกว่า I2F2 เล็กน้อย เกิดจากการปรับตัวของปาล์มน้ำมันที่มีความเครียดน้ำสูงกว่า และมีค่า 1.41-6.17 mmolCO_2/molH_2O โดยภาพรวมประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่ ศวร.อุบลราชธานีมีค่าสูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี เนื่องจากการปรับตัวต่อความเครียด โดยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี สูงกว่า ศวร.อุบลราชธานี 24.2 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกันและพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับแสง พบว่า มีการตอบสนองต่อแสงไปในทิศทางเดียวกันเป็นเชิงบวก โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี ใบปาล์มน้ำมันสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 μmol$CO_2$$m^{-2}$$s^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,251 และ 1,267 μmol$m^{-2}$$s^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม $y=4.3793\ln(x)-10.67$; $R^2=0.776$ และ $y=6.7367\ln(x)-23.475$; $R^2=0.862$ ตามลำดับ ที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการรูปแบบที่ 1 และ 2 สามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 μmol$CO_2$$m^{-2}$$s^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,466 และ 1,216 μmol$m^{-2}$$s^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม $y=6.9966\ln(x)-22.958$; $R^2=0.736$ และ $y=7.7477\ln(x)-23.795$; $R^2=0.544$ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณแสงเดียวกัน ปาล์มน้ำมันที่ได้รับปัจจัยน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงกว่า 5-10 μmol$CO_2$$m^{-2}$$s^{-1}$ และสังเคราะห์แสงได้นานกว่าที่ปริมาณแสงสูงกว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า มีการตอบสนองต่อความชื้นสัมพัทธ์ ไปในทิศทางตรงกันข้าม โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 μmol$CO_2$$m^{-2}$$s^{-1}$ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 41.9 และ 34.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงเชิงลบ $y=-0.4607x+41.329$; $R^2=0.756$ และ $y=-0.4489x+41.871$; $R^2=0.834$ ตามลำดับ และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 μmol$CO_2$$m^{-2}$$s^{-1}$ ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 37.1 และ 42.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรงเชิงลบ $y=-0.3329x+41.637$; $R^2=0.667$ และ $y=-0.2154x+39.092$; $R^2=0.185$ ตามลำดับ โดยปาล์มน้ำมัน

รูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้ 16.8-29.7 และ 17.7-42.0 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 37-70 และ 27-62 เปอร์เซ็นต์ สำหรับที่ ศวร.อุบลราชธานีพบว่า ปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 สามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้ 8.41-23.8 และ 10.1-28.1 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ใน ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 43-70 และ 35-69 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอุณหภูมิ พบว่า มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิไปในทิศทางเดียวกัน โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 34.8 และ 39.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเส้นตรง $y=1.375x-26.54$; $R^2=0.793$ และ $y=1.2722x-22.819$; $R^2=0.852$ ตามลำดับ และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 41.5 และ 39.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์รูปสมการเส้นตรง $y=0.8512x-6.0719$; $R^2=0.625$ และ $y=0.5576x+7.9595$; $R^2=0.222$ ตามลำดับ โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ยังคงสังเคราะห์แสงสุทธิได้ 27.6 และ 31.6 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ แม้อุณหภูมิจะสูงถึง 42.2 และ 46.5 องศาเซลเซียส

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับค่านำไหลปากใบ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่านำไหลปากใบเพิ่มขึ้น โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบการจัดการที่ 1 และทั้ง 2 รูปแบบ ณ ศวร.อุบลราชธานี ที่ค่านำไหลปากใบเดียวกัน ซึ่งเป็นผลจากการจัดการปัจจัยการผลิตและความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ และสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุดที่ค่านำไหลปากใบ 696 $mmolH_2Om^{-2} s^{-1}$ สำหรับค่านำไหลปากใบที่อุบลราชธานีมีค่าน้อยกว่าสุราษฎร์ธานีค่อนข้างมาก ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่เครียดมากกว่า โดยปาล์มน้ำมันกรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีค่านำไหลปากใบสูงสุดเพียง 253 และ 324 $mmol\ H_2Om^{-2} s^{-1}$ (Figure 7d)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอัตราการคายน้ำ พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ณ ศวร.อุบลราชธานี มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับอัตราการคายน้ำในรูปสมการเส้นตรง $y=4.2561x+5.6547$; $R^2=0.679$ และ $y=3.6222x+5.4025$; $R^2=0.894$ รูปแบบการจัดการที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี อัตราการคายน้ำของปาล์มน้ำมันมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 1 ($y=1.8752x+15.652$; $R^2=0.904$) และการจัดการทั้ง 2 รูปแบบ ณ ศวร.อุบลราชธานี และมีความสัมพันธ์ในรูปสมการลอการิทึม $y=12.214\ln(x)+4.8494$; $R^2=0.773$ ซึ่งปาล์มน้ำมันสามารถปรับตัวได้อย่างดีในกรณีที่ปัจจัยการผลิตหรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม โดยการลดอัตราการคายน้ำเพื่อเป็นการประหยัดน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่านำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ โดยปกติในช่วงเช้าที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง แรงดึงระเหยน้ำในอากาศจะมีค่าต่ำ และเมื่อปริมาณแสงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะลดลง ส่งให้แรงดึงระเหยน้ำในอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น หากปาล์ม

น้ำมันมีการจัดการน้ำที่ดี ค่านำไหลปากใบจะเพิ่มขึ้นตามค่าของแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ แต่หากปาล์มน้ำมันมีความเครียดน้ำอยู่แล้ว การเพิ่มขึ้นของแรงดึงระเหยน้ำจะมีผลทำให้ปากใบเริ่มมีค่าลดลงและปิดปากใบในที่สุด เห็นได้ชัดในปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการรูปแบบที่ 1 ณ ศวร.อุบลราชธานี ซึ่งมีความเครียดน้ำสูงจากการจัดการและสภาพพื้นที่ โดยมีค่านำไหลปากใบสูงสุด 253.4 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.44 kPa และที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศสูงสุด 2.95 kPa ก่อนปากใบจะปิด ปากใบมีค่าค่านำไหล 111.4 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ และรูปแบบที่ 2 ค่านำไหลปากใบมีค่าสูงสุด 323.8 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.19 kPa และที่แรงดึงระเหยน้ำในอากาศสูงสุด 4.52 kPa ก่อนปากใบจะปิด ปากใบมีค่าค่านำไหล 184.6 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันทั้ง 2 รูปแบบการจัดการ (1 และ 2) ยังสามารถสังเคราะห์แสงได้แม้แรงดึงระเหยน้ำในอากาศจะสูงถึง 4.86 และ 6.68 kPa โดยมีค่านำไหลปากใบ 116.8 และ 127.8 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$ ตามลำดับ และค่าแรงดึงระเหยน้ำที่ทำให้ค่านำไหลปากใบสูงสุด (323.8 และ 695.6 $mmolH_2Om^{-2}s^{-1}$) คือ 1.195 และ 3.065 kPa ตามลำดับ

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันกับพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตในภาคใต้ตอนบน

จากการสุ่มประเมินองค์ประกอบธาตุอาหารพืชในผลผลิตปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในระยะเก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมัน จำนวน 5 ตัวอย่าง จากส่วนต่างๆของผลผลิต เช่น เปลือก เนื้อ เมล็ด พบว่า ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย ไปกับผลผลิตปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งคิดเป็นปริมาณ ไนโตรเจน 2.5,ฟอสฟอรัส 0.39 ,โพแทสเซียม 3.88 , แมกนีเซียม 0.57,แคลเซียม 0.74,เหล็ก 0.20,แมงกานีส 0.25,สังกะสี 0.06,โบรอน 0.04 กก../ตันผลผลิตทะลายปาล์มสด และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณองค์ประกอบธาตุอาหารพืชอ้างอิงนั้นมีเกณฑ์ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีปริมาณสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ Ng *et.al.*(1967) ได้รายงานไว้ คือ 3.88 และ 3.72 กก./ตันผลผลิตทะลายปาล์ม

จากการประเมินการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านของปาล์มน้ำมันที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามที่เกษตรกรปฏิบัติ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตอัตราการประเมินกรรมวิธีที่ 2 การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (กรรมวิธีที่ 3) การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับกากสะเดา (กรรมวิธีที่ 4) ซึงการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 2-,3 และ 4 มีการใส่ปุ๋ยเคมีปริมาณน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม 10-12% ก็ตาม ติดต่อกัน 3 ฤดูกาลผลิต พบว่ายังคงมีผลประเมินการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมเช่น จำนวนทางใบเพิ่ม ความยาวทางใบ พื้นที่ใบ จำนวนใบย่อย และพื้นที่หน้าตัดแกนทางใบ โดยกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตอัตราการประเมินกรรมวิธีที่ 2 และ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับกากสะเดาตามกรรมวิธีที่ 4 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตของพื้นที่หน้าตัดแกนทางใบมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

การบันทึกจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายสดทุกกรรมวิธี ติดต่อกัน 3 ฤดูกาลผลิต แสดงให้เห็นว่าผลผลิตปาล์มน้ำมันของต้นทดลองที่ทำการจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี มีจำนวนทะลายปาล์มต่อต้นต่อปีและน้ำหนักทะลายสดสะสมเฉลี่ยทั้ง 3 ฤดูกาลผลิตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 5,6และ7) โดยฤดูกาลผลิต 2555 56มีน้ำหนักทะลายสดต่อต้นต่อปีสูงกว่า ในฤดูกาลผลิต 2556-57 เนื่องจากมีปริมาณฝนมากกว่า ฝนกระจายตัวได้ดี ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตในแต่ละกรรมวิธีนั้น พบว่า การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิต (กรรมวิธีที่2) การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (กรรมวิธีที่ 3)และ การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับกากสะเดา (กรรมวิธีที่ 4) ซึ่งมีการใส่ปุ๋ยอัตราน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่ยังคงให้จำนวนทะลายปาล์มและน้ำหนักทะลายปาล์มสดเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยการจัดการปุ๋ยกรรมวิธีที่ 4 ให้ผลผลิตทะลายปาล์มสดต่อต้นต่อปีเฉลี่ยสูงสุด คือ 240 กก./ต้น/ปี ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 8) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่กากสะเดามีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ถึง 1.2 เปอร์เซ็นต์ และสารซัลเฟอร์มักมีบทบาทต่อการชะลอการทำงานของ nitrifying bacteria จึงมีผลให้การสูญเสียไนโตรเจนช้าลง พืชจึงมีโอกาสใช้ไนโตรเจนได้ดีขึ้น (Bhalla1 R.S., and K. V. Devi Prasad ,2008) แต่อย่างไรก็ตาม การจัดหากากสะเดามักมีข้อจำกัดในการวางจำหน่าย ทำให้หาซื้อได้เฉพาะบางพื้นที่ ในทำนองเดียวกัน การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ซึ่งใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีได้ดี แต่ควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย เช่น สภาพน้ำท่วมขัง สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน ฯลฯ

การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืช มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยเฉลี่ย 3 ฤดูกาลผลิตน้อยที่สุด คือ 195 บาทต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 9) และการจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (กรรมวิธีที่ 3) การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชร่วมกับกากสะเดา (กรรมวิธีที่ 4) มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยเฉลี่ย 202.99 และ 213.56 บาทต่อต้นต่อปีตามลำดับ ซึ่งทั้งสามกรรมวิธีมีค่าใช้จ่ายปุ๋ยต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม คือ 219.38 บาทต่อต้นต่อปี ในขณะเดียวกันถึงแม้ว่าจะลดปริมาณการใส่ปุ๋ยลงต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมประมาณ 12-16 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงได้รับผลผลิตได้ดีไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ส่งผลให้มีดัชนีผลตอบแทน (รายรับ/ค่าใช้จ่ายปุ๋ย)สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่2,3 และ 4มีดัชนีผลตอบแทนเฉลี่ยที่ 3.26, 3.29 และ 3.24 ส่วนกรรมวิธีควบคุมมีดัชนีผลตอบแทนต่ำกว่า คือ 2.58

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการทางกายภาพและเคมีของดินทั้งในฤดูกาลผลิตที่ 2554 และ ฤดูกาลผลิตที่ 2555 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสัดส่วนของธาตุอาหารประจุบวก มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกันทั้ง 4 กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย และยังคงมีปริมาณในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดินที่มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงมากกว่า

กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย 2,3 และ 4 ทั้งที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าประมาณ 10% ในทำนองเดียวกันการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน ในฤดูกาลผลิตที่ 2554 และ ฤดูกาลผลิต 2555 พบว่า การจัดการปุ๋ยทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มความเข้มข้นไนโตรเจนในใบต่ำกว่าเกณฑ์ที่เพียงพอของใบปาล์มน้ำมัน ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบมีความเข้มข้นค่อนข้างคงที่และมีมากพียงพอต่อการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความเข้มข้นในใบปาล์มน้ำมัน แต่โพแทสเซียมมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าธาตุอาหารทั้งสองชนิด และไม่สอดคล้องต่อปริมาณการใส่ปุ๋ยโพแทชและความเข้มข้นของโพแทสเซียมในดิน จะเห็นได้จากการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีควบคุมที่มีความเข้มข้นโพแทสเซียมในใบลดลงมากกว่ากรรมวิธีการจัดการปุ๋ย 2,3 และ 4 ทั้งที่มีอัตราใส่ปุ๋ยโพแทชมากกว่าร้อยละ10 ประกอบกับความเข้มข้นโพแทสเซียมในดินก็สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบประมาณการของปริมาณธาตุอาหารที่ใส่เพิ่มและปริมาณธาตุอาหารที่ถูกดูดดึงออกไปโดยผลผลิตเก็บเกี่ยวเฉลี่ยทั้ง 2 ฤดูกาลผลิต พบว่า กรรมวิธีควบคุมมีผลต่างของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมมากเกินกว่าปริมาณที่ใช้ไป 40,80 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 6) ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ที่ทำการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดิน-ผลผลิต มีผลต่างของปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่า คือ 37,73 และ 23 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงให้ผลผลิตได้ดีและมีสถานะธาตุอาหารในดินและใบไม่แตกต่างจากการให้ปุ๋ยปริมาณที่สูงกว่า จึงนับว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยได้ดี ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ถึงแม้จะให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง แต่ผลต่างของปริมาณธาตุอาหารที่ให้และใช้ไปน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 จึงอาจมีผลกระทบต่ออาหารสะสมในต้นและการรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การประเมินค่าสัมประสิทธ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของดิน โดย**นำ** ดินแปลงปลูกปาล์มน้ำมันมาบ่มในห้องปฏิบัติการ หาความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปตามความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินพบว่า มีค่าสัมประสิทธ์การปลดปล่อย 0.7640 (BC_P = 0.7640)(ดังแสดงในภาพที่ 3) นั่นคือ เมื่อใส่ฟอสฟอรัส 100 กรัม P ลงไปในดิน จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้ 76.4 กรัม หรือกล่าวอีกนับหนึ่งคือ สามารถตรึงฟอสฟอรัสได้ 23.6 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดิน

และจากการนำดินแปลงปลูกปาล์มน้ำมันมาบ่มในห้องปฏิบัติการ สกัดโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่เติมลงไปในดิน ประเมินค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของดิน พบว่า มีค่าสัมประสิทธ์การปลดปล่อย 0.6533 (BC_K = 0.6533)(ดังแสดงในภาพที่ 4) ซึ่งแสดงว่าการให้โพแทสเซียมทุกๆ 100 กรัม ดินจะปลดปล่อยให้พืชใช้ได้ 65 กรัม และมีอีกบางส่วนประมาณ 35 กรัม ที่ถูกดูดซับไว้ในอนุภาคดิน นับเป็นข้อมูลทางดินที่สามารถใช้เป็นแนวทางการประเมินการใส่ปุ๋ยได้เฉพาะเจาะจงตามคุณลักษณะของดินได้ดียิ่งขึ้น

การคาดคะเนความต้องการปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินจากสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลด ปล่อยที่เป็นประโยชน์ของปุ๋ยและดินออกสู่สารละลายดิน เป็นอีกแนวทางที่นำมาพัฒนาการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องในแต่ละพื้นที่ตามชนิดดินและปริมาณที่พืชต้องการ (นัจภัค,2550)

การทดลองที่ 1.4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน

แบ่งเป็น 3 งานทดลองย่อยตามอายุของปาล์มน้ำมัน

การทดลองย่อยที่ 1.4.1 ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ผลของอาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตต่อการการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า ทั้งจุลินทรีย์อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดงอก โดยกรรมวิธีที่ 1 ใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์และใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่าง กรรมวิธีที่ 2- 4 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ใช้แต่จุลินทรีย์ดินเพียงอย่างเดียว สะสมน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 1–4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในระยะอนุบาลแรกที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโครไรซา มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยตลอด 3.5 เดือนระหว่าง 0.97–3.31 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ 3 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด และที่ใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยตลอดเวลา 3.5 เดือน ระหว่าง 1.31–3.16 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ 2 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด (ภาคผนวกที่ 1.4.1)

สำหรับอาบัสคูลาร์ไมโครไรซาพบว่า เริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ สัปดาห์ที่ 8 หลังเพาะเมล็ดงอก โดยในการบันทึกข้อมูลครั้งที่ 6 เป็นต้นไป ต้นกล้าปาล์มน้ำมันในกรรมวิธีที่ 5 มีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 1–4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดคือกรรมวิธีที่ 4 มีน้ำหนักแห้งของราก 0.63 กรัม ในขณะที่การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติในสัปดาห์ที่ 7 หลังเพาะเมล็ดงอก โดยการใช้แต่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด จนกระทั่งในการบันทึกข้อมูลครั้งที่ 9 จึงเห็นความแตกต่างระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต กับ การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอย่างเดียวชัดเจนขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 1–4 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของรากมากกว่ากรรมวิธีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด (ภาคผนวกที่ 1.4.2) แต่เมื่อนำน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินรวมกับส่วนรากแล้วพบว่า การใช้จุลินทรีย์อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี มีผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันต่ำกว่ากลุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ปุ๋ยเคมีหรือใช้จุลินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

การเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบ จำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาเริ่มแตกต่างทางสถิติ เมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 7 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ดงอก โดยตั้งแต่สัปดาห์

ที่ 9 หลังเพาะเมล็ดงอก ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยเคมีร่วมกับอาบัสคูลาร์ไมโครไรซามีจำนวนใบมากกว่าที่ใช้เชื้ออาบัสคูลาร์ไมโครไรซาเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (กรรมวิธีที่ 1) และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับอาบัสคูลาร์ไมโครไรซา (กรรมวิธีที่ 1–4)ไม่แตกต่างกัน ซึ่งคล้ายคลึงกับผลของการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ที่ให้จำนวนใบจากการใช้ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยเคมีร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีจำนวนใบมากกว่าการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้จุลินทรีย์ดินทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือเริ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ในสัปดาห์ที่ 7 หลังเพาะเมล็ดงอก หรือในการบันทึกข้อมูลครั้งที่ 3 โดยการใช้อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีพื้นที่ใบมากกว่าการใช้จุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทั้งอาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอาจไม่มีผลต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยตรงแต่จุลินทรีย์ดินทั้ง 2 กลุ่มนี้ ช่วยให้รากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันใช้ประโยชน์จากปุ๋ยเคมีได้เพิ่มขึ้น ยงยุทธและคณะ(2551) ได้อธิบายถึงเส้นใยของเชื้อรากลุ่มไมโครไรซาที่เพิ่มขึ้นจากรากฝอยปกติของพืช จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดสารละลายธาตุอาหารในดินได้มากขึ้น ในขณะที่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจะขับกรดอินทรีย์ออกมาละลายฟอสเฟตโดยตรง จึงทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารพืชได้สูงขึ้น

การทดลองย่อยที่ 1.4.2 ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันปลูกใหม่

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

จำนวนทางใบเพิ่ม พบว่า ผลของ**การใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน** ไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบเพิ่ม

จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบ จำนวนใบย่อย ปีที่ 2 กรรมวิธีที่ 1 เป็นการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ กรรมวิธีที่ 2–4 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับอาบัสคูลาร์ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 5 ใช้เฉพาะอาบัสคูลาร์ไมโคไรซา กรรมวิธีที่ 6–8 ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต กรรมวิธีที่ 9 ใช้เฉพาะจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต พบว่า จำนวนใบย่อยมีความแตกต่างทางสถิติ โดยการใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซา และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะระดับต่าง ๆ มีใบย่อยใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของศูนย์ฯ และในปีที่ 3 จำนวนใบย่อยคล้ายคลึงกับปีที่ 2 แต่ชัดเจนกว่าคือ กรรมวิธีที่ 5 มีจำนวนใบย่อยน้อยที่สุด สำหรับความยาวทางใบมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับจำนวนใบย่อย นั่นคือ กรรมวิธีที่ 5 มีทางใบสั้นที่สุด ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ มีความยาวทางใบใกล้เคียงกัน

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

กรรมวิธีที่ 5 มีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางน้อยที่สุด ทั้งปีที่ 2 และปีที่3 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีในระดับต่างๆ ในกรรมวิธีที่ 2–4 ให้ผลผลิตทะลายใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวตามคำแนะนำ ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างเดียวให้ผลผลิตต่ำสุด คล้ายกับการใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีในกรรมวิธีที่ 6 และ 7 มีผลผลิตทะลายสดใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 1 แต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 9 ที่ใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอย่างเดียว ให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่ำสุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ 8 ซึ่งใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์เพียงร้อยละ 25 ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ จากการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลองพบว่า ความเป็นกรด–ด่างของดินลดลงอย่างมากต่ำกว่า 4.2 จากเดิมที่อยู่ในระดับเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการปูนที่เพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้า หรือความเค็มของดินยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน ปริมาณอินทรียวัตถุลดลงจากระดับที่เหมาะสมเป็นต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม คือต่ำกว่าร้อยละ 2.50 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี แต่คงอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแปรปรวนมาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลปรากฏว่า กรรมวิธีที่ 1 มีโพแทสเซียมใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง กรรมวิธีที่ 2 และ 3 ซึ่งใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 75 และ 50 ยังมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง มากกว่า 120 ส่วนต่อล้าน ในขณะที่กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 25 และใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาอย่างเดียว เหลือต่ำกว่า 100 ส่วนต่อล้าน คล้ายคลึงกันกับกรรมวิธีที่ใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกกรรมวิธี ทั้งก่อนและหลังการทดลองมีปริมาณใกล้เคียง แสดงว่าต้นปาล์มน้ำมันที่ทำการทดลอง ยังคงเป็นในช่วงแรกทั้งการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จึงยังไม่เห็นความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ทั้งอาบัสคูลาร์ไมโคไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เนื่องจากต้นปาล์มน้ำมันอายุน้อย การใช้ธาตุอาหารจึงยังคงไม่มาก ธาตุอาหารในดินจึงอาจมีเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในช่วงแรก

การทดลองย่อยที่ 1.4.3 ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 7 ปี

การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

จำนวนทางใบเพิ่ม พบว่า ผลของกรรมวิธีไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบตลอดการทดลอง นั่นคือทั้งอาบัสคูลลาร์ไมโคไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตไม่ทำให้จำนวนทางใบเพิ่มแตกต่างกัน

จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน

จำนวนใบย่อยเมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำอย่างเดียว กับการใช้ปุ๋ยชีวภาพทั้งอาบัสคูลาร์ไมโคไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์ฯ และการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพียงอย่างเดียว จำนวนใบย่อยไม่แตกต่างกัน สำหรับความยาวทางใบก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับจำนวนใบย่อย คือมีความยาวทางใบใกล้เคียงกัน

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางมีลักษณะคล้ายคลึงกับจำนวนใบย่อยและความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน นั่นคือ ทุกกรรมวิธีมีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน **(ตารางที่ 1.4.2)**

ตารางที่ 1.4.2 พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

กรรมวิธี	พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)				พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร)			
	55	56	57	58	55	56	57	58
1	11.14a	9.11a	9.17a	9.71 a	30.33a	27.48 a	23.84a	28.93a
2	12.69a	10.81a	9.26a	9.71 a	33.67a	27.50 a	24.42a	28.06a
3	11.25a	10.58a	9.87a	8.92 a	33.85a	29.51 a	25.43a	27.31a
4	11.78a	10.10a	10.14a	9.05 a	35.14a	27.79 a	25.45a	27.47a
5	11.36a	8.54a	9.40a	8.36 a	33.41a	25.98 a	25.15a	24.66a
6	11.97a	10.18a	10.03a	10.05 a	34.29a	27.87 a	26.75a	29.78a
7	11.68a	9.83a	9.70a	9.54 a	31.57a	27.72 a	25.36a	25.16a
8	11.56a	10.12a	9.58a	8.90 a	32.48a	27.11 a	24.98a	23.72a
9	13.03a	11.23a	11.11a	10.16 a	34.40a	29.48 a	26.05a	29.60a
C.V.(%)	13.32	14.33	17.06	17.95	15.96	15.21	14.45	25.91a

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การใช้อาบัสคูลาร์ไมโคราซาร่วมกับปุ๋ยเคมีในระดับต่างๆ ในกรรมวิธีที่ 2, 4 และ 6 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับ กรรมวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นการให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโคราซาอย่างเดียวให้ผลผลิตต่ำสุด คล้ายกับกรรมวิธีที่ 8 ซึ่งใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 25 ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ การใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีในกรรมวิธีที่ 3, 4, 7 และ 9 มีผลผลิตใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 1.4.5 ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธี	ผลผลิตทะลาย (กก./ต้น)	จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น)
1	107.97 a	4.24 a
2	105.23 a	3.97 a
3	99.97 a	3.74 a
4	99.02 a	3.88 a
5	89.12 a	3.72 a
6	104.00 a	3.99 a
7	97.83 a	4.01 a
8	90.51 a	3.75 a
9	97.37 a	3.74 a
C.V.(%)	14.58	8.05

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลวิเคราะห์ดินหลังสิ้นสุดการทดลองพบว่า ความเป็นกรด–ด่างของดินมีค่าใกล้เคียงกันกับก่อนการทดลองซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการปูนที่เพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าหรือความเค็มของดินอยู่ในระดับเหมาะสม ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อยแต่ต่ำกว่าร้อยละ 2.50 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเพียงพอทุกกรรมวิธีในบริเวณโคนต้น แต่บริเวณกองทางยังอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแปรปรวนอย่างมาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 1 ซึ่งใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์ฯ มีโพแทสเซียมบริเวณโคนต้นเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ 2 และ 4 ซึ่งใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 75 และ 25 เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมีคำแนะนำของศูนย์ฯ 75 % ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตราตามคำแนะนำของกลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดิน มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง (มากกว่า 120 ส่วนต่อล้าน) หรือระดับที่เหมาะสม ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 และ 8 ใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาเพียงอย่างเดียว และใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์ฯ 25 % ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตราตามคำแนะนำของกลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดินตามลำดับ เหลือต่ำกว่า 100 ส่วนต่อล้าน ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 9 คือใช้ปุ๋ยเคมี 50 % ร่วมกับไมโคไรซา และใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี) มี

โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไกล้เคียงก่อนการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนในกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 25 บริเวณกองทางมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และกรรมวิธีที่ 6 ใช้ปุ๋ยเคมี 75 % ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตบริเวณกองทางก็เพิ่มขึ้นสูง (มากกว่า 110 ส่วนต่อล้าน) เช่นเดียวกัน ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ทั้งก่อนและหลังการทดลองมีปริมาณใกล้เคียงกัน

การทดลองที่ 1.5 การวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตของดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน ศึกษาที่ภาคใต้ ปี 2554

Pedon 1/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ (Tha Sae soil series, mottled variant; Fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Palehumults) ณ ไร่เกษตรกรบ้านห้วยลึก ต.วิสัยใต้ อ.สวี จ.ชุมพร พิกัด 47P 0508631^{E} 1142952^{N} ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 25 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุกชั้นดิน **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 105, 108, 138, 136, 124, 126, 119, 118, 114, 107, 97 และ 101 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 1.17 กก./ต้น

Pedon 2/2554 ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ (Kho Hong soil series; mottled variant; coarse-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiudults ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จุดที่ 1 บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี พิกัด 47P 0569291 1009196 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 17 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุกชั้นดิน **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 109, 120, 145, 142, 118, 117, 114, 122, 108, 108, 91 และ 101 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat seres; fine, mixed, semiactive, isohyperthermic, Plinthaquic Paleudalfs) ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี จุดที่ 2 บ้านท่าแร่ ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี พิกัด 47P 0565973 1009386 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 19 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุก ชั้นดิน ส่วนดินชั้น Bt4 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 109, 120, 145, 142, 118, 117, 114, 122, 108, 108, 91 และ 101 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 1.17 กก./ต้น

Pedon 4/2554 ชุดดินคอหงส์ (Kho Hong soil series; coarse-loamy, kaolinitic isohyperthermic, Typic Kandiudults) ณ ไร่เกษตรกร ต.คลองพน อ.คลองท่อม จ.กระบี่ พิกัด 47P 0522378 0864655 มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 24 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุกชั้นดิน **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 120, 127, 140, 131, 120, 112, 106, 113, 107, 97, 97 และ 108 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 0.91 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 5/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series; Fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic, Typic Kandiudults) ณ สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47 0516315 1182346 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 42 เมตร เป็นดินความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 105, 108, 138, 136, 124, 126, 119, 118, 114, 107, 97 และ 101 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก.ต่อต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 1.17 กก./ต้น

Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาดที่เกิดจากหินแอนดีไซต์ (Khao Kha soil series; andesite derived variant; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic, Typic (kandic) Plinthudults) ณ สหกรณ์นิคมท่าแซะจำกัด จุดที่ 1 ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร พิกัด 47P 0515711 1183999 สูงจากระดับทะเลปานกลาง 42 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 105, 108, 138, 136, 124, 126, 119, 118, 114, 107, 97 และ 101 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) เ 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 1.17 กก./ต้น

Pedon 7/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series; fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiudults) ณ ไร่เกษตรกร บ้านห้วยปิง ต.ราชกรูด อ.เมือง จ.ระนอง พิกัด 47P 0452324 1071853 สูงจากระดับทะเลปานกลาง 10 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 119, 125, 148, 140, 106, 101, 95, 97, 95, 107, 111 และ 113 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 1.52 กก./ต้นไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 8/2554 ชุดดินกระบี่ (Krabi soil series; fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiudults) ณ ไร่เกษตรกร บ้านหงาว ต.หงาว อ.เมือง จ.ระนองพิกัด 47P 0458950 1090438 สูงจากระดับทะเลปานกลาง 20 เมตร เป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการ

ใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 119, 125, 148, 140, 106, 101, 95, 97, 95, 107, 111 และ 113 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 9/2554 ชุดดินหลังสวน (Lang Suan soil series; Coated, isohyperthermic Typic Quartzipsamments) ณ ไร่เกษตรกร หมู่ที่ 3 บ้านลำพด ต.คลองทราย อ.นาทวี จ.สงขลา พิกัด 47N 06766820745310 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 20 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 121, 127, 146, 151, 133, 131, 125, 137, 125, 122, 99 และ 108 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 10/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง (Thasae soil series, high base saturation variant); (fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic, Typic Kandiudults) ณ ไร่เกษตรกร บ้านท่าสวน หมู่ 10 ต.ปาดังเบซาร์ อ.สะเดา จ.สงขลาพิกัด 47N 0646428 0739596 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 46 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ-ปานกลาง **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 111, 135, 133, 131, 114, 111, 109, 111, 108, 104, 89 และ 95 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** จากผลการวิเคราะห์ดินพบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 11 ชุดดินบางสะพานที่มีชั้นดินทรายอยู่ข้างล่าง (Bang Saphan soil series) ณ ไร่เกษตรกร ต.ป่าครอก อ.ถลาง จ.ภูเก็ต พิกัด 47P 0433552 UTM 0885649 สูงจากระดับทะเลปานกลาง 17 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 125 127, 143, 131, 126, 117, 115, 116, 110, 107, 112 และ 114 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** จากผลการวิเคราะห์ดินพบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 0.91 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 12/2554 ชุดดินลำภูรา (Lamphu La soil series; fine, mixed, semiactive, isohyperthermic, Typic Pale humults) ณ ไร่เกษตรกร ต.ทุ่งมะพร้าว อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา พิกัด 47P 0427489 0939948 สูงจากระดับทะเลปานกลาง 30 เมตร เป็นดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 122 116, 135, 129, 108, 98, 98, 100, 93, 91, 107 และ 118 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมี

ที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้น ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) เ1.82 กก./ต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 2.33 กก./ต้น

Pedon 13 ชุดดินชุมพร (Chumporn soil series; clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic, Typic Paleudults) ณ ไร่เกษตรกร หมู่ที่ 5 ต.เขาใหญ่ อ.อ่าวลึก จ.กระบี่ พิกัด 47P 0470979 UTM 0933515 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 66 เมตร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ **การใช้น้ำของพืช** ค่าการใช้น้ำของพืชตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม มีค่าเท่ากับ 120, 127, 140, 131, 120, 112, 106, 113, 107, 97, 97 และ 108 มม./เดือน **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับปาล์มน้ำมัน** พบว่า ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ คือ ยูเรีย (46-0-0) 3.04 กก./ต้นไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) 1.82 กก.ต่อต้น โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 0.58 กก./ต้น (ภาคผนวกที่1.5.1-3)

ศึกษาที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2556

Pedon 1/2556 ชุดดินโพนงาม (Phon Ngam soil series; Fine-loamy mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustults) ณ ไร่เกษตรกร หมู่ 12 ต. เอราวัณ อ.เอรวัณ จ.เลย พิกัด 47Q 0815564 1923551 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 2/2556 ชุดดินเลย (Lo soil series; Very fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Eutrustox) ณ ไร่เกษตรกร หมู่ 13 ต. เอราวัณ อ.เอรวัณ จ.เลย พิกัด 48Q 0812824 1917850 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 3/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series; Very- fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) ณ ไร่เกษตรกร บ้านวังเลา หมู่ 1 ต. เอราวัณ อ.เอรวัณ จ. เลย พิกัด 47Q 0810811 1924694 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

Pedon 4/2556 ชุดดินลพบุรีที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล (Lop Buri soil series; Very - fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts) ณ ไร่เกษตรกร อ. นาด้วง จ. เลย พิกัด 48Q 0811141 1925965 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 5/2556 ชุดดินวาริน (Warin soil series; Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Typic Kandiustults) ณ ไร่เกษตรกร หมู่ 9 ต. เซกา อ.เซกา จ.บึงกาฬ พิกัด 48Q 0393270 1981057 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 6/2556 ชุดดินโคราช (Korat soil series; Fine-loamy siliceous, isohyperthermic Typic (Oxyaquic) Kandiustults) ณ ไร่เกษตรกร บ้านไทยเสรี อ.เซกา จ.บึงกาฬ พิกัด 48Q 0388872 1991873 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 7/2556 ชุดดินเพ็ญ (Phen soil series; *Loamy-skeletal mixed subactive, isohyperthermic Aeric Plinthic Paleaquults)* ณ ไร่เกษตรกร อ เมือง จ. บึงกาฬ พิกัด 48Q 0381232 2013632 เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 8/2556 ชุดดินน้ำพอง (Nam Phong soil series; *Loamy, siliceous, isohyperthermic Grossarenic Haplustalfs)* ณ ไร่เกษตรกร อ เมือง จ. บึงกาฬ พิกัด 48Q 0381232 2013632 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 9/2556 ชุดดินนครพนม (Nakhon Phanom soil series; *Fine, kaolinitic, isohyperthermic Aeric Plinthic Paleaquults)* ณไร่เกษตรกร อ.บุ่งค้า จ.บึงกาฬ พิกัด 48Q 0394135 2021943 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 10/2556 ชุดดินโพนพิสัย (Phon Phisai soil series; *Loamy-skeletal over clayey, kaolinitic, isohyperthermic Typic (Oxyaquic Plinthic) Paleustults* ณ ไร่เกษตรกร ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรหนองคาย อ. รัตนวาปี จ. หนองคาย พิกัด 48Q 0304817 2007456 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ(ภาคผนวกที่1.5.4-6)

ศึกษาที่ภาคกลางและภาคตะวันออก ปี 2557

Pedon 1/2557 ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priao soil series; *Very-fine, mixed, active, acid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts)* ณ แปลงเกษตรกร นายบุญชนะ ปาลิยะสิทธิ์ หมู่ 4 ต. พืชอุดม อ. ลำลูกกา จ. ปทุมธานีพิกัด 47 7050899E 1548613N เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao soil series; *Fine (Very-fine), mixed, nonacid, semiactive, isohyperthermic Vertic Endoaquepts)* ณ แปลงเกษตรกร นายเทียน พุทธซ้อน 30/1 หมู่ที่ 2 คลอง 8 ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี พิกัด 47 6925961E 1557393N เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkhara soil series; *Very-fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts)* ณ แปลงเกษตรกร นายรังสรรค์ ลีลากนก 68 หมู่ที่ 8 ตำบล หนองหมู อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี พิกัด 47 7081279E 15 80830N เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 4/2557 ชุดดินรังสิต (Rangsit soil series; Very-fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts) ณ ศูนย์ศึกษาและพัฒนาพื้นที่สวนส้มร้างทุ่งรังสิตเพื่อปลูกปาล์มน้ำมัน ของบริษัทบางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) ร่วมกับกระทรวงเกษตรและ

สหกรณ์ กระทรวงพลังงานและธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 5/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak soil series; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandihumults) ณ แปลงเกษตรกรนายธีรพงศ์ เลาหะวงศ์ เกษม 26/4 หมู่ที่ 2 ตำบลสตอ อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด พิกัด 48P 221351 1387714 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 6/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak soil series; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandihumults) ที่เป็นดินตื้น ณ แปลงเกษตรกรนายธีรพงศ์ เลาหะวงศ์เกษม 26/4 หมู่ที่ 2 ตำบลสตอ อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด พิกัด 48P 221351 1387714 เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 7/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series; *Very fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts)* ณ ไร่เกษตรกร นายประเสริฐ จำนงผล ร้านอุปกรณ์ก่อสร้างชุมแสง เลขที่ 78 หมู่ที่ 6 ตำบลเขาสมิง อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด พิกัด 48P 223626 1363432 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 8/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series; Very fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts) ณ แปลงเกษตรกรบริเวณแยกหนองสีงา หมู่ที่ 3 ถนนหนองพงแดง ตำบลโขมง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี พิกัด 47P 821948 1398010 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 9/2557 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ.ท่าตะเกียบ จ.ฉะเชิงเทรา ณ แปลงเกษตรกร หมู่ที่ 12 ต. คลองตะเกรา อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา พิกัด 47P 0791693 1479916 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 10/2557 ชุดดินผักกาด ที่มีด้านล่างเป็นกรวด (Phak Kat soil series: Pat-gd gravelly subsoils variant; Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Plinthaquic Paleudalfs) ณ แปลงเกษตรกร หมู่ที่ 9 บ้านเขาสามชั้น ต. บ่อทอง อ. บ่อทอง จ.ชลบุรี พิกัด 47P 769529 1468430 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 11/2557 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี ณ แปลงเกษตรกรนายไพโรจน์ ม. 1 ต. หนองเสือช้าง อ. หนองใหญ่ จ. ชลบุรี พิกัด 47P 746210 1613601 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางต่ำ

Pedon 12/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series; *Very fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Sulfic Endoaquepts)* ณ แปลงเกษตรกรบ้านนายประยูร ชาตะกูล 58/3 หมู่ที่ 2 ต. โขมง อ. ท่าใหม่ จ.จันทบุรีพิกัด 47P 822464 1397827 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ศึกษาที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก ปี 2558

Pedon 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series; Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs) ณ ศวพ.สุโขทัย ตำบลคลองตาล อำเภอ ศรีสำโรง สุโขทัย พิกัด 47Q 0590763N 1897557E เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series; Fine-loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic (Fluventic) Haplustepts) ณ ศวพ.สุโขทัย ตำบลคลองตาล อำเภอ ศรีสำโรง สุโขทัย พิกัด 47Q 0590311N 1897598**E** เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 3/2558 ชุดดินลี้ (Li soil series; Clayey-skeletal, mixed, semiactive, shallow, isohyperthermic, Ultic Haplustalfs) ณ ไร่เกษตรกร ต.บ้านแกร่ง อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย พิกัด 47Q 0564399N 1928934E เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 4/2558 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ณ ไร่เกษตรกร บ้านหนองหมื่นชัย ต. ไทยชนะศึก อ. ทุ่งเสลี่ยม จ. สุโขทัย 47Q 0563225N 1928934E เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 5/2558 ชุดดินเรณู (Renu soil series; Fine-loamy, mixed, semiactive isohyperthermic (Aeric) Plinthic Paleaquults ณ แปลงเกษตรกรบริษัทไทยอีสเทิร์น สำนักงานสาขาพิษณุโลก 55 หมู่ 3 ต.ทับยายเชียง อ. พรหมพิราม จ. พิษณุโลก พิกัด 47Q 0633342N 1889119E เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 6/2558 ชุดดินบางมูลนาก (Bang Mun Nak soil series; Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Aeric Endoaquepts) ณ ศวพ.พิจิตร พิกัด 47Q 0636325N 1818105E เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ปานกลาง-ต่ำ

Pedon 7/2558 ชุดดินลำปาง (Lampang soil series; Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic (Aeric) Endoaqualfs) ณ ไร่เกษตรกรบริษัทไทยอีสเทิร์น บ้านดงน้อย ต.ท่าหมื่นราม อ.วังทอง จ. พิษณุโลก พิกัด 47P 657928 1841575 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 8/2558 ชุดดินอุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series; Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aquic Haplustalfs) ณ แปลงเกษตรกรบริษัทไทยอีสเทิร์น บ้านคลองกะโพ้ะ หมู่ 6 ต.บ้านโคน อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์ พิกัด 47P 622085 1905976 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series; Coarse-loamy, mixed, active, calcareous, isohyperthermic Typic Ustifluvents) ณ แปลงเกษตรกรคุณสมเดช ใจดี หมู่ที่ 2 ต.นิคมกระเสียว อ. ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี พิกัด 47P 0561862 1641323 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 10/2558 ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน (Bang Saphan fine loamy variant: Bs-fl) ณ แปลงเกษตรกร คุณจิรภัส จิตรภาสย์ บ้านร่อนทอง หมู่ 5 ต.ร่อนทอง อ. บางสะพาน จ. ประจวบคีรีขันธ์ พิกัด 47P 0547142 1247496 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 11/2558 ชุดดินหุบกะพง (Hup Krapong soil series; Coarse-loamy, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs) ณ ศวพ.เพชรบุรี ต.สามพระยา อ.ชะอำ จ. เพชรบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี จ. เพชรบุรี พิกัด 47P 0593310 1395881 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

Pedon 12/2558 ชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya soil serie; Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Kanhaplic Haplustults) ณ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร ต.หนองพลับ อ.หัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์ พิกัด 47P 0581605 1395446 เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

การทดลองที่ 1.6 การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน

จากข้อมูลผลผลิตทะลายปาล์มและองค์ประกอบการเจริญเติบโต จำนวน 432 ต้น มาจัดแปลงทดลองขนาดต่างๆ ได้ 13 ขนาด 37 รูปร่าง คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) สมการถดถอย (Regression Equation) ของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ดำเนินการปี 2554 และทดลองซ้ำในปี 2555–2556 เพื่อยืนยันผล สรุปผลดังนี้

สมการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนขององค์ประกอบการเจริญเติบโตได้แก่ ความยาวใบ จำนวนทางใบทั้งหมด จำนวนทางใบเพิ่ม พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนใบ ผลผลิต ได้แก่ จำนวนทะลายต่อต้น และน้ำหนักทะลายต่อต้น

ดัชนีการเจริญเติบโต	สมการถดถอยของความสัมพันธ์	ดัชนีการเจริญเติบโตและผลผลิต	สมการถดถอยของความสัมพันธ์
ความยาวใบ	$\hat{y}_{54}$= 9.680 $X^{-0.242}$ (R^2=96.32%)	**จำนวนใบเพิ่ม**	$\hat{y}_{55}$= 3.931 $X^{-0.411}$ (R^2= 84.01%)
	$\hat{y}_{55}$= 8.020 $X^{-0.257}$ (R^2=93.90%)		$\hat{y}_{56}$= 11.094 $X^{-0.438}$ (R^2= 96.90%)
	$\hat{y}_{56}$= 9.376 $X^{-0.227}$ (R^2=91.93%)	**พื้นที่หน้าตัดแกนทาง**	$\hat{y}_{54}$= 15.343$X^{-0.306}$ (R^2=96.46%)
ทางใบทั้งหมด	$\hat{y}_{54}$= 11.812 $X^{-0.551}$ (R^2= 85.73%)		$\hat{y}_{55}$= 19.712 $X^{-0.424}$ (R^2= 99.20%)
	$\hat{y}_{55}$= 5.608 $X^{-0.435}$ (R^2= 90.28%)		$\hat{y}_{56}$= 17.384 $X^{-0.376}$ (R^2= 98.0%)
	$\hat{y}_{56}$= 5.948 $X^{-0.384}$ (R^2= 93.11%)	**จำนวนทะลายต่อต้น**	$\hat{y}_{55}$= 25.677 $X^{-0.366}$ (R^2= 97.91%)
พื้นที่ใบ	$\hat{y}_{54}$= 16.421 $X^{-0.350}$ (R^2= 97.69%)		$\hat{y}_{56}$= 28.201 $X^{-0.292}$ (R^2= 95.80%)
	$\hat{y}_{55}$= 16.244 $X^{-0.404}$ (R^2= 96.62%)	**น้ำหนักทะลาย**	$\hat{y}_{54}$= 57.283 $X^{-0.453}$ (R^2= 98.36%)
	$\hat{y}_{56}$= 18.112 $X^{-0.483}$ (R^2= 98.15%)		$\hat{y}_{55}$= 29.217 $X^{-0.387}$ (R^2= 95.98%)
			$\hat{y}_{56}$= 21.164 $X^{-0.243}$ (R^2= 92.40%)

จากเส้นสมการถดถอย (Regression Line) นำมาใช้พิจารณาตัดสินมาตรฐานแปลงทดลอง โดยพิจารณาจากจุดที่เส้นสมการมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ควบคู่กับอัตราส่วนการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับจำนวนต้น ซึ่งสรุปได้ว่ามาตรฐานแปลงทดลองของปาล์มน้ำมันเมื่อต้องการศึกษา

ความยาวใบ ให้เก็บ 4 ต้น ซึ่งผลการทดลอง 3 ปี ให้ผลเหมือนกัน โดยเฉพาะปี 2555–2556 เส้นถดถอยเกือบทับกันสนิท (coincide) สำหรับรูปร่างของแปลงทดลองที่เหมาะสม ทดสอบความเหมือนของ Variance ที่ขนาดแปลงทดลอง 4 ต้น พบว่าไม่แตกต่างกันนั่นคือ เป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมด้านขนานใดๆ

จำนวนทางใบทั้งหมด จากการศึกษาปี 2554–2556 พบว่า ในปี 2554 ให้เก็บข้อมูล 6 ต้น ปี 2555–2556 ผลสรุปเหมือนกันคือ เก็บข้อมูล 4 ต้น เมื่อนำมาทดสอบความเหมือนกันของสัมประสิทธิ์ความถดถอย (Homogeneity of Regression Coefficients) ของเส้นสมการถดถอยทั้ง

3 เส้น (3 ปี) พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นการเก็บข้อมูลจำนวนทางใบทั้งหมดให้เก็บ 4–6 ต้น หรือขนาดแปลง 280.6–420.9 ตารางเมตร ถ้าความแปรปรวนระหว่างต้นมีน้อยเก็บ 4 ต้นก็เพียงพอ แต่เมื่อไรก็ตามมีความแปรปรวนระหว่างต้นมากควรเก็บ 6 ต้น สำหรับรูปร่างของแปลงทดลองเช่นเดียวกับความยาวใบ สรุปได้ว่ารูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานใดๆ

จำนวนทางใบเพิ่ม เริ่มเก็บข้อมูลปี 2555–2556 ผลการศึกษา 2 ปี ให้ผลไม่เหมือนกัน โดยปี 2555 ให้เก็บ 4 ต้นหรือ 280.6 ตารางเมตร ปี 2556 เก็บ 6 ต้นหรือ 420.9 ตารางเมตร นำมาทดสอบความเหมือนกันของสัมประสิทธิ์การถดถอยของเส้นสมการถดถอยทั้ง 2 เส้น (2 ปี) พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นสรุปผลทั้งจำนวนต้นและรูปร่างเช่นเดียวกับจำนวนทางใบทั้งหมด

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง ผลการทดลอง 3 ปีของ 2 ลักษณะพบว่า ให้ผลเหมือนกันคือ จำนวนต้นที่เหมาะสม 8 ต้นหรือขนาดแปลง 561.2 ตารางเมตร

จำนวนทะลายต่อต้น เก็บข้อมูลปี 2555–2556 ผลการทดลอง 2 ปี ให้ผลเหมือนกันคือ จำนวนต้นที่เหมาะสมสำหรับจำนวนทะลายต่อตันให้เก็บ 12 ต้นหรือขนาดแปลง 841.8 ตารางเมตร

น้ำหนักทะลายต่อต้น ผลการทดลอง 3 ปี ปี 2555–2556 ให้ผลเหมือนกันคือ จำนวนต้นที่เหมาะสมสำหรับน้ำหนักทะลายเก็บ 12 ต้น หรือขนาดแปลง 841.8 ตารางเมตร โดยในปี 2554 ซึ่งเป็นปีเริ่มต้นของการเก็บข้อมูลผลผลิตมีความแปรปรวนมาก ดังนั้นจำนวนต้นที่เหมาะสมจึงมากกว่า 2 ปีหลัง จึงให้เก็บ 16 ต้นหรือขนาดแปลง 1122.4 ตารางเมตร ได้ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยของเส้นสมการถดถอยทั้ง 3 เส้น (3 ปี) พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยพิจารณาถึงความแปรปรวนด้วย ถ้าผลผลิตปีนั้นๆ มีความสม่ำเสมอเกิน 12 ต้นก็เพียงพอ แต่ถ้ามีความแปรปรวนของผลผลิตควรเก็บ 16 ต้น โดยรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือเก็บ 1 แถว 12 ต้นหรือ 12 แถว 1 ต้นหรือ 2 แถว 6 ต้นหรือ 3 แถว 4 ต้น

การทดลองที่ 1.7 การศึกษาการฟื้นฟูความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมันที่ขาดการดูแลรักษา

ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน นำค่าวิเคราะห์ใบปี 2554 ที่ได้มาแปลผลและกำหนดปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบในปี 2554 ในกรรมวิธีที่ 2 และ 4 ดังนี้

- ปริมาณ N ที่ได้มีค่า 1.93 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 2.384-2.635 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,875 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2,342 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ P ที่ได้มีค่า 0.12 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.153 - 0.169 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,250 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 1,563 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ K ที่ได้มีค่า 0.73 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.954-1.166 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,875 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2,342 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ Mg ที่ได้มีค่า 0.21 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,000 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 1,250 กรัมต่อต้น

นำค่าวิเคราะห์ใบที่ได้ปี 2555 มาแปลผลและกำหนดปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบในปี 2555 ในกรรมวิธีที่ 2 และ 4 ดังนี้

- ปริมาณ N ที่ได้มีค่า 1.97 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 2.384-2.635 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 2,342 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2,928 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ P ที่ได้มีค่า 0.13 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.153-0.169 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,563 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 1,954 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ K ที่ได้มีค่า 0.81 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.954-1.166 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 2,342 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2,928 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ Mg ที่ได้มีค่า 0.29 ซึ่งมีค่ามากกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมลดลง 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,250 กรัมต่อต้น ต้องใส่ลดลงเป็น 938 กรัมต่อต้น

นำค่าวิเคราะห์ใบที่ได้มาแปลผลและกำหนดปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบในปี 2556 ในกรรมวิธีที่ 2 และ 4 ดังนี้

- ปริมาณ N ที่ได้มีค่า 1.96 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 2.384-2.635 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 2,928 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 3,659 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ P ที่ได้มีค่า 0.15 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.153-0.169 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 1,954 กรัมต่อต้น ต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2,442 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ K ที่ได้มีค่า 0.18 ซึ่งน้อยกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าวิกฤต 0.954-1.166 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมเพิ่มขึ้น 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 2,928 กรัมต่อต้น ต้องใส่ลดลงเป็น 2,196 กรัมต่อต้น

- ปริมาณ Mg ที่ได้มีค่า 0.26 ซึ่งมีค่ามากกว่าช่วงเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.24 ดังนั้นต้องใส่ปุ๋ยจากเดิมลดลง 25% ซึ่งจากเดิมใส่ 938 กรัมต่อต้น ต้องใส่ลดลงเป็น 703 กรัมต่อต้น

การเจริญเติบโตปาล์มน้ำมัน

ปี 2554 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบทำให้พื้นที่ใบและจำนวนใบย่อยเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ทะลายเปล่าอย่างเดียวทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่การใส่ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบเพียงครึ่งหนึ่งร่วมกับการใส่ทะลายเปล่า (กรรมวิธีที่ 4) ส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดแกนทางและความยาวใบมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

ปี 2555 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบทำให้พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางและความยาวทางใบเฉลี่ยสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบเพียงครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีที่ 2 ร่วมกับการใส่ทะลายเปล่าครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีที่ 3 นั้น มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบย่อยทางเดียว มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ค่าเฉลี่ยคือ 81.69 ซม. และ 184.47 ใบ ตามลำดับ

ปี 2556 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบทำให้ จำนวนใบย่อยทางเดียว และความยาวทางใบเฉลี่ยคือ 187.97 ใบ และ 578.67 ซม. ตามลำดับ สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ความยาวทางใบแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการใส่ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบเพียงครึ่งหนึ่งร่วมกับการใส่ทะลายเปล่า (กรรมวิธีที่ 4) ส่งผลให้พื้นที่ใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและพื้นที่หน้าตัดแกนทางสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ Fairhurst *et al.*, (2005) รายงานว่าปาล์มน้ำมันอายุน้อยกว่า 6 ปีนั้นมีปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมในช่วง 2.60-2.80 % โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมในช่วง 0.16-0.19% โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบที่เหมาะสมในช่วง 1.10-1.30% โดยน้ำหนักแห้ง การให้ธาตุอาหารปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบนั้นเป็นการชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียไปในรูปของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในแต่ละปี

ผลผลิตทะลายสด

ผลผลิตปาล์มน้ำมันอายุ 10 ปีพบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ 50% ร่วมกับทะลายเปล่า แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ทะลายเปล่าอย่างเดียว จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของกรรมวิธีที่ 2 และ 4 มีค่าสูงสุดเช่นเดียวกัน เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยหรือการใส่ทะลายเปล่าเพียงอย่างเดียว เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 11-12 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ 50% ร่วมกับทะลายเปล่าให้ผลผลิตและน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด ส่วนการใส่ทะลายเปล่าอย่างเดียวให้จำนวนทะลายเฉลี่ยสูงสุด ทั้งปี 2555 และ 2556 (ตารางที่1.7.1) สุรกิตติ และคณะ (2547) รายงานว่านอกจากปุ๋ยเคมี การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินโดยใส่ทะลายเปล่า ช่วยปรับโครงสร้างของดินให้ร่วนซุยมากขึ้น ทำให้สภาพดินโปร่งขึ้น เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 5-7 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพได้ดี เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดิน และมีธาตุอาหารเสริมมากกว่าปุ๋ยเคมี แต่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักในการใช้ปุ๋ยสูง การใช้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับร่วมกับการใช้

ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตได้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (สุรกิตติและคณะ , 2553)

ตารางที่ 1.7.1 ผลผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 10-12 ปี ในปี 2554-2556

กรรมวิธี	ผลผลิตทะลายสด (กก/ต้น)	ผลผลิตทะลายสด (กก./ไร่)	จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น)	น้ำหนักทะลาย (กก./ทะลาย
ปี 2554				
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	89.96b	1,979.21	5.37b	15.48a
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	177.53a	3,905.70	8.90a	17.59a
ใส่ทะลายเปล่า	108.84b	2,394.48	6.23b	13.50a
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	171.32a	3,769.08	9.03a	17.16a
C.V. (%)	23.5	-	16.8	19.4
ปี 2555				
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	154.07a	3,389.54	8.64b	17.72a
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	177.70a	3,909.40	9.54ab	18.58a
ใส่ทะลายเปล่า	203.74a	4,482.28	10.25a	19.93a
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	233.25a	5,131.50	9.56ab	24.20a
C.V. (%)	29.9	-	10.6	26.2
ปี 2556				
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	159.81b	3,515.82	9.57b	16.65c
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	198.01a	4,356.22	10.41ab	19.04ab
ใส่ทะลายเปล่า	206.69a	4,547.18	11.66a	17.73bc
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	221.75a	4,878.50	11.18ab	19.86a
C.V. (%)	9.5	-	10.8	5.5

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละสดมภ์ ไม่มีความต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การทดลองที่ 1.8 การศึกษาสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของปาล์มน้ำมัน

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1. การชักนำการเปิดปากใบและศักย์ของน้ำในใบ ในสภาวะน้ำท่วมขัง 30 วัน ค่าการชักนำการเปิดปากใบและศักย์ของน้ำในใบของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าสูงที่สุด (308.33 มิลลิโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และ -0.50 MPa) เมื่อเทียบกับต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน

และเมื่อขังน้ำนานกว่า 30 วัน การตอบสนองแปรปรวนค่อนข้างสูง และเมื่อขังน้ำนาน 65 วัน ค่าชักนำการเปิดปากใบและศักย์ของน้ำในใบต่ำสุดทุกกรรมวิธี

2. ปริมาณความเข้มสีและคลอโรฟิลล์ในใบ ในสภาวะน้ำท่วมขังนาน 30-120 วัน ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีความเข้มสีใบสูงที่สุด และตลอดการทดลองค่าความเข้มสีใบเฉลี่ย 61.23 เช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์ a b และคลอโรฟิลล์รวมสูงสุดในต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนคือ 0.39 0.13 และ 0.51 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ

3. จำนวนปากใบ ในสภาวะขังน้ำ ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีจำนวนปากใบด้านล่างเฉลี่ยสูง 23.10 ปากใบ/ตร.มม. ใกล้เคียงกับอายุ 18 เดือน และสูงกว่าอายุ 8 และ 12 เดือน และในช่วงขังน้ำนาน 65 วัน ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีแนวโน้มของจำนวนปากใบด้านล่างสูงที่สุด

การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

ผลจากน้ำท่วมขัง 0-120 วัน พบว่า ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีพื้นที่ใบ 1.74 ตร.ม. พื้นที่หน้าตัดแกนทาง 6.98 ตร.ซม. ความยาวทางใบ 193 ซม. รองลงมาคือต้นปาล์มน้ำมันอายุ 18 12 และ 8 เดือน โดยพื้นที่ใบและความยาวทางใบของต้นปาล์มน้ำมันทุกช่วงอายุเพิ่มมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงขังน้ำนาน 120 วัน และไม่มีผลทำให้พื้นที่ใบและความยาวทางใบของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ลดลง ส่วนพื้นที่หน้าตัดแกนทางพบว่า มีค่าสูงที่สุดในเดือนเมษายนและค่อยลดลงเมื่อขังน้ำนานขึ้น ผลต่างของการเจริญเติบโตพบว่า เมื่อขังน้ำนานขึ้นอัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าต่ำสุด และอายุ 8 เดือนมีค่าสูงสุด นั่นคือในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุมากมีแนวโน้มลดลง

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสด หลังน้ำท่วมขังนาน 120 วัน พบว่า ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมด รากและดอก สูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 เดือน และเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดที่ลดลงของต้นปาล์มน้ำมัน พบว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดทุกส่วนที่ลดลงของสภาวะน้ำท่วมขังต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือน 43.76 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน (37.93 42.39 และ 43.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

การทดลองที่ 1.9 เทคโนโลยีการจัดการน้ำในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การเจริญเติบโต ปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี การเจริญเติบโตด้านต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อให้น้ำที่ระดับที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1.9.1)

ตารางที่ 1.9.1 จำนวนทางใบทั้งหมด จำนวนทางใบเพิ่ม ความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อย และพื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำระดับต่างกันอายุ 8 ปี ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย

กรรมวิธี	จำนวนทางใบทั้งหมด (ใบ)	จำนวนทางใบเพิ่ม (ใบ)	ความยาวทางใบ (ม.)
ไม่ให้น้ำ	45.4	19.0	4.8
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	46.0	20.3	4.9
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	46.4	20.4	5.0
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	47.4	20.2	5.1
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	4.00	4.98	4.24

กรรมวิธี	พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ตร.ซม.	จำนวนใบย่อย (ใบ)	พื้นที่ใบ (ตร.ม)
ไม่ให้น้ำ	19.9	314	8.5
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	22.6	318	8.6
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	21.7	318	8.8
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	23.1	319	8.8
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	9.54	1.63	5.28

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

การออกดอก พบว่า หลังการจัดการน้ำตามกรรมวิธี การให้น้ำยังไม่ส่งผลต่อการออกดอก จึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างจำนวน ชนิดช่อดอก และอัตราส่วนเพศ

ผลผลิต *จำนวนทะลาย*ที่ให้น้ำแตกต่างกัน พบว่า ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี จำนวนทะลายแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย ใจำนวนทะลายมากสุด 12.3 ทะลายต่อต้นต่อปี รองลงมาคือ ปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำ 0.8 และ 1.0 เท่าของค่าระเหย ส่วนการไม่ให้น้ำจำนวนทะลายน้อยที่สุด สำหรับปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี พบว่า จำนวนทะลายไม่มีความแตกต่างทางสถิติทั้ง 4 กรรมวิธี *น้ำหนักทะลาย* ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปี ที่ให้น้ำให้น้ำหนักทะลายมากกว่าไม่ให้น้ำ แต่ในกลุ่มที่ให้น้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปีพบว่า เป็นในทิศทางเดียวกัน *ผลผลิต* พบว่า ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปีที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยมีผลผลิตสูงสุด ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำ 1.0 และ 0.8 เท่าของค่าระเหย แต่แตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำ

เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี พบว่า ผลผลิตของปาล์มน้ำมันทั้ง 4 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่า ปาล์มน้ำมันเมื่อมีการให้น้ำจะมีศักยภาพการให้ผลผลิตได้เพิ่มขึ้นตามศักยภาพของพันธุ์ได้ การให้น้ำปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 7-8 ปี ที่ระดับ 1.2 เท่าของค่าระเหย ให้ผลผลิตมากกว่าไม่ให้น้ำ 19.89 เปอร์เซนต์ ซึ่ง Corley and Hong (1982) พบว่า ถ้าผลผลิตต่างกันกว่า 20% เหมาะสมที่จะลงทุนติดตั้งระบบให้น้ำและจะคุ้มทุนภายในระยะเวลา 8-10 ปี หลังจากปลูกปาล์มน้ำมันโดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมปานกลางที่สภาพภูมิอากาศอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

ตารางที่ 1.9.2 จำนวนทะลายปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำต่างกันอายุ 7-8 ปี ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย

กรรมวิธี	จำนวนทะลาย (ทะลาย/ต้น/ปี)		
	ปี7	ปี8	เฉลี่ย
ไม่ให้น้ำ	10.1b	9.3	9.9
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	12.1a	9.8	10.9
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	12.0a	9.9	10.6
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	12.3a	10.6	11.4
F-test	*	ns	ns
CV (%)	7.54	9.71	6.61
	น้ำหนักทะลาย (ก.ก.)		
ไม่ให้น้ำ	16.6b	14.4b	15.5b
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	17.6a	14.5ab	15.9ab
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	17.4a	15.9a	16.7a
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	17.7a	16.0a	16.8a
F-test	*	*	**
CV (%)	2.3	5.0	2.83
	ผลผลิต (ก.ก./ต้น/ปี)		
ไม่ให้น้ำ	176.6b	140.8	158.7b
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	196.8ab	141.0	168.9b
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	210.5a	144.9	177.6ab
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	211.6a	168.8	190.2a
F-test	*	ns	**
CV (%)	6.96	9.67	5.07

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

การทดลองที่ 1.10 การศึกษาเทคโนโลยีการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดยโสธร

เพาะเลี้ยงเมล็ดงอกปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น วันที่ 4 มีนาคม 2557 และได้ย้ายลงถุงใหญ่วันที่ 23 กรกฎาคม 2557 ให้น้ำและใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 15-15-15 คีเซอร์ไรต์ และโบแร็กซ์ ใส่ปุ๋ยเคมี ทุก ๆ 2 สัปดาห์

เตรียมพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร ได้ไถเตรียมพื้นที่ 31 ไร่ เตรียมหลุมปลูกเดือนกุมภาพันธ์ 2558 โดยใส่ปุ๋ยหมักรองก้นหลุม 10 กก./หลุม วางระบบน้ำมินิสปริงเกอร์ตามกรรมวิธีที่วางไว้ในเดือนมีนาคม 2558 ปลูกปาล์มน้ำมัน เมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2558 ดูแลรักษา ให้น้ำ กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย เมื่อวันที่ 11 กันยายน 2558 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 100 กรัม/ต้น และอายุ 3 เดือน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 200 กรัม/ต้น ร่วมกับปุ๋ยคีเซอร์ไรท์ 100 กรัม/ต้น

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนามพบว่า เป็นชุดดินสตึก การระบายน้ำดี การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลางถึงเร็ว การจำแนกดิน Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Typic Kandiustults มีพัฒนาการหน้าตัดดินเป็นแบบ Ap-Bt๑-Bt๒-Btg๑-Btg๒ เป็นดินลึกมาก มีชั้นดินบนหนา ๓๐ เซนติเมตร ดินบนเป็นดินทรายร่วน (loamy sand) สีน้ำตาลเข้ม ดินล่างเป็นดินทรายร่วน (loamy sand) ตลอดหน้าตัดดินสีน้ำตาลปนแดงไปจนถึงสีน้ำตาล โครงสร้างดินเป็นแบบก้อนเหลี่ยมมุนมน (Subangular blocky structure) ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH-๖.๕) ในดินบน และเป็นกรดจัดมาก (pH ๔.๕-๕.๐) ในดินล่าง ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ของดินนี้ คือ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อินทรียวัตถุต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำด้วย เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ

การทดลองที่ 1.11 ศึกษาเทคนิคการให้ธาตุอาหารทางลำต้นปาล์มน้ำมันทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน

การเจริญเติบโต พบว่า การให้ธาตุอาหารทางลำต้นไม่มีผลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบและจำนวนทางใบทั้งหมด จำนวนใบย่อย ความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบ ตลอดเวลา 3 ปีที่ทดลอง

ผลผลิต พบว่า ตลอดเวลา 3 ปีที่ทดลอง (ตารางที่ 1.11.1) เมื่อเปรียบเทียบกับ yield profile พบว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่า yield profile ในทุกกรรมวิธี ปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดลองอายุ 10 ปี โดยปีที่ 6–10 ไม่มีการดูแลรักษาหรือให้ปุ๋ย ผลผลิตที่ได้ในปีแรกจึงมีค่าต่ำ เนื่องจากการปฏิบัติดูแลรักษาก่อนหน้านี้ ปีที่ 2 ผลผลิตยังคงต่ำจากสภาวะแล้งช่วงแล้งยาวนาน ปีที่ 3 ผลผลิตยังต่ำกว่า yield profile ค่อนข้างมากเช่นกัน

ตารางที่ 1.11.1 ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 11-13 ปี ที่มีเทคนิคการให้ธาตุอาหารแตกต่างกัน

กรรมวิธี	ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน (กก./ต้น)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1	120.33	94.67	125.28
2	125.50	93.63	118.60
3	127.35	95.50	116.85
4	141.53	101.44	113.15
5	124.10	98.28	114.73
LSD.05	ns	ns	ns
C.V.(%)	10.37	11.31	11.57

จากผลวิเคราะห์ดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองเปรียบเทียบกับก่อนทดลอง พบว่า ระดับความเป็นกรด–ด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสม ความต้องการปูนลดลงเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้าหรือความเค็มของดินยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน ปริมาณอินทรียวัตถุคงอยู่ในระดับต่ำใกล้เคียงกับก่อนทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมาก ซึ่งต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกกรรมวิธีลดลงเช่นกัน กรรมวิธีที่ 1 อยู่ในระดับเหมาะสม ส่วนกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 อยู่ในระดับต่ำ แสดงว่าปาล์มน้ำมันที่ได้รับธาตุอาหารทางลำต้นในทุกกรรมวิธี ได้รับธาตุอาหารโดยเฉพาะโพแทสเซียม และแมกนีเซียมไม่เพียงพอ จนต้นปาล์มน้ำมันต้องนำธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดจากดินไปใช้ในปริมาณมาก

กิจกรรมที่ 2 การอารักขาปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 2.1 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยชีววิธี

การทดลองย่อย 2.1.1 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยใช้รา endophyte และ *Trichoderma* sp.

2.1.1.1 การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อเห็ด *G. boninense*

1) การแยกและจำแนกกลุ่มเชื้อราเอ็นโดไฟท์ *เก็บตัวอย่างพืช* ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน จากจังหวัดชุมพร และระยอง รางจืดจาก อ.สวี จังหวัดชุมพร กระถินเทพา ย่านาง และไผ่จาก อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี จากนั้นนำมาทดสอบการฆ่าเชื้อที่ผิว โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้น 1 % เป็นเวลา 1 นาที *แยกเชื้อราเอ็นโดไฟท์*จากส่วนต่างๆ ของพืชบนอาหาร RBA ปาล์มน้ำมันแยกจากส่วนของใบ ก้านใบ ก้านและราก รางจืด แยกจากส่วนของใบ ก้านและ ลำต้น กระถินเทพา แยกจากส่วนของใบ ก้านและ กิ่ง ย่านาง แยกจากส่วนของใบ ก้านและ ลำต้น ไผ่แยกจากส่วนของใบ กาบ และ ลำต้น ได้ทั้งหมด 85 ไอโซเลท *จำแนกชนิดของเชื้อราเอ็นโดไฟท์* ที่แยกได้ เบื้องต้นเป็นเชื้อรา *Fusarium Colletotrichum Nigrospora Aspergillus Acremonium Xylalia* และเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ (mycelia sterilia)

2) การแยกและจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. *เก็บตัวอย่างรากและดินของพืช 50 ชนิด* คือ ปาล์มน้ำมัน ดินจากข้าวโพด สับปะรด โหระพา ว่านหางจระเข้ มันสำปะหลัง ข้าว ถั่วฝักยาว ตะไคร้ กล้วย ดินป่า สัก กะหล่ำดอก พริก อ้อย น้อยหน่า มะขามเทศ ปอเทือง จามจุรี พิกุล มะเดื่อ มะม่วง ยางพารา มะขาม ขนุน ส้มโอ มะนาว มะขาม พุทรา ลิ้นจี่ ตะขบ ยูคาลิปตัส มะเม่า กะบก กะถินเทพา ข่อย แค อุ่น เงาะ พริกไทย มะไฟ มังคุด ทุเรียน ปีบ ขนุน ลองกอง ขี้เหล็ก กฤษณา สายหยุด และลำไย *แยกเชื้อรา Trichoderma spp.* จากดินด้วยวิธี soil dilution plate และแยก *Trichoderma* spp. จากรากพืชด้วยวิธี tissue transplanting *จำแนกชนิดของเชื้อรา Trichoderma spp.* พิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือเชื้อรา *T. harzianum* และ *T. viride* และการยืนยันชนิดของเชื้อรา *Trichoderma* จากการทดลองครั้งนี้ ทำโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลเพื่อยืนยันการจัดจำแนก โดยจำแนกไอโซเลทที่ผ่านการทดสอบว่ามีประสิทธิภาพเท่านั้น ได้เชื้อรา *Trichoderma* spp. 158 ไอโซเลท จากรากพืชด้วยวิธี tissue transplanting ได้เชื้อรา *Trichoderma* spp. 41 ไอโซเลท จากพืช 2 ชนิดคือ ปาล์มน้ำมัน และเงาะ แยกได้จากดินบริเวณรอบรากพืช 26 ชนิด จำนวน 117 ไอโซเลท

3) แยกเชื้อเห็ด *G. boninense* จากดอกเห็ดของ *G. boninense* และรากของต้นปาล์มน้ำมันที่แสดงอาการโรคลำต้นเน่า โดยใช้อาหารพิเศษ Ganoderma Selective Media (GSM) เลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA (ภาพผนวกที่ 2.1.1)

4) การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้ 85 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี dual culture พบว่า เชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 (ภาพผนวกที่ 2.1.2) ซึ่งแยกได้จากก้านกระถินเทพา จากอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* (ตารางผนวกที่ 2.1.1) และเชื้อราเอ็นโดไฟท์ชนิดนี้ไม่สร้างสปอร์ จึงไม่สามารถจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ จากนั้นทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้ 158 ไอโซเลท กับเชื้อเห็ด *G. boninense* โดยวิธี dual culture พบ 5 ไอโซเลท ที่แยกได้จากดินบริเวณรอบรากพืช 5 ชนิดแสดงปฏิกิริยาปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพต่อเชื้อเห็ด *Ganoderma* (ตารางผนวกที่ 2.1.1) คือ ไอโซเลท St-Pr-1 แยกได้จากดินปลูกยางพารา (ภาพผนวกที่ 2.1.3) ไอโซเลท St-Ta-3 จากดินปลูกมะขาม (ภาพผนวกที่ 2.1.4) ไอโซเลท St-Ct-2 จากดินปลูกขี้เหล็ก (ภาพผนวกที่ 2.1.5) ไอโซเลท St-Te-5 จากดินปลูกสัก (ภาพผนวกที่ 2.1.6) และ St-Srb-3 จากดินปลูกต้นข่อย (ภาพผนวกที่ 2.1.7) โดยพบว่า เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท endophyte KtB-4 และ *Trichoderma* St-Te-5 มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* สูงสุดคือ 68.10 และ 60.46 % ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2.1.1)

2.1.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อเห็ด *G. boninense* ในระยะกล้า พบว่า เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท endophyte KtB-4, *Trichoderma* St-Te-5, *Trichoderma* St-Ta-3 และ *Trichoderma* St-Pr-1 สามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดี โดยพบการเกิดโรคที่ 2.08, 3.13, 4.17 และ 5.21% ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ

ชุดที่ปลูกเชื้อเห็ด แต่ไม่ปลูกเชื้อราปฏิปักษ์ โดยพบโรคถึง 14.58 % และไม่พบการเกิดโรคในกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกเชื้อใดๆ (ตารางผนวกที่ 2.1.2)

การทดลองย่อยที่ 2.1.2 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยใช้ วี-เอ ไมคอร์ไรซา

2.1.2.1 รวบรวม จำแนกและคัดเลือกราวี-เอ ไมคอร์ไรซาจากแหล่งพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน

เก็บตัวอย่างดินและรากของต้นพืชบริเวณรอบลำต้นปาล์มน้ำมัน 22 ตัวอย่าง แยกราวี-เอไมคอร์ไรซาจากดินได้ 11 ตัวอย่าง แยกลักษณะราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ราวี-เอไมคอร์ไรซาทั้งหมด 56 ไอโซเลท (ภาพผนวกที่ 2.1.8) จำแนกชนิดได้ 4 สกุล ได้แก่ *Acaulospora* 11 ไอโซเลท, *Gigaspora* 2 ไอโซเลท, *Glomus* 32 ไอโซเลท และ *Scutellospora* 11 ไอโซเลท

2.1.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพราวี-เอ ไมคอร์ไรซาในการควบคุมรา *Ganoderma boninense* ในระยะกล้า

1) การเตรียมราวี-เอ ไมคอร์ไรซา เพิ่มปริมาณราวี-เอไมคอร์ไรซาในดินปลูกข้าวโพดนาน 3 เดือน เก็บตัวอย่างดอกเห็ดของ *G. boninense* และรากของต้นปาล์มน้ำมันที่เป็นโรคลำต้นเน่าจากแปลงปาล์มน้ำมันจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ มาแยกเชื้อบริสุทธิ์และเลี้ยงบนอาหาร PDA เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

2) **การเตรียมเชื้อเห็ด *G. boninense* และต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการปลูกเชื้อในเรือนทดลอง** เตรียมท่อนไม้ยางพาราที่มีเชื้อเห็ด *G. boninense* 250 ชิ้น ตรวจการปนเปื้อนทุกอาทิตย์เพื่อแยกถุงปนเปื้อนออก กระทั่งเชื้อเห็ดบนท่อนไม้มีอายุ 3 เดือน เตรียมต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 อายุ 4 เดือน 250 ต้น ดูแลให้น้ำและปุ๋ยตามปกติ

3) การปลูกเชื้อ *G. boninense* พบว่า ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเริ่มแสดงอาการของโรคหลังปลูกเชื้อ 6 เดือน อาการใบเหลือง ใบล่างจะแสดงอาการใบแห้ง และหากอาการรุนแรงต้นกล้าจะแห้งตาย โดยหลังจากปลูกเชื้อเห็ด 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 2 3 4 และ 5 ความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับจำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใส่ราวี-เอ ไมคอร์ไรซา จากผลการทดลองครั้งนี้ การประเมินการเกิดโรคของต้นกล้าปาล์มน้ำมันทางสายตา พบว่ากรรมวิธีที่ปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense* นั้น ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเริ่มแสดงอาการใบเหลืองแต่ยังเห็นผลไม่ชัดเจน เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างในการทำให้เกิดโรค โดยเฉพาะการปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense* ในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จะต้องใช้เวลา กว่าที่โรคจะแสดงอาการเห็นผลชัดเจน จึงขอต่อระยะเวลาเพื่อให้ผลการทดลองสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 2.2 ประเมินการเปลี่ยนแปลงประชากรแมลงศัตรูปาล์มน้ำมัน และการป้องกันกำจัด

สำรวจประเมินประชากรแมลงศัตรูปาล์มน้ำมัน 10% ของพื้นที่สำรวจในเดือนกรกฎาคม-กันยายน *ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี* พบว่า มีแมลงค่อมปริมาณมาก นอกนั้นพบด้วงกุหลาบ หนอนปลอกเล็ก หนอนปลอกใหญ่และด้วงแรดปริมาณน้อยถึงปานกลาง *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ*

เกษตรหนองคาย พบว่า มีด้วงกุหลาบ แมลงค่อม หนอนปลอกเล็ก ด้วงแรดและหนอนร่านปริมาณเล็กน้อยถึงปานกลาง (ตารางผนวกที่ 2.2.1) *ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท* พบว่า มีด้วงกุหลาบปริมาณมากระบาดเต็มพื้นที่ ด้วงแรดและแมลงค่อมปริมาณน้อย *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่* พบว่า มีด้วงแรด หนูกินทะลายและแมลงค่อมปริมาณน้อย *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* พบว่า มีหนูกินทะลายปริมาณปานกลาง และแมลงค่อมเล็กน้อย (ตารางผนวกที่ 2.2.2)

การสำรวจแมลง สัตว์ ศัตรูปาล์มน้ำมันรอบ 12 เดือน (ตุลาคม 2557–กันยายน 2558)

ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่าในเดือนพฤศจิกายนมีการเข้าทำลายของศัตรูปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ ด้วงกุหลาบและหนอนปลอกเล็กคิดเป็น 33.33% และ 32.67% ตามลำดับ รองลงมาคือในเดือนตุลาคมพบหนอนปลอกเล็กและด้วงกุหลาบเข้าทำลายคิดเป็น 28% และ 16% ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบการเข้าทำลายของหนอนปลอกใหญ่ หนูกินทะลาย แมลงค่อม หนอนร่านกินใบและด้วงแรดคิดเป็น 0.67-11.33% (ตารางผนวกที่ 2.2.3) *ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี* พบการเข้าทำลายของแมลงค่อมมากที่สุด 58.33–92.67% ความเสียหายของใบไม่ถึง 5% รองลงมา คือ ด้วงกุหลาบ 17.67–74.33% ความเสียหายของใบไม่ถึง 1.5% สูงสุดเดือนมิถุนายน (ตารางผนวกที่ 2.2.4-2.2.5) *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย* พบการเข้าทำลายของด้วงกุหลาบมากที่สุด 5–50% ความเสียหายของใบไม่ถึง 1% รองลงมา คือ แมลงค่อม 5–30% ความเสียหายไม่ถึง 1% และหนอนร่านกินใบ 5-31.67% ความเสียหายไม่ถึง 1% (ตารางผนวกที่ 2.2.6) *ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท* พบการเข้าทำลายด้วงกุหลาบมากที่สุดเข้าทำลายเกือบ 100% ความเสียหาย 1–6% (ตารางผนวกที่ 2.2.7) *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* พบการเข้าทำลายของหนูกินทะลายมากที่สุดเข้าทำลาย 1–30% ความเสียหายเดือนเมษายน–พฤษภาคม 2558 0.67–3.67% (ตารางผนวกที่ 2.2.8) *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่* พบการเข้าทำลายของแมลงค่อมมากที่สุด 15–50% ความเสียหายไม่ถึง 1% (ตารางผนวกที่ 2.2.9)

การทดลองที่ 2.3 ศึกษาชนิดและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมัน

จากการเลี้ยงหนอนปลอกเล็ก ไม่พบแตนเบียนเข้าทำลาย จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างชนิดของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กได้ จึงนำหนอนปลอกเล็กที่เหลือมาเลี้ยงบนต้นปาล์มน้ำมันในสภาพธรรมชาติ โดยตัดทางใบต้นปาล์มน้ำมัน ไม่ให้เชื่อมต่อกับต้นอื่น สร้างโครงเหล็กเพื่อครอบตาข่ายละเอียดที่หนอนปลอกเล็กออกไม่ได้แต่แตนเบียนเข้าออกได้ รอให้หนอนปลอกเล็กขยายพันธุ์ 3-6 เดือน จะได้มีปริมาณพอที่จะล่อและเพิ่มปริมาณแตนเบียนจากหนอนปลอกเล็กที่เลี้ยงไว้หรือจากกับดักกาวเหนียวต่อไป จากกการศึกษาชนิดแตนเบียนและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมันในผักยาง, พวงชมพู และถั่วบราซิลพบแตนเบียน 2 ชนิด

การทดลองที่ 2.4 ศึกษาปฏิกิริยาของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตในประเทศไทยต่อเชื้อกาโนเดอมา

ศึกษาและจำแนกชนิดของเชื้อ *Ganoderma* sp.**ที่ทำให้เกิดโรคลำต้นเน่า** พบว่า เป็นเชื้อรา *Ganoderma boninense* ซึ่งดอกเห็ดมีรูปร่างไม่แน่นอน ผิวหน้าเป็นสีน้ำตาล เป็นมันขอบขาว ฐาน

ดอกมีรูพรุน โดยต้นที่เป็นโรคจะมีลักษณะใบยอดไม่คลี่ คล้ายอาการขาดน้ำ ทรงพุ่มโปร่งและทางใบสั้นลงเมื่อเทียบกับทางใบเดิม และต้นที่พบเชื้อเห็ดบนลำต้น ส่วนใหญ่จะมีอาการโคนต้นเน่า ผุพังเป็นโพรง และดอกเห็ดที่พบบนลำต้นมีสีน้ำตาล เป็นมันขอบขาว

เตรียมเชื้อ *Ganoderma* sp.**ในแท่งไม้ยางพาราเพื่อใช้ในการปลูกเชื้อ** พบว่า เชื้อรา *Ganoderma boninense* สามารถเจริญเติบโตได้บนท่อนไม้ยางพารามีลักษณะเส้นใยสีขาวและ**ผลการปลูกเชื้อ** *Ganoderma boninense* ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 18 กรรมวิธี พบว่า ต้นกล้ามีลักษณะการเจริญเติบโตปกติ เมื่อนำรากมาแยกเชื้อบนอาหาร Ganoderma Selective Media พบว่า ไม่สามารถแยกเชื้อจากรากปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งอาจเกิดจากระยะเวลาที่ใช้ในประเมินความเสียหายจากเชื้อไม่เหมาะสม

การทดลองที่ 2.5 ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 2.5.1 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก

การพ่นสาร oxyfluorfen อัตรา 24 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ sulfentrazone 96 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบว่า ระยะ 5 วันหลังพ่นสารต้นปาล์มน้ำมันแสดงอาการเป็นพิษที่ใบอ่อน มีรอยไหม้ที่ใบย่อยเล็กน้อย หลังจากนั้นใบมีรอยไหม้ชัดเจน สาร pendimethalin, metribuzin, petilachlor, alachlor, bromacil, ametry, diuron และ atrazine อัตรา 264, 150, 240, 320, 480, 300, 240 และ 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่แสดงอาการเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน

วัชพืชที่พบรอบโคนต้นปาล์มน้ำมันมากที่สุดได้แก่ ผักแครดมีความหนาแน่น 62 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด พบว่า สาร oxyfluorfen, sulfentrazone, metribuzin, bromacil, ametry, diuron และ atrazine ควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงดีมากที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ส่วนสาร pendimethalin, petilachlor และ alachlor ควบคุมได้ดีที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นประสิทธิภาพลดลง สารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลกระทบต่อต้นปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี

ผลของสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอกต่อต้นปาล์มน้ำมัน พบว่าสารทุกชนิดเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยสาร oxdiazone, atrazine, ametry และ metribuzin อัตรา 150, 300, 300 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เป็นพิษเล็กน้อย สาร diuron อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะ 5 วันหลังพ่น แสดงอาการใบไหม้เป็นแผลจุดสีน้ำตาลบนใบปาล์มเช่นเดียวกับสาร oxdiazone , atrazine, ametry และ metribuzin อัตรา 240, 300, 300 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แต่หลังจาก 10 และ 15 วันหลังพ่น พบอาการใบเหลืองเกือบทั้งต้น หลังจากระยะ 30 วันหลังพ่น ต้นปาล์มน้ำมันฟื้นตัวได้และเจริญเติบโตได้อย่างปกติ

ผลของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อต้นปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง พบว่า สาร bromacil อัตรา 480 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชรอบโคนต้นได้ดีถึงระยะ 60 วันหลังพ่น แต่ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันตาย ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้นานถึง 60 วันหลังพ่น สาร atrazine และ diuron อัตรา 300 และ 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระยะ 45 วันหลังพ่น แต่ diuron ทำให้ใบเหลืองเกิดขึ้นที่ใบแก่ จนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นการเจริญ

เป็นปกติ ส่วนสารที่ควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 30 วันหลังพ่นได้แก่ pendimetaline, acetochlor, oxadiazon และ metribuzin อัตรา 264, 320, 150 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่

การทดลองย่อยที่ 2.5.2 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอกต่อปาล์มน้ำมัน

ทำการพ่นสารระหว่างแถวปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ พบว่า สารทุกชนิดไม่เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยที่สาร paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate, และ fluroxypyr มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในสภาพสวน ส่วนการพ่นสาร paraquat dichloride, glyphosate, fluroroxypy และ glufosinate ammonium เป็นพิษรุนแรงต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน สาร oxyfluorfen เป็นพิษปานกลาง และสาร pyroxasulfone เป็นพิษเล็กน้อยในเรือนทดลอง และในสภาพสวน สาร paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ ametryn มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชใบแคบ ใบกว้างและกกได้ดี ส่วนสาร haloxyfop-R-methyl, quizalofop-p-ethyl และ fenoxaprop-p-ethyl ควบคุมวัชพืชใบแคบได้ดี และสาร 2,4-D ควบคุมวัชพืชใบกว้างได้ดี

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

การทดลองย่อยที่ 3.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทะลายและลักษณะสีผล อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

ขนาดทะลาย ทะลายที่มีลักษณะของผลดิบสีเขียวมีขนาดใหญ่กว่าผลดิบสีดำในทุกระดับตั้งแต่ 18-23 WAA และความแตกต่างดังกล่าวจะสังเกตได้เด่นชัดเมื่อขนาดทะลายปาล์มน้ำมันใหญ่ขึ้น (ภาพผนวกที่ 3.1.1a) **การติดผล** ปาล์มน้ำมันขนาดทะลาย 5-15 กิโลกรัม อัตราการติดผลของทะลายผลดิบสีดำมีค่าสูงกว่า (71.1-75.5%) ผลดิบสีเขียว (69.5-72.0%) ในทุกระดับอายุ แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น ขนาดทะลายใหญ่ขึ้น (15-30 กิโลกรัม) การติดผลของทะลายผลดิบสีดำและผลดิบสีเขียวมีค่าใกล้เคียงกันคือ 70.1-74.2% และ 71.9-73.6% ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 3.1.1b) **เปลือกสดต่อผล** ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-20 WAA มีอัตราเปลือกสดต่อผลเฉลี่ยน้อยกว่า 21-23 WAA (75.2-82.3% และ 80.5-85.2% ตามลำดับ) (ภาพผนวกที่ 3.1.1c) **เปลือกแห้งต่อผล** มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ 23 WAA (53.6-56.6%) (ภาพผนวกที่ 3.1.1d) **น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** ในช่วงอายุ 18-20 WAA ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีผลดิบสีเขียวทั้ง 2 ขนาดมีการสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งสูงกว่าผลดิบสีดำและทะลายขนาดใหญ่สามารถสังเคราะห์น้ำมันต่อเปลือกแห้งได้เร็วกว่าทะลายขนาดเล็ก สำหรับทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 21-23 WAA พบว่า การสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งของทะลายทั้ง 2 ขนาดและ 2 สีผลมีค่าใกล้เคียงกัน 68.0-70.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 3.1.1e) ซึ่งถ้าดูเฉพาะดัชนีนี้ เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันได้ตั้งแต่อายุ 21 WAA แต่ในความเป็นจริงเราต้องใช้ดัชนีเปลือกแห้งต่อผลประกอบการพิจารณาด้วย **น้ำมันต่อทะลาย** ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18 WAA ผลดิบสีเขียว (ทั้ง 2 ขนาด) มีการสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 223 และ

155 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่ 19 WAA ผลดิบสีเขียวทั้ง 2 ขนาดสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 165 และ136 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีเวลาในการสังเคราะห์น้ำมันเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของน้ำมันต่อทะลายของผลดิบสีเขียวและผลดิบสีดำทั้ง 2 ขนาด มีค่าลดลงตามลำดับ โดยผลดิบสีเขียวสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 119 และ 116 เปอร์เซ็นต์ (ที่ 20 WAA) และ 104 และ 105 เปอร์เซ็นต์ (ที่ 21 WAA) และน้ำมันต่อทะลายที่ 22 และ 23 WAA มีค่า 25.6-26.1 และ 25.8-28.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3.1.1f) ซึ่งในช่วงดังกล่าว ทะลายมีลักษณะตั้งแต่สีผิวผลเปลี่ยนสี 100 เปอร์เซ็นต์ถึงผลร่วงมากกว่า 10 ผลต่อทะลาย ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะแตกต่างกันตามฤดูกาล และเมื่อคำนวณความแตกต่างของน้ำมันต่อทะลายพบว่า ทะลายขนาดเล็ก ลักษณะผลดิบสีเขียวและสีดำ อายุ 23 WAA มีน้ำมันต่อทะลายสูงกว่าอายุ 18 WAA 2.01 และ 4.98 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันต่อทะลาย ของทะลายขนาดใหญ่มีค่าแตกต่างกัน 2.23 และ 3.52 เท่า ตามลำดับ

ดังนั้นหากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มรับซื้อทะลายปาล์มน้ำมันคุณภาพ อายุ 23 WAA อัตราการสกัดน้ำมันจะเพิ่มขึ้นเป็น 20.8-23.5 เปอร์เซ็นต์ (หักลบความแปรปรวนของผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในกระบวนการสกัดน้ำมันรวม 5 เปอร์เซ็นต์)

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสีผลอายุทะลาย 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางผนวกที่ 3.1.1) พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระของทะลายที่มีอายุและสีผลแตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน (0.30-0.85 % as palmitic acid) เช่นเดียวกับค่าไอโอดีนและค่า DOBI ที่มีค่าระหว่าง 49.3-56.1 และ 2.35-4.37 ในขณะที่อายุทะลายมีผลต่อปริมาณวิตามินเอ โดยปริมาณวิตามินเอมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุทะลายปาล์มเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณวิตามินเอเฉลี่ยของทะลายที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าสูงกว่าผลดิบสีดำ สำหรับสีของน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ค่า R เพิ่มขึ้นเมื่ออายุทะลายเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Y, B และ N มีค่าค่อนข้างคงที่แม้ว่าอายุปาล์มจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่าประมาณ 64.8-70.7, 0.00-0.68 และ 0.03-1.07 ตามลำดับ

การทดลองย่อยที่ 3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบในรอบปี

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันในรอบปี

การติดผล อัตราการติดผลของปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน 18-23 WAA มีค่าใกล้เคียงกัน (71.3-73.4 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 73.5-73.7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 3.1.2a) **เปลือกสดต่อผล** มีผลต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลาย ยิ่งมีค่าสูงแสดงว่า โอกาสที่ทะลายนั้นจะให้ผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงขึ้น จากผลการวิเคราะห์พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-20 WAA มีอัตราเปลือกสดต่อผลเฉลี่ยต่ำกว่า อายุ 21-23 WAA (78.5-80.0 เปอร์เซ็นต์ และ 81.8-82.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แสดงว่า อัตราการพัฒนาของเปลือกสดยังคงมีต่อเนื่อง และเริ่มมีค่าไม่แตกต่างกันเมื่ออายุ 21 WAA ขึ้นไป สำหรับอัตราเปลือกสดต่อผลในรอบปีเฉลี่ยมีค่า 78.5-83.6

เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนกุมภาพันธ์มีค่าสูงสุด 83.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 3.1.2b) ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำฝนในช่วง 6-10 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว **เปลือกแห้งต่อผล** เปลือกแห้งต่อผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสุกและอัตราน้ำมันต่อทะลาย จากภาพผนวกที่ 3.1.2c แสดงให้เห็นถึง อัตราการเพิ่มขึ้นของเปลือกแห้งต่อผลเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ย 32.6, 40.0, 43.8, 49.2, 50.4 และ 52.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า อิทธิพลของสภาพอากาศและระยะการพัฒนาความสุกของทะลายมีผลต่ออัตราเปลือกแห้งต่อผล โดยช่วงเดือนมีนาคม-กันยายน อัตราเปลือกแห้งต่อผลค่อนข้างต่ำในทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-22 WAA แต่ที่อายุ 23 WAA พบว่าอัตราเปลือกแห้งต่อผลส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ **น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** น้ำมันต่อเปลือกแห้งที่ 18-19 WAA มีค่า 53.9-60.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าต่ำมากในช่วงแล้ง (กุมภาพันธ์-เมษายน) เช่นเดียวกับทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 20 WAA ที่มีค่าต่ำในช่วงนั้นเช่นกัน เนื่องจากช่วงดังกล่าวมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาของทะลาย จึงส่งผลต่อการสังเคราะห์และสะสมของน้ำมัน ในขณะที่ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 21-23 WAA การสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน 67.8-68.5 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเฉลี่ยในรอบปีพบว่า อัตราน้ำมันต่อเปลือกแห้งของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำสุด 59.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 3.1.2d) **น้ำมันต่อทะลาย** น้ำมันต่อทะลายที่ 18-20 WAA มีค่าแตกต่างกันมากในรอบปี (8.90-19.8, 11.8-22.3 และ 16.7-25.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และมีค่าต่ำสุดช่วงแล้ง (มีนาคม-พฤษภาคม) น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยที่ 23 WAA มีค่าสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ และจากค่าเฉลี่ยทุกช่วงอายุในรอบปีพบว่า น้ำมันต่อทะลายมีนาคม-เมษายน และสิงหาคมต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลจากทะลาย 18-21 WAA ดังนั้น หากต้องการเพิ่มอัตราการสกัดน้ำมันเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ต้องเก็บเกี่ยวทะลายที่ 21 WAA ขึ้นไป ซึ่งสีผิวผลเปลี่ยนมากกว่า 80-90 เปอร์เซ็นต์ และหากเก็บเกี่ยวทะลาย 22-23 WAA อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานเพิ่มขึ้นเป็น 22-23 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรจะได้รับราคาผลผลิตสูงขึ้นอีกด้วย (ภาพผนวกที่ 3.1.2e)

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีความสุก 3 ระดับพบว่า **ปริมาณกรดไขมันอิสระ**มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม (0.42-0.73% as palmitic acid) **ค่าไอโอดีน** (มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (50.9-51.8) และความสุกไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว **ค่า DOBI** มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ (3.17-4.19) เมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน (2.20) **วิตามินเอ** มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของทะลายปาล์มน้ำมัน (320-496 ppm) **ค่าสี** ค่า R เพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่ออายุทะลายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณวิตามินเอที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า Y, B และ N มีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าอายุทะลายจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่า 67.4-69.3, 0.06-1.45 และ 0.34-0.81 ตามลำดับ สำหรับ**เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น** ของน้ำมันปาล์มดิบพบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุของทะลายปาล์ม โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 19.1-25.5 ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 3.1.2)

การทดลองย่อยที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม องค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมัน เป็นการศึกษาในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันในปาล์มทะลาย 3 ระดับความสุก คือ ดิบ, กึ่งสุกและสุก (ตามมาตรฐาน มกษ.5702 ของ มกอช.) ซึ่งขนาดทะลายที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีน้ำหนักเฉลี่ย 14.4-19.1 กิโลกรัม พบว่า **การติดผลต่อทะลาย** ค่าเฉลี่ยระหว่างความสุก 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน 73.5-73.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 3.1.3a) **เปลือกสดต่อผล** ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามความสุกของปาล์ม โดยมีค่า 78.0, 79.5 และ 81.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุด 81.7, 83.5 และ 84.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในเดือนกรกฎาคม, มิถุนายนและตุลาคม (ภาพผนวกที่ 3.1.3b) **เปลือกแห้งต่อผล** ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามความสุกของปาล์มเช่นเดียวกันกับเปลือกสด โดยมีค่า 48.1, 50.0 และ 52.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทะลายปาล์มทั้ง 3 ระดับมีอัตราการสะสมเปลือกแห้งสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน, ตุลาคม และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 3.1.3c) **น้ำมันต่อเปลือกแห้ง** จากค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อเปลือกแห้งในรอบปีของปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุกพบว่า มีค่า 68.5, 69.8 และ 70.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 3.1.3d) **น้ำมันต่อทะลาย** โดยน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุกมีค่า 23.2-25.2, 23.8-27.1 และ 25.8-28.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อทะลาย 24.2, 25.6 และ 27.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ภาพผนวกที่ 3.1.3e)

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

จากผลวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุก สรุปได้ดังนี้

ปริมาณกรดไขมันอิสระ เพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม (0.69, 0.84 และ 1.03 % as palmitic acid) และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละเดือนทั้งทะลายดิบและกึ่งสุก (ภาพผนวกที่ 3.1.4a) **ค่าไอโอดีน** ที่ความสุกทั้ง 3 ระดับ ค่าไอโอดีนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุก และสุก (ภาพผนวกที่ 3.1.4b) **ค่า DOBI** ทั้ง 3 ระดับความสุกมีค่าเฉลี่ย DOBI ใกล้เคียงกัน (3.92-4.06) ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 3.1.5c) **วิตามินเอ** ทะลายปาล์มทั้ง 3 ระดับความสุกมีวิตามินเอค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน (494-509 ppm) แสดงว่า หากโรงสกัดคัดคุณภาพทะลาย น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้มีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าสกัดจากทะลายปาล์มอ่อน (ภาพผนวกที่ 3.1.4d) **เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น** พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสุกของทะลายปาล์ม โดยมีค่า 21.8, 22.2 และ 23.3 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 3.1.4e)

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาการประเมินเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพ

ทะลายสุกของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 เมื่อวัดที่ตำแหน่งส่วนบนของผลปาล์มน้ำมันความสว่าง (L) สีแดง (a) สีเหลือง (b) มีค่าน้อยที่สุด สำหรับตำแหน่งที่วัดของสีผิวผลปาล์มน้ำมันมีทิศทางเดียวกัน ขณะที่สีเนื้อผลในตำแหน่งที่วัดมีค่าค่อนไปทางสีเหลืองทุกตำแหน่ง เมื่อดูจากค่า a

อยู่ในช่วง 61–69 (ตารางผนวกที่ 3.2.1) ส่วนค่าสีแดง (b) พบว่า ในทะลายสุกและกึ่งสุกค่าสีแดงอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน แต่ในกลุ่มทะลายดิบจะมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันเมื่อวัดสีเนื้อจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งการวัดสีผิวและเนื้อผลพบว่า ตำแหน่งกลางผลมีแนวโน้มให้ค่าที่แม่นยำกว่าในลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นค่าความสว่างของสีผิวผลในกลุ่มทะลายที่เปลี่ยนสีหมดจะมีค่าความสว่างสูง (ตารางผนวกที่ 3.2.2)

ผลวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน พบว่า น้ำมันต่อเนื้อผลไม่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ แต่แตกต่างกันเมื่อความสุกต่างกัน โดยทะลายสุกของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีน้ำมันต่อเนื้อผลและน้ำมันต่อทะลายสูงสุด 62.81 และ 27.88 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่น้ำมันต่อทะลายต่ำกว่า เนื่องจากองค์ประกอบทะลายของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกสดต่อผลน้อยกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (ตารางผนวกที่ 3.2.3)

ปาล์มน้ำมันพันธุ์คอมแพคกาน่า สีผิวและสีเนื้อของผลสุดท้ายของช่อผลปาล์มน้ำมันที่ตำแหน่งบน กลางและล่างของทะลาย วัด 3 ตำแหน่งโดยเครื่องวัดสี CR400 พบว่า สีผิวที่ความสุกต่างกัน มีค่า L* ต่างกันตามความสุก ค่า L หรือความสว่างเพิ่มขึ้นตามความสุก ค่า a* และ b* มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 4) สำหรับสีเนื้อของผลปาล์มพบว่า ค่า a* มีค่าน้อยซึ่งแตกต่างจากค่า L* และ b* (ตารางผนวกที่ 3.2.5) แต่ค่าความสว่างหรือค่า L มีค่าสูงกว่าสีผิว สำหรับค่า L ทั้งสีผิวและสีเนื้อของพันธุ์คอมแพคและสายพันธุ์อื่นเป็นไปในทิศเดียวกันที่ความสุกต่างกัน แต่มีค่าแตกต่างเมื่อสายพันธุ์ต่างกัน

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 สีผิว และสีเนื้อของผลสุดท้ายของช่อผลปาล์มน้ำมันที่ตำแหน่งบน กลางและล่างของทะลาย วัดที่ตำแหน่งต่างกัน 3 ตำแหน่งโดยเครื่องวัดสี CR400 พบว่าผลปาล์มน้ำมันมีลักษณะดิบสีดำ-สุกสีแดง ลักษณะของสีผิวปาล์มที่ความสุกต่างกัน ค่า b* แตกต่างกันตามความสุก ค่า b หรือสีเหลือง-น้ำเงิน จะเพิ่มขึ้นตามความสุก การวัดสีที่ตำแหน่งส่วนกลางผลของทะลายดิบ กึ่งสุก และสุก มีค่า 23.10 27.39 และ33.29 (ตารางผนวกที่ 3.2.6) สำหรับสีเนื้อผลปาล์ม พบว่า ค่า a* ค่า L* และ ค่า b* มีแนวโน้มไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากใช้สายตาดูระดับการพัฒนาผลอาจจะแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อสีเนื้อของทะลาย (ตารางผนวกที่ 3.2.7)

การทดลองที่ 3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันปาล์มในโรงงานระดับชุมชน

การทดลองย่อยที่ 3.3.1 การเก็บเกี่ยวตามมาตรฐานความสุกที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

ลักษณะผลผลิตปาล์มที่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม พบว่า มีทั้งลูกผสมเทเนอราและดูรา การคัดเกรดผลผลิตของศูนย์วิจัยฯ ช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2554 มีสัดส่วนทะลายปาล์มดิบ:กึ่งสุก:สุก ในอัตรา 34:47:19 และสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ 17.2 เปอร์เซ็นต์ การคัดเกรดปาล์มน้ำมันในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม 2555 พบว่า มีปาล์มดิบ:กึ่งสุก:สุก ในอัตรา 16:52:32 ผลผลิตปาล์มรวม 86.44 ตัน สกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ 14.58 ตัน คิดเป็นอัตราการสกัด 16.9 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเมษายน-มิถุนายน 2555 มีปาล์มดิบ:กึ่งสุก:สุก ในอัตรา 35:52:13 นำเข้าสู่การสกัดน้ำมัน คิดเป็นอัตราการ

สกัด 17.67 เปอร์เซ็นต์ การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันของเกษตรกรและศูนย์วิจัยฯ จากแปลงทดสอบงานวิจัยคุณภาพทะลายตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ทะลายปาล์มน้ำมัน มกษ. 5702-2552 พบว่า มีการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันทุก 15 วัน และมีสัดส่วนทะลายสุก 35.30 เปอร์เซ็นต์ กึ่งสุก 51.40 เปอร์เซ็นต์ และทะลายดิบ 13.30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเข้าสู่ระบบการสกัดน้ำมัน คิดเป็นอัตราการสกัดน้ำมัน 17.67 เปอร์เซ็นต์

การทดลองย่อยที่ 3.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

ปรับปรุงเครื่องจักร 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ตัดต่อท่อ Blow Down Sterilizer เพื่อลดการสูญเสียน้ำมัน และนำกลับเข้าไปใน Line process ส่วนที่ 2 นำน้ำจาก Blow Down Boiler กลับไป Fit Pit ส่วนที่ 3 ปรับปรุงตู้ เมนบอร์ด (MDB) ระหว่างทดสอบเครื่องพบว่า การสกัดปาล์มน้ำมันมีค่าในช่วง 14.13 และ 17.27 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากคุณภาพทะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าโรงสกัดมีความสุกแตกต่างกัน และเมื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูญเสียไปกับส่วนอื่นๆ พบว่า ในทะลายเปล่ามีน้ำมัน 5.19-9.47 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง เส้นใยมีน้ำมัน 5.83-11.5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง น้ำเสียมีน้ำมัน 14.6–31.2 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักแห้ง เมล็ดแตกมีค่า 35.8-38.6 เปอร์เซ็นต์ ช่วงมกราคม-มีนาคม 2555 มีการปรับอุณหภูมิของหม้อกวนจาก 80^{0}C เป็น 90-95^{0}C เพื่อกระตุ้นต่อมน้ำมันให้พร้อมที่จะแตกตัวเพิ่มมากขึ้น พบว่า น้ำมันที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้น 16.86 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดแตก 21.6-36.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า กรดไขมันอิสระสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และค่า DOBI ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ตารางผนวกที่ 3.3.1) เนื่องจากการจัดการผลผลิตทะลายเพื่อเข้าโรงงานสกัดขึ้นกับช่วงระยะเวลาการเก็บผลผลิตของแปลงทดลอง ซึ่งหลายครั้งผลผลิตส่งถึงโรงงานวันสุดสัปดาห์ ทำให้มีปาล์มค้างบนลานเท และส่งผลต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า FFA มีค่า 3.72-4.85 เปอร์เซ็นต์ IV มีค่า 49.14 - 51.30 DOBI มีค่า 2.38-2.60 สิ่งเจือปนมีค่า 0.023-0.045 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 0.59-0.92 เปอร์เซ็นต์ ค่าสีอยู่ในช่วง 29R 57Y 0.0B 0.0N ทะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมัน เมื่อเช็คระบบการสกัดน้ำมันพบว่า มีเมล็ดในคุณภาพดี (ไม่แตก) 30.46-64.16 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดแตก 35.83-69.36 เปอร์เซ็นต์ การควบคุมหัวบีบมีปัญหา เนื่องจากทะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าสู่ขบวนการสกัดเป็นลูกผสมหลายสายพันธุ์ทำให้เมล็ดดีและเมล็ดแตกแตกต่างกันไป โดยปกติเมล็ดแตกไม่ควรเกิน 10% ส่วนน้ำมันที่คงค้างในเส้นใยอยู่ในช่วง 7.31-13.95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับทะลายเปล่าคงค้างอยู่ 5.77-11.63 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณในภาพรวม พบว่า การสูญเสียน้ำมันอยู่ในเกณฑ์ปกติ

การทดลองย่อยที่ 3.3.3 การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

การผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำเสียพบว่า ต้องมีบ่อหมักเพื่อให้จุลินทรีย์กินอาหารจากน้ำเสียเพื่อผลิตต่อเนื่องตลอด ถ้าไม่ต่อเนื่อง ระบบจะต้องใช้เวลานาน 2-3 เดือนเพื่อให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดีขึ้น บ่อหมักจุลินทรีย์ที่ออกแบบจะใช้เป็นถังและมีการไหลเวียนของน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง และต่อกับถังที่มีจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนเพื่อทำความสะอาดก๊าซที่เกิดขึ้น สำหรับการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลาย

อินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากช่วงก่อนเข้าส่งกระบวนสกัดน้ำมันรอบที่ 2 ทิ้งช่วงนาน ทำให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตาย ต้องใช้เวลาประมาณ 2 เดือน สำหรับการให้จุลินทรีย์กลับมาทำงานได้ตามปกติ

น้ำเสียจากโรงงานมีปริมาณ 4 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการสกัด และน้ำเสียจากโรงงานมีค่า COD เท่า 18000 การคำนวณค่าภาระงานซึ่งการผลิตกาซมีเทนจากน้ำเสีย ต้องมีบ่อหมักเพื่อให้จุลินทรีย์กินอาหารจากน้ำเสียเพื่อผลิตต่อเนื่องตลอด บ่อหมักจุลินทรีย์ที่ออกแบบใช้ถังพลาสติกหนาขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร 2 ใบ ต่อกันสำหรับให้จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศย่อยสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีใบกวนกวนให้จุลินทรีย์ที่อยู่ก้นถังไม่ให้ตกตะกอนและย่อยสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ก็จะส่งผ่านต่อไปยังถังเก็บขนาด 200 ลิตรโดยมี ถุงพลาสติกเป็นตัวเช็คปริมาณก๊าซที่ได้ และนำตัวอย่างก๊าซที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณมีเทน และวัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเสียในระบบ เพื่อตรวจสอบสภาวะของจุลินทรีย์ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม ความเป็นกรด-ด่างไม่ควรต่ำกว่า 6 ซึ่งเป็นต้นแบบขนาดเล็กก่อนขยายไปสู่ระบบของโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็ก

การทดลองที่ 3.4 วิจัยและพัฒนาชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดทะลายปาล์มน้ำมัน

ออกแบบชุดให้ความร้อนระดับเชิงพาณิชย์ โดยห้องอบลมร้อนมีขนาดกว้าง 2.44 เมตร ยาว 2.44 เมตร และสูง 2 เมตร ท่อลมร้อนเข้าห้องอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และขนาดของท่อลมระบายทิ้งมีขนาด 15.24 เซนติเมตร ใช้พัดลมแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตรสำหรับดูดลมร้อนเข้าห้องอบโดยผ่านท่อลมร้อน (ภาพที่ 3.4.1-3.4.2) และมีการปรับความเร็วลมและการกระจายลมในห้องอบให้สม่ำเสมอใช้หัวพ่นแก๊สเป็นอุปกรณ์จ่ายความร้อน ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ควบคุมอุณหภูมิในห้องอบด้วยหัววัดอุณหภูมิ และควบคุมการจ่ายแก๊สหุงต้มผ่านตู้ควบคุม ทดสอบเครื่องต้นแบบโดยอบทะลายปาล์มที่อุณหภูมิ 60 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาให้ความร้อน 8 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางผนวกที่ 3.4.1)

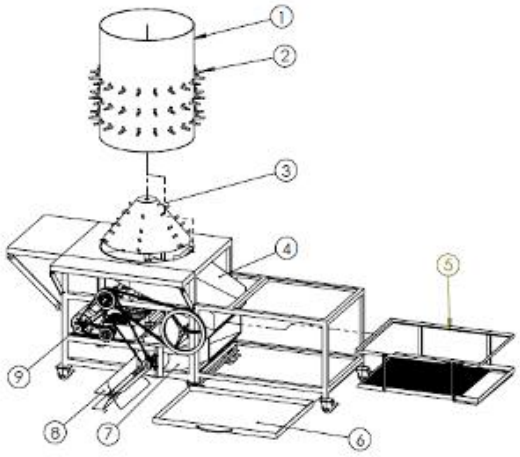
ภาพที่ 3.4.1 การประกอบโครงห้องอบทะลายปาล์ม การติดตั้งผนังห้องอบและชุดพัดลม

ภาพที่ 3.4.2 ประกอบชุดให้ความร้อนทะลายปาล์มน้ำมันระดับเชิงพาณิชย์ต้นแบบและสภาพภายในห้องให้ความร้อน

การทดลองที่ 3.5 วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลายปาล์มสด

ลักษณะทางกายภาพของทะลาย ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุ 5 ปี น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 8.27 กิโลกรัม ขนาดทะลายเฉลี่ย (กxย) 31.7x37.1 เซนติเมตร ขนาดผลเฉลี่ย (กxย) 2.76x4.61 เซนติเมตร

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ ต่อยอดจากงานวิจัยชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน (พุทธธินันทร์ และคณะ, 2553) ซึ่งมีชุดแยกผลจากทะลายที่ใช้งานได้ระดับหนึ่ง โดยต้องพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มขึ้นดังนี้



ภาพที่ 3.5.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องปลิดผลปาล์มน้ำมัน

เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) ถังปลิดผลปาล์ม ถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 ซม. สูง 120 ซม.

2) ซี่แยกผลปาล์ม ทำจากเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มม. ติดโดยรอบ ปรับความยาวซี่แยกได้

3) ฐานหมุน เป็นแบบกรวยคว่ำปลายตัด

4) รางรับผลปาล์มร่วง

5) ตะแกรงคัดแยกสิ่งเจือปน 2 ชั้น เป็นแผ่นตะแกรงรูกลม ขนาด 20 มม. และ 16 มม.

6) ถาดรองรับวัสดุ

7) พัดลมทำความสะอาด

8) ใบพัดลม

9) มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ สลับทิศทางหมุนได้ และชุดเกียร์ทดรอบ 1:10

หลักการทำงานโดยเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระแทกกับซี่แยก ผลปาล์มจะถูกซี่แยกปลิดออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ลงสู่รางรองรับ ตะแกรงโยก และคัดแยกทำความสะอาดด้วยพัดลมเป่าสิ่งเจือปนออกไป ส่วนก้านทะลายเปล่าจะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางช่องเปิดด้านข้างของถัง

ภาพที่ 3.5.2 ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า และการหมุนสลับทิศทางของจานหมุน (ซ้าย) และชุดถ่ายทอดกำลังโดยพูเล่ห์และสายพานจากมอเตอร์ไฟฟ้าขับจานหมุน พัดลม และตะแกรงโยก (ขวา)

ภาพที่ 3.5.3 การทดสอบเครื่องต้นแบบ และลักษณะภายในถังแยกของเครื่องขณะปลิดผล

ผลการศึกษาความเหมาะสมของความยาวซี่พบว่า ความยาวซี่แยก 5 ซม. เปอร์เซ็นต์ผลปาล์มเสียหายและผลปาล์มติดค้างทะลายน้อยสุด 8.6 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากแซะผลปาล์มถึงแกนทะลายพอดี (ตารางผนวกที่ 3.5.1-3.5.2)

ผลทดสอบประสิทธิภาพการปลิดผลปาล์มที่ความยาวซี่แยก 5 ซม. ความเร็วรอบตะแกรงโยก 180 รอบต่อนาที ความเร็วพัดลม 9.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วรอบชุดปลิด 70 85 และ 100 รอบต่อนาที พบว่า ที่ความเร็วรอบชุดปลิด 85 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพการปลิดผลปาล์มดีที่สุด 93.5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะเป็นความเร็วรอบที่ไม่ต่ำจนเกิดสภาวะการหมุนติดขัดในขณะทำงาน ซึ่งต้องใช้สวิทช์ควบคุมมอเตอร์สลับทิศทางการหมุนช่วยให้ทะลายปาล์มที่ติดค้างในถังคลายตัว และไม่สูงเกินกว่าที่ซี่เหล็กจะแซะผลปาล์มได้พอดี (ตารางผนวกที่ 3.5.2)

ผลทดสอบพบว่า ที่ความเร็วรอบชุดปลิด 100 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงานสูงสุด 1,386.5 กก./ชม. แต่ค่าสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 15 Amp ซึ่งต้องนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสำหรับเครื่องปลิดผลปาล์มต้นแบบ (ตารางผนวกที่ 3.5.3)

การทดลองที่ 3.6 วิจัยและพัฒนาเตาผลิตก๊าซโดยใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุเชื้อเพลิง

การออกแบบและสร้างเตาก๊าซชีวมวล เตาก๊าซมีความสูง 2,500 มิลลิเมตร มี 3 ส่วนสำคัญ คือ 1. ถังบรรจุกะลาปาล์ม ด้านบนเตาประกอบด้วย Hopper Feeder รับเชื้อเพลิง มีฝาปิดพร้อมซีล (Seal) น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า-ออกจากเตาขณะหยุดเดินระบบ (ภาพที่ 3.6.1-ซ้าย) 2. ส่วนอบแห้ง เป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน-นอก 300-530 มิลลิเมตร ภายนอกทำจากวัสดุโลหะม้วนกลม ภายในบุด้วยฉนวนกันความร้อน (ปูนทนไฟที่ 1,400 องศาเซลเซียส) ทำหน้าที่เก็บรักษาอุณหภูมิที่ได้จากการเผาไหม้และลดการสูญเสียความร้อน การเทหล่อปูนทนไฟต้องใช้ช่างผู้มีประสบการณ์สูงเพื่อให้ได้งานที่ดี ด้านข้างของเตามีทางเข้าของอากาศหลายส่วนเพื่อป้อนอากาศและควบคุมอากาศเข้าสู่เตาสำหรับใช้เผาไหม้ และได้แก๊สไปเป็นเชื้อเพลิงต่อไป (ภาพที่ 3.6.1-ขวา) 3.

ด้านล่างเตามีระบบสกรูลำเลียงขี้เถ้า/ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ออกจากเตา ควบคุมระยะเวลาการลำเลียงได้ (ภาพที่ 3.6.2)

ภาพที่ 3.6.1 ถังบรรจุกะลาปาล์มดิบพร้อมซีลน้ำ (ซ้าย) และส่วนอบแห้งช่วงไพโรไลซิสและเผาไหม้ (ขวา)

ภาพที่ 3.6.2 ทดสอบเตา Downdraft Gasifier **และ**ทดสอบจุดไฟจากแก๊สที่ได้

ผลการทดสอบพบว่า การป้อนกะลาปาล์มดิบ 25.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่กักเก็บในห้องเผาไหม้นาน สามารถสร้างแก๊สได้มากถึง 57.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ถ้าเทียบเป็นสัดส่วนมากกว่าการป้อนกะลาปาล์มดิบที่ 60.47 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่สัดส่วนของการได้ถ่านจะน้อยกว่า (ตารางที่ 3.6.1)

ตารางที่ 3.6.1 ผลทดสอบเตาก๊าซชีวภาพ

อัตราการป้อนกะลาปาล์ม (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ถ่านกะลาปาล์ม (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ถ่านกะลาปาล์ม (เปอร์เซ็นต์)	ก๊าซชีวภาพที่ได้ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
๒๕.๖๘	๒.๔๗	๙.๖๒	๕๗.๕
๓๐.๒๕	๖.๓๐	๒๐.๘๓	๔๐.๗๒
๕๒.๗๐	๑๖.๘๖	๓๑.๙๙	๗๑.๕๐
๖๐.๔๗	๒๔.๗๙	๔๑.๐๐	๘๑.๙๕

กิจกรรมที่ 4 การทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 4.1 การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในแปลงเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

คัดเลือกเกษตรกร จำนวน 10 ราย ประจวบคีรีขันธ์ นายมนูญ บุญไตรย์ และนายอนุชิด สิงห์เล็ก ชุมพร นายคารม พุ่มกะเนาว์ และนางอัญธิกา พรหมประเสริฐ สุราษฎร์ธานี น.ส.เจื้อง ตั๋วแพ และนายมานิช เพชรน้อย นครศรีธรรมราช นายสุรศักดิ์ บุญเติม และนายภิญโญ ไสยพร กระบี่ นายประภาส เพ็ชรลุ และนางพรทิพย์ ทองรอด เกษตรกรที่ร่วมโครงการ มี 4 รายที่พื้นที่เดิมเคยปลูกปาล์มน้ำมัน ส่วนมากเป็นที่ราบไม่มีน้ำท่วมขังส่วนแปลงที่มีน้ำท่วมขังได้ขุดร่องระบายน้ำ ผลวิเคราะห์ดิน จำนวน 5 รายพบว่า เหมาะสมปานกลาง-เหมาะสมมาก เพราะเป็นดินร่วนปนทราย-ดินเหนียว 1 แปลงใน จ.ชุมพร ไม่เหมาะสมเพราะเป็นดินทราย ส่วนแปลงอื่น ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ส่วนความอุดมสมบูรณ์ ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ปริมาณน้ำฝนเกือบทุกจังหวัด ยกเว้นประจวบคีรีขันธ์มีความเหมาะสม อุณหภูมิของทุกจังหวัดเหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน มีการให้ความรู้ของกรมวิชาการเกษตรเกี่ยวกับการปฏิบัติดูแลรักษาแปลงปาล์มน้ำมัน แต่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัดได้ โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ย เนื่องจากเกษตรกรใส่ปุ๋ย เมื่อมีเงินทุนพอที่จะซื้อปุ๋ย และมีการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาจากแหล่งอื่น ๆ มาใช้เกี่ยวกับการใส่ปุ๋ย ส่วนการกำจัดวัชพืช ส่วนมากเป็นการตัดหญ้า และใช้สารไกลโฟเสท

การเจริญเติบโต ปาล์มน้ำมันอายุ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ปี พบว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 มีการเจริญเติบโตดีกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรเลือกปลูก โดยเฉพาะเมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 2 ปี พันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 มีความยาวทางใบ หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อยและพื้นที่ใบ มากกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรเลือกปลูก 0.47, 7.60, 6.10 และ 0.57% ตามลำดับ **อัตราส่วนเพศ** ปาล์มน้ำมันให้ช่อดอกแล้ว 8 แปลง อย่างไรก็ตามแปลงที่ให้ผลผลิตแล้วอัตราส่วนเพศมีค่าต่ำทั้ง 2 พันธุ์ **ความพึงพอใจของเกษตรกร** เกษตรกรพอใจปาล์มน้ำมันทั้ง 2 พันธุ์ถึง 5 ราย ส่วนอีก 4 รายตัดสินใจไม่ได้ เพราะยังไม่ได้รับผลผลิต มีเกษตรกร 1 รายที่ชอบพันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 เนื่องจากเจริญเติบโตดีกว่า

การทดลองที่ 4.2 ทดสอบการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

กลุ่มเกษตรกร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากการดำเนินงาน 3 ปี ได้ผล ดังนี้

ลักษณะพื้นฐานแปลงทดลองของกลุ่มเกษตรกรปาล์มน้ำมัน อายุ 5-7 ปี ของกลุ่มเกษตรกรสุราษฎร์ธานี จำนวน 10 ราย รายละ 10 ไร่ ไม่มีการให้น้ำ (ตารางผนวกที่ 4.2.1) การให้ปุ๋ย พบว่ากลุ่มเกษตรกร ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้านสูงสุด ร้อยละ 40 ตามด้วยใส่ปุ๋ยตามสถานะทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ร้อยละ 30 และใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ใส่ปุ๋ยของปีที่ผ่านมา ร้อยละ 30 วิธีการใส่ปุ๋ย มี 2 แบบ คือ ใส่ต้นฤดูฝน ปีละ 2 ครั้ง ร้อยละ 70 และใส่ปีละ 4 ครั้ง ร้อยละ 30 โดยหว่านกระจายที่ชายทรงพุ่มและกองทาง มีการชี้แจงรายละเอียดโครงการและการถ่ายทอดความรู้ 4 เรื่อง คือ 1. ธาตุอาหารพืช 2. อาการผิดปกติจากการขาดธาตุอาหารของปาล์ม

น้ำมัน 3. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร 4. วิธีการประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันเบื้องต้น และพบว่าคุณสมบัติทางเคมีของดินส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่างเหมาะสม ปริมาณ total N และ K ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม แต่ปริมาณ P และอินทรียวัตถุ สูงกว่าระดับที่เหมาะสม ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน พบว่า แปลงทดลอง มีปริมาณ P อยู่ในช่วงวิกฤต แต่ปริมาณ N , P , K และ Mg อยู่ต่ำกว่าช่วงวิกฤต จากนั้นนำมาคำนวณและแปลผลความต้องการปุ๋ยของต้นปาล์มน้ำมัน สำหรับกรรมวิธีที่ 2 ของแต่ละปี ได้โดยมีเกณฑ์พิจารณาการให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 1.ใส่แม่ปุ๋ย สูตร 46-0-0 หรือ 21-0-0 สูตร 0-3-0 สูตร 0-0-60 และ 2.คำนวณชนิดและปริมาณการให้ปุ๋ยด้วยการเปรียบเทียบจากค่าวิกฤตความต้องการปุ๋ย โดยถ้าผลวิเคราะห์อยู่ในช่วงวิกฤต ให้ใส่เท่าเดิม ถ้าต่ำกว่าค่าวิกฤต ให้ใส่เพิ่มขึ้น 25% และถ้าสูงกว่าค่าวิกฤต ให้ใส่ลดลง 25% จากปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในปีที่ผ่านมา ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ หากต่ำกว่าค่าช่วงวิกฤต ให้ใส่ 1.0 กิโลกรัม/ต้น/ปี แต่ถ้าสูงกว่าช่วงค่าวิกฤต ให้ใส่ 0.8 กิโลกรัม/ต้น/ปี และปุ๋ยโบรอน ในปาล์มน้ำมันอายุมากกว่า 3 ปีให้ใส่ 100-150 กรัม/ต้น/ปี ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน พบว่า ปีที่ 1 มีความแตกต่างของผลผลิตจากใส่ปุ๋ยของ 2 กรรมวิธี เฉลี่ย 0.008 ตัน/ไร่/ปี ปีที่ 2 มีความแตกต่างของผลผลิตเฉลี่ย 0.419 ตัน/ไร่/ปี และความแตกต่างของผลผลิต 4 เดือนแรกของปีที่ 3 เฉลี่ย 0.079 ตัน/ไร่/ปี และผลวิเคราะห์สถิติ พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยในรอบปีของปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ของวิธีเกษตรกร และวิธีแนะนำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางผนวกที่ 4.2.2) โดยมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน พบว่า วิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำปีที่ 1-2 ให้ผลประโยชน์ต่อต้นทุนคุ้มค่า ปีที่ 1 วิธีเกษตรกร 4.56 และวิธีแนะนำ 3.23 ปีที่ 2 วิธีเกษตรกร 3.90 และวิธีแนะนำ 2.59 (ตารางผนวกที่ 4.2.3)

กลุ่มเกษตรกร จังหวัดกระบี่ จากการดำเนินงาน 3 ปี ได้ผล ดังนี้

ลักษณะพื้นฐานแปลงทดลองของกลุ่มเกษตรกรปาล์มน้ำมัน อายุ 5-7 ปี ของกลุ่มเกษตรกรกระบี่ จำนวน 10 ราย รายละ 10 ไร่ ไม่มีการให้น้ำ (ตารางผนวกที่ 4.2.4) การให้ปุ๋ย พบว่าเกษตรกรให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้านสูงสุด ร้อยละ 50 ตามด้วยใส่ปุ๋ยตามสถานะทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ร้อยละ 30 และใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ใส่ปุ๋ยของปีที่ผ่านมา ร้อยละ 20 วิธีการใส่ปุ๋ย ร้อยละ 100 ใส่ปุ๋ยช่วงต้นฤดูฝน ปีละ 2 ครั้ง หว่านกระจายที่ชายทรงพุ่มและกองทาง มีการชี้แจงรายละเอียดโครงการและการถ่ายทอดความรู้ 4 เรื่อง คือ 1. ธาตุอาหารพืช 2. อาการผิดปกติจากการขาดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน 3. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร 4. วิธีการประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันเบื้องต้น และพบว่า pH อยู่ในระดับที่เหมาะสม Total N ทั้ง 3 ปี อยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม โดยปี 2556 มีค่าต่ำที่สุด และเพิ่มขึ้นในปี 2557 และ 2558 K ปี 2556 ร้อยละ 50 อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปี 2557-2558 ร้อยละ 70 อยู่ในระดับเหมาะสม P ทั้ง 3 ปี มีร้อยละ 50 อยู่ในระดับเหมาะสม และอินทรียวัตถุ ปี 2556-2557 มีร้อยละ 10 อยู่ในระดับเหมาะสม และปี 2558 ร้อยละ 100 อยู่ในระดับเหมาะสม ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน พบว่า มี N ของทั้ง 3 ปี อยู่ใน

ระดับต่ำกว่าค่าวิกฤต (ค่าวิกฤต คือ 2.64% $\pm$ 0.05) มี P ปี 2556 อยู่ในระดับที่เหมาะสม (ค่าวิกฤต คือ 0.16% $\pm$ 0.05) และในปี 2557 และ 2558 อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤต K ทั้ง 3 ปี อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤต (ค่าวิกฤต คือ 1.17% $\pm$ 0.10), Ca ทั้ง 3 ปี อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (ค่าวิกฤต คือ < 1), Mg ปี 2556 ต่ำกว่าระดับวิกฤต ร้อยละ 10 ของจำนวนแปลงทั้งหมด ปี 2557 ต่ำกว่าระดับวิกฤต ร้อยละ 20 ของจำนวนแปลงทั้งหมด ปี 2558 ต่ำกว่าค่าวิกฤต ร้อยละ 50 ของจำนวนแปลงทั้งหมด (ค่าวิกฤต คือ 0.26%) นำผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบมาคำนวณและแปลผลความต้องการปุ๋ยของต้นปาล์มน้ำมัน สำหรับกรรมวิธีที่ 2 แต่ละปี ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน พบว่า ปีที่ 1 มีความแตกต่างของผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยของ 2 กรรมวิธี เฉลี่ย 0.132 ตัน/ไร่/ปี ปีที่ 2 มีความแตกต่างของผลผลิตเฉลี่ย 0.682 ตัน/ไร่/ปี และความแตกต่างของผลผลิต 4 เดือนแรกของปีที่ 3 เฉลี่ย 0.228 ตัน/ไร่/ปี ผลวิเคราะห์สถิติ พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยในรอบปี ของปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ของวิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางผนวกที่ 4.2.5) และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน พบว่า วิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำปีที่ 1-2 ให้ผลประโยชน์ต่อต้นทุนคุ้มค่า โดยปีที่ 1 วิธีเกษตรกร 6.41 และวิธีแนะนำ 4.25 ปีที่ 2 วิธีเกษตรกร 6.28 และวิธีแนะนำ 4.76 (ตารางผนวกที่ 4.2.6)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาด้านปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ปัจจุบันการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 เสร็จสิ้นแล้ว ได้มีพันธุ์ใหม่และนำพันธุ์ปาล์มและเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทำให้ได้ผลตอบแทนต่อไร่สูงขึ้น เป็นการลดต้นทุนการผลิตลง ซึ่งจะมีส่วนช่วยผลักดันให้มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มภายในประเทศ เพื่อรองรับการเปิดเสรีนำเข้าน้ำมันปาล์มตามข้อผูกพันภายใต้เขตการค้าเสรีอาเซียน และเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ยังลดการเสี่ยงของเกษตรกรที่จะได้รับพันธุ์ปาล์มที่ไม่มีคุณภาพ เนื่องจากกรมวิชาการเกษตรสามารถผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมได้ และปัจจุบันสามารถกระจายพันธุ์ให้เกษตรกรได้

สรุปข้อมูลปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ผ่านการพิจารณาคณะกรรมการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีมติเห็นชอบให้เป็นพันธุ์แนะนำ เมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2553 มีลักษณะเด่น ดังนี้

1. ผลผลิตทะลายสดสูง ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย(อายุ 4-6 ปี) 3,646 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร 6.6 เปอร์เซ็นต์

และพบว่า ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย (อายุ 3-10 ปี) 4,141 กก./ไร่/ปี โดยช่วงแรก (อายุ 3-4 ปี) ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 2,410 กก./ไร่/ปี และช่วงเจริญเติบโตเต็มที่ (อายุ 5-10 ปี) ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4,718 กก./ไร่/ปี

2. ผลผลิตน้ำมันดิบสูง ผลผลิตน้ำมันดิบเฉลี่ย 881 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 12.4 เปอร์เซ็นต์ หรือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 17 เปอร์เซ็นต์

3. เนื้อในต่อผลสูง มีเนื้อในต่อผลเฉลี่ย 11 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ผ่านการพิจารณาคณะกรรมการวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร มีมติเห็นชอบให้เป็นพันธุ์แนะนำ เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2556 มีลักษณะเด่น ดังนี้

1. ผลผลิตทะลายสดสูง ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3,543 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 16.0 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าในช่วงเจริญเติบโตเต็มที่อายุ 5-8 ปี ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 4,343 กก. ต่อไร่ต่อปี

2. น้ำมันดิบต่อทะลายสูง มีน้ำมันดิบต่อทะลายเฉลี่ย 24.8 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 12.7 เปอร์เซ็นต์

3. ผลผลิตน้ำมันดิบสูง มีผลผลิตน้ำมันดิบ 878.7 กก.ต่อไร่ต่อปี สูงกว่าพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 12.3 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ พบว่า คู่ผสมหมายเลข 303 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 165.5 (กิโลกรัมต่อต้นต่อปี) หรือ 3,773 กก./ไร่/ปี สูงกว่าทุกคู่ผสม และสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ประมาณ 23.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังให้ผลผลิตทะลายสดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของการคัดเลือกลูกผสมเทเนอราของกรมวิชาการเกษตร คู่ผสมหมายเลข 303 มีจำนวนทะลายเฉลี่ย 13.5 ทะลาย/ต้น/ปีสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบซึ่งให้จำนวนทะลาย 11.0 ทะลาย/ต้น/ปี สำหรับน้ำหนัก

ทะลาย พบว่า คู่ผสมหมายเลข 303 ให้น้ำหนักทะลายเฉลี่ย 12.8 กก./ทะลาย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายพบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำมันของคู่ผสมหมายเลข 303 มี น้ำมันต่อทะลาย 23.8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักผลต่อทะลายประมาณ 72.86 เปอร์เซ็นต์ และมีเปลือกนอกสดต่อผล 86.5 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าทุกคู่ผสมซึ่งมีเปลือกนอกสดต่อผล 77–86 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะกะลาต่อผลพบว่าหมายเลข 303 มีเปลือกนอกต่อผลสูงและมีกะลาบาง 6.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติดีเด่นที่จะเสนอขอรับรองพันธุ์ต่อไป

พื้นที่แนะนำ ควรปลูกในพื้นที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน

ข้อจำกัด ไม่สามารถนำเมล็ดที่ได้ไปขยายพันธุ์ต่อได้ เนื่องจากเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1)

กลุ่มเป้าหมายคือ หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมสหกรณ์ กรมพัฒนาที่ดิน และกรมชลประทาน กระทรวงพลังงาน กระทรวงกลาโหม มหาวิทยาลัย ภาคเอกชน ได้แก่ แปลงเพาะชำ บริษัท ผู้เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมัน

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมันลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามสปีชีส์ โดยการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนปาล์มน้ำมันลูกผสมข้ามสปีชีส์ พบว่า สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้บนอาหารสูตร MS ที่เติม picloram แคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงคัพภะอ่อนมีแนวโน้มในการพัฒนาเป็นเอ็มบริโอจินิคแคลลัส และมีการพัฒนาเป็นโซมาติกเอ็มบริโอบนสูตรอาหาร MS เติม dicamba และเติม 2,4-D ซึ่งมีรูปแบบพัฒนาการ 3 ระยะ คือ รูปกลม รูปหัวใจ และระยะสร้างจาว และโซมาติกเอ็มบริโอมีการพัฒนาในอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารถพัฒนาเป็นยอดที่มีลักษณะรวมเป็นกระจุก 1-2 ยอด แต่ไม่ยืดยาวและไม่ปรากฏการเจริญของราก

การศึกษาการเกิด somatic embryogenesis และ organogenesis ในปาล์มน้ำมันพิสิเฟอรา โดยการนำคัพภะอ่อน และช่อดอกอ่อนตัวเมีย มาเพาะเลี้ยง ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ ในอาหาร MS ที่เติม dicamba และ แคลลัสที่เกิดขึ้นจากส่วนต่างๆ สามารถนำมาเพิ่มปริมาณได้บนอาหาร MS ที่ลดความเข้มข้นของ dicamba ลง จากแคลลัสที่เกิดจากช่อดอกอ่อนบนอาหารชนิดเดียวกัน และ somatic embryo สามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อนบนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารกระตุ้นการเจริญเติบโต ส่วน ต้นอ่อนปาล์มน้ำมันสามารถชักนำให้เกิดรากในอาหาร MS ที่เติม paclobutrazol 20-40 µM

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซินต่อการชักนำการเกิดและการพัฒนาแคลลัสปาล์มน้ำมันจำนวน 3 พันธุ์ พบว่า การพัฒนาเป็น embyogenic callus ของปาล์มน้ำมันโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน ควรใช้ 2,4-D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำการเกิดการพัฒนาของแคลลัสปาล์มน้ำมันให้เกิดเป็น embryogenic callus ที่มีลักษณะเป็น friable callus ที่สามารถพัฒนาต่อไปได้ โดยการเจริญเติบโตของ embryogenic

callus เพื่อพัฒนา somatic callus ปาล์มน้ำมัน สามารถเกิดได้ดีที่สุด เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับ การเติม NAA 15 ไมโครโมลาร์ และเติมผงถ่าน 0.5 กรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดการยืดของส่วนยอดและสามารถเกิดรากได้ ส่วนการปรับสภาพต้นปาล์มน้ำมันก่อนการปลูกในโรงเรือน โดยการลดระยะเวลาการให้แสงเมื่อเลี้ยงบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม่มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตเมื่อนำออกปลูกในโรงเรือน ปัจจัยที่สำคัญของการนำต้นออกปลูกคือการควบคุมการคายน้ำ และวัสดุที่ใช้ปลูกเป็นสิ่งสำคัญ

การศึกษาเครื่องหมายโมเลกุลในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและตรวจสอบปาล์มน้ำมันลูกผสมชนิดเทเนอรา พบว่าได้ข้อมูล primer ที่เหมาะสมกับการจำแนกและศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นต้นพ่อและต้นแม่ จำนวน 13 และ 19 คู่ตามลำดับ และได้ข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอของเชื้อพันธุกรรมปาล์มน้ำมัน 10 กลุ่มได้แก่ กลุ่ม Deli Dura, AVROS, Yangambi, Nigeria, Calarbar, Ghana, Ekona, DAMI และ La Me รวมถึงปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง *E.guineensis* กับ *E. oleifera* โดยใช้ microsatellite primer รวมทั้งได้ทราบว่าปาล์มน้ำมันกลุ่ม La Me มีพันธุกรรมที่ต่างจากกลุ่มอื่นๆมากสุด โดยสามารถใช้ Primer กลุ่มนี้แยกความแตกต่างระหว่างประชากรปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 1-8 และตรวจสอบสืบตระกูลพันธุ์ปาล์มน้ำมันได้และสามารถจำแนกชนิดของปาล์มน้ำมันที่เป็นดูรา พิสิเฟอราและเทเนอรา ได้แม่นยำ โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบสนิปส์กับเครื่อง Real Time PCR และเครื่อง PCR ทั่วไป การนำไปใช้ประโยชน์ ได้นำข้อมูล SNPs ที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับเบส ไปพัฒนาวิธีการตรวจหาความแตกต่างของลำดับพันธุกรรมด้วยเทคนิค Real-time PCR เพื่อการจำแนกต้นแม่พันธุ์ Dura พ่อพันธุ์ Pisifera และลูกผสม Tenera ที่รวดเร็วต่อไป

กิจกรรมที่ 3 การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ต่างๆ

ได้ข้อมูลพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับในแต่ละพื้นที่ แต่ละภูมิภาค เพื่อให้เกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีผลผลิตไม่น้อยกว่า 3 ตันต่อไร่ต่อปี ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่เหมาะสมของในแต่ละพื้นที่ ดังนี้

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคใต้ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีศักยภาพสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับเป้าหมาย 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี สอดคล้องกันทั้งที่ ศวป.กระบี่ และ ศวพ.รือเสาะ

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคกลาง พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และ 3 ให้จำนวนทะลายต่อต้น 9.0 และ 9.1 ทะลายต่อต้น ผลผลิตทะลายสดต่อต้นสะสมทั้งปี 77.3 และ 77.0 ทะลายต่อต้น น้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด 8.7 และ 8.8 กิโลกรัมต่อทะลาย และ ผลผลิตทะลายสดต่อไร่ดีที่สุด 1,761 และ 1,756 กิโลกรัมต่อไร่

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออก พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ให้ผลผลิตทะลายสดเฉลี่ยสูงสุด 4,109.3 กิโลกรัม/ไร่/ปี รองลงมาคือลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งให้ผลผลิตทะลายสดเท่ากับ 3,873.7 กิโลกรัม/ไร่/ปี โดยพันธุ์มีแนวโน้มเป็น

พันธุ์ปลูกที่เหมาะสำหรับปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออก เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ดีให้ผลผลิตทะลายและจำนวนทะลายสูง

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 2 และ 5 ให้ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันสูงกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี ทั้งที่ ศวพ.หนองคาย ศวร.อุบลราชธานี และ ศวพ.กาฬสินธุ์ ส่วนที่ ศวส.ศรีสะเกษ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ทั้ง 6 พันธุ์ให้ผลผลิตต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

การเปรียบเทียบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในภาคเหนือ พบว่า การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 Ekona x Bamenda และ Ekona x Tanzania ที่ศวกล.เชียงใหม่ ทั้ง 3 พันธุ์ค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกในพื้นราบทั่วไป ในขณะที่ศวพ.พิจิตร มีการเจริญเติบโตตามปกติ ทั้งพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และพื้นที่ใบทางใบที่ 17 ส่วนผลผลิตทะลายสดต่อต้นต่อปีปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ของทั้งที่ศวกล.เชียงใหม่ และ ศวพ.พิจิตร ค่อนข้างต่ำ ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันต่อไร่ต่อปีต่ำกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย กิจกรรมการจัดการธาตุอาหารและน้ำปาล์มน้ำมัน กิจกรรมการอารักขาปาล์มน้ำมัน กิจกรรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน และการทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน ดำเนินการวิจัยภายใต้กรอบแนวคิดและที่มาของปัญหา การผลิตปาล์มน้ำมันได้ผลผลิตสูงและต้นทุนการผลิตต่ำ นอกจากการใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีแล้ว ต้องเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมรวมถึงเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นด้วย โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันและต้นทุนการผลิตอย่างมาก การจัดการธาตุอาหารและน้ำ การอารักขา และการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมจะช่วยให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน ตลอดถึงอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและผู้เกี่ยวข้องทั้งระบบสามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้ในยุคที่มีการเปิดเสรีทางการค้าของกลุ่มประเทศในอาเซี่ยน

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันโดยการจัดการธาตุอาหาร การจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* ตลอด 8 ปี พบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.35-3.35 ตันต่อไร่ต่อปี สำหรับผลการจัดการธาตุอาหารระดับบริษัทพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.64 และเกษตรกรที่ปฏิบัติตามคำแนะนำสามารถรักษาผลผลิตให้คงที่ โดยมีผลผลิตกว่า 3.50 ตันต่อไร่ต่อปี ตามคุณสมบัติ ศักยภาพและข้อจำกัดของดิน **การศึกษาการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันกับพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตในภาคใต้ตอนบน** โดยประเมินอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินใบ ร่วมกับปริมาณธาตุอาหารที่ควรชดเชยจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการสูญเสียธาตุอาหารจากขบวนการต่างๆ ในดิน ณ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร ระหว่างปี 2554-2557 เปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยตามที่เกษตรกรปฏิบัติพบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่

แตกต่างกัน และไม่กระทบต่อความสมบูรณ์ดิน แต่ลดค่าใช้จ่ายปุ๋ยเคมี 12-16 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีผลตอบแทนการผลิตสูงกว่าวิธีของเกษตรกร **การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน** พบว่า ***ต้นกล้าปาล์มน้ำมัน*** การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ***ปาล์มน้ำมันปลูกใหม่*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งทั้ง 2 ช่วงอายุช่วยลดต้นทุนปุ๋ยเคมีลง 50 เปอร์เซ็นต์ ***ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปีขึ้นไป*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยชีวภาพอย่างเดียว ดังนั้นในปาล์มน้ำมันอายุมาก จึงควรใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ **การใช้แหนแดงในสวนปาล์มน้ำมันปลูกใหม่** พบว่า การใช้การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (ลดไนโตรเจนลง 25 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับแหนแดง ปริมาณธาตุอาหารในใบอยู่ในช่วงเหมาะสมและการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ **ศึกษาเทคนิคการให้ธาตุอาหารทางลำต้นปาล์มน้ำมันทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน** มีผลทำให้ผลผลิตลดลงเมื่อเทียบกับ yield Profile สำหรับ**การให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7** ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีพบว่า การให้น้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโต ช่อดอกและผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำในช่วงแล้งให้ผลผลิต 3.75-4.29 ตันต่อไร่ต่อปี และปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝนให้ผลผลิต 1.99 และ 3.13 ตันต่อไร่ต่อปี ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และไม่พบอิทธิพลของอัตราปุ๋ย สำหรับการตอบสนองทางสรีรวิทยาพบว่า การให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำและปุ๋ย 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและศักยภาพในการสังเคราะห์แสงสูงกว่า จำนวนปากใบและประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการอาศัยน้ำฝนและปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ **การจัดการน้ำปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย พบว่า การเจริญเติบโต ช่อดอกและอัตราส่วนเพศไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำปาล์มน้ำมันอายุ 7-8 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.34 ตันต่อไร่ต่อปี สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน 19.9 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในงานวิจัยด้านปาล์มน้ำมันจึงมี **การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองปาล์มน้ำมัน** พบว่า ขนาดแปลงมาตรฐานเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตอย่างน้อย 8 ต้นต่อแปลง สำหรับผลผลิตอย่างน้อย 12 ต้นต่อแปลง และจากการ**ศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย** เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ดิน-น้ำ-พืช การปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และพัฒนาเป็นคู่มือการจัดการดินในแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันต่อไปสามารถรวบรวมลักษณะและสมบัติของดินที่ปลูกปาล์ม

น้ำมันใน *ภาคใต้ 13 บริเวณ* ประกอบด้วยชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง ชุดดินผักกาด ชุดดินคอหงส์ ชุดดินเขาขาด ชุดดินกระบี่ ชุดดินหลังสวน ชุดดินลำภูรา ชุดดินชุมพร ชุดดินบางสะพานและชุดดินท่าแซะ *ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 10 บริเวณ* เป็นชุดดินโพนงาม ชุดดินเลย ชุดดินลพบุรี ชุดดินลพบุรี (ที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล) ชุดดินวาริน ชุดดินโคราช ชุดดินเพ็ญ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินนครพนม และชุดดินโพนพิสัย *ภาคกลางและตะวันออก 12 บริเวณ* โดย*ภาคกลาง*เป็นชุดดินบางน้ำเปรี้ยว ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินองครักษ์ และชุดดินรังสิต *ภาคตะวันออก*เป็นชุดดินชะอำ ชุดดินคลองซากและชุดดินผักกาด *ภาคเหนือ* 8 บริเวณ เป็นชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินสรรพยา ชุดดินลี้ ชุดดินเรณู ชุดดินบางมูลนาก ชุดดินลำปาง ชุดดินอุตรดิตถ์ *และภาคตะวันตก 4 บริเวณ* เป็นชุดดินท่าม่วง ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน ชุดดินหุบกะพง และชุดดินลาดหญ้า และจาก**การศึกษาสภาวะน้ำท่วมขังต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการของต้นปาล์มน้ำมัน** โดยจำลองสภาวะน้ำท่วมขังนาน 120 วัน ให้กับปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 อายุ 8 12 18 และ 24 เดือน พบว่า ปาล์มน้ำมันสามารถทนต่อสภาวะน้ำท่วมขังนาน 30 วัน โดยต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่านำไหลปากใบ ศักย์ของน้ำในใบ จำนวนปากใบ การเจริญเติบโต น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นและรากสูงกว่า และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับอายุ 8 12 และ 18 เดือน สำหรับ**การฟื้นฟูความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมันที่ขาดการดูแลรักษา** พบว่า การใส่ทะลายเปล่า 150 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของการประเมินด้วยผลวิเคราะห์ใบ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 10-12 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 4.78 ตันต่อไร่ต่อปี สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีตามผลวิเคราะห์ใบ และการใช้ทะลายเปล่า 300 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี 13.2 และ 20.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีได้

การวิจัยด้านอารักขาปาล์มน้ำมัน **การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยชีววิธี** ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อเห็ด *G. boninense* พบว่า เชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 จากกิ่งกระถินเทพามีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* ในห้องปฏิบัติการสูงสุด และเชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 และ *Trichoderma* St-Te-5 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญและควบคุมการเกิดโรคลำต้นเน่าของต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้สูงสุด และจากการรวบรวมและจำแนกราวี-เอไมคอร์ไรซา 4 สกุล ได้แก่ *Acaulospora* 11 ไอโซเลท *Gigaspora* 2 ไอโซเลท *Glomus* 32 ไอโซเลท และ *Scutellospora* 11 ไอโซเลท **การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก** พบว่า สารกำจัดวัชพืช atrazine ควบคุมวัชพืชได้ดีถึงระยะ 45 หลังพ่นและไม่เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน สาร alachlor, acetochlor, metolachlor, oxyfluorfen, sulfentrazone และ pendimetalin มีผลกระทบต่อใบที่เจริญขึ้นมาใหม่เติบโตผิดปกติ **การทดสอบสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอกต่อปาล์มน้ำมัน** พบว่า *ในสภาพสวน* paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ fluroxypyr มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดี โดย paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ ametryn ควบคุมวัชพืชใบแคบ ใบกว้าง

และกกได้ดี haloxyfop-R-methyl, quizalofop-p-ethyl และ fenoxaprop-p-ethyl ควบคุมวัชพืชใบแคบได้ดี และ 2,4-D ควบคุมวัชพืชใบกว้างได้ดี

วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม** พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ให้น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยสูงสุด 26.4 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า น้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยทุกช่วงอายุมีค่า 19.0-19.9 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำมันต่อทะลายมีค่าต่ำมากช่วงมีนาคม-เมษายน และสิงหาคม ซึ่งเป็นผลจากทะลายอายุ 18-21 WAA ในขณะที่ทะลายอายุ 22-23 WAA ไม่พบว่ามีค่าต่ำในช่วงดังกล่าว จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระ, ค่า DOBI, วิตามินเอ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์ม พบว่า ช่วงแล้งไม่มีผลต่ออัตราการสะสมน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มน้ำมันดิบ, กึ่งสุก และสุก และน้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยในรอบปีของทะลายปาล์มสุก กึ่งสุกและดิบมีค่า 27.1, 25.6 และ 24.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า กรดไขมันอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์มน้ำมัน สำหรับค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีค่าใกล้เคียงกัน **การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์ม** สำหรับเป็นทางเลือกให้เกษตรกรลดค่าขนส่ง เพิ่มราคาจำหน่ายผลปาล์ม และสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่ต้องการแยกผลปาล์มจากทะลาย โดยเครื่องต้นแบบประกอบด้วย ถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร ภายในถังมีซี่แยกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตรที่ปรับความยาวได้ติดโดยรอบ ฐานหมุนเป็นกรวยปากตัด หมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ สลับทิศทางหมุนได้ ผลการทดสอบพบว่าความยาวซี่แยก 5 เซนติเมตร ความเร็ว 85 รอบต่อนาที ทำงานได้ 1.0 - 1.3 ตันต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการแยกผลปาล์ม 90-93.5 เปอร์เซ็นต์ **การวิจัยและพัฒนาเตาผลิตก๊าซโดยใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุเชื้อเพลิง** ใช้หลักการแก๊สซิฟิเคชั่นและสร้างเตาแบบไหลลงด้านล่าง(Downdraft Gasifier) จากการทดสอบพบว่า ปริมาณก๊าซที่ได้มีอัตราการไหลไม่คงที่ ถ่านกะลาปาล์มสุกไม่สม่ำเสมอ โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณแก๊สและถ่านขึ้นกับอัตราการป้อนกะลาปาล์มและระยะเวลาการกักเก็บในห้องเผาไหม้ซึ่งควบคุมได้โดยการดึงถ่าน/ขี้เถ้าออกด้านล่าง

ข้อเสนอแนะ

1. ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ และจากการเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และใช้ได้ทุกส่วนหรือที่เรียกว่า Zero waste ประกอบกับเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ให้ผลผลิตเร็วภายใน 2-3 ปี ให้ผลผลิตตลอดปีและให้ผลผลิตนานกว่า 25 ปี จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร ปัจจุบันพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันกระจายตัวครบทุกจังหวัดของประเทศไทย ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวเหมาะสม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิ

และปริมาณแสงแดดที่พอเหมาะจึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เนื่องจากปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันได้ แต่เนื่องจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกค่อนข้างหลากหลาย การที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตเต็มที่ตามศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมันและมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตที่คุ้มค่าต่อการลงทุน เกษตรกรต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมกับพื้นที่ของตัวเอง ทั้งการจัดการธาตุอาหารและน้ำ การอารักขา และการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

2. เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมาก การผลักดันให้การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์จำเป็นจะต้องมีการบูรณาการกับหน่วยงานหลายภาคส่วนและต้องได้รับการได้รับการยอมรับจากเกษตรกร จึงจะประสบความสำเร็จได้ เนื่องจากปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกที่เป็นพื้นที่ใหม่นอกจากภาคใต้ เกษตรกรรายใหม่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะเรื่องพันธุ์ พบว่า เกษตรกรได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันที่ไม่ถูกต้อง และราคาต้นพันธุ์มีราคาสูงเกินความเหมาะสม เป็นต้น การถ่ายทอดองค์ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องสู่เกษตรกร เพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิตน้ำมันปาล์มจาก 0.45 ตัน/ไร่/ปี เป็นไม่ต่ำกว่า 0.50 ตัน/ไร่/ปี เพื่อให้บรรลุผลตามแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมัน จะต้องมีการขยายผลนวัตกรรมงานวิจัยปาล์มน้ำมันด้านพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตสู่เกษตรกรในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง

3. นอกจากนี้ ปัจจัยการผลิตปาล์มน้ำมัน เช่น ปุ๋ย และสารเคมี มีราคาสูง ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ตามเป้าหมาย ปัญหาอัตราการสกัดน้ำมันดิบอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ควรจะเป็น สาเหตุหลักประการหนึ่งเกิดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ไม่เหมาะสม และสามารถแก้ไขได้หากมีการร่วมมือกันอย่างแท้จริงในทุกภาคส่วนของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เจ้าของสวนจนถึงโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยร่วมมือกันเก็บเกี่ยวเฉพาะปาล์มคุณภาพ และรับซื้อเฉพาะปาล์มสุกหรือปาล์มกึ่งสุก ซึ่งถ้าหากมีการร่วมมือกันเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาปาล์มด้อยคุณภาพให้หมดไปจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ผลที่ได้ก็คือ น้ำมันปาล์มดิบและรายได้จากการตัดปาล์มคุณภาพของไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยควรมีมาตรการบังคับในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันอย่างมีคุณภาพ ซึ่งจากข้อมูลที่แสดงเบื้องต้นจะเห็นได้ว่า รัฐฯสามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันปาล์มดิบสำหรับทดแทนไบโอดีเซลได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน หรือการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารและน้ำสามารถเพิ่มผลิตได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ และสามารถทดแทนไบโอดีเซลได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน ซึ่งหากส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสม รัฐฯ ควรส่งเสริมแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรและการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องควบคู่ไปด้วย และหากรัฐฯสามารถส่งเสริมได้ทั้ง 2 มาตรการ ผลดีก็จะเกิดกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม และเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันจะได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการปฏิบัติที่ถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง (References)

โครงการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

เกริกชัย ธนรักษ์ 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร “การเพิ่มศักยภาพการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม” โครงการฝึกอบรมนิคมการเกษตรพืชอาหารและพืชพลังงานทดแทน (ปาล์มน้ำมัน) รุ่นที่ 1 วันที่ 15 – 16 มิ.ย. 52 ห้องประชุมโรงเรียนเสวียดวิทยารัชมังคลาภิเศก ศาลาวัดบางคราม ม.2 ต.ปากฉลุย อำเภอท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี

ชยานิจ ดิษฐบรรจง กษิดิศ ดิษฐบรรจง ภุมรินทร์ วณิชชนานันท์ อรรัตน์ วงศ์ศรี และ อรุณี ใจเถิง. 2552. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปาล์มน้ำมัน *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 : สาขาพืช วันที่ 17-20 มีนาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 641 หน้า

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด. 463 หน้า.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2550. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 75 หน้า

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎรธานี (2548) คำแนะนำ : การใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน เอกสารวิชาการลำดับที่ 6 / 2548 คู่มือปาล์มน้ำมันชุดที่ 1 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร .สุราษฎร์ธานี . 33 หน้า.

อาสลัน หิเล และสมปอง เตชะโต. 2545. การปรับปรุงวิธีการพัฒนาเป็นพืชต้นใหม่ผ่านกระบวนการโซมาติกเอมบริโอของปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใบอ่อน.เอกสารประกอบการประชุม เสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3 วันที่ 18-19 กรกฎาคม 2545 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา.

อรรัตน์ วงศ์ศรี ศิริชัย มามีวัฒนะ ชุมพล เชาวนะ วราวุธ ชูธรรมธัช และชาย โฆรวิส. 2550. **โครงการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันรอบที่ 2 ของกรมวิชาการเกษตร ระยะที่ 1 (2545-2548)**. ในรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547-2549. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร.

อรรัตน์ วงศ์ศรี สุวิมล กลศึก ชุมพล เชาวนะ ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ เกริกชัย ธนรักษ์ และเตือนจิตร เพ็ชรรุณ. 2554. การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม. ในรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549-2553. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร.

อรรัตน์ วงศ์ศรี ชุมพล เชาวนะ เกริกชัย ธนรักษ์ สุวิมล กลศึก ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ และเตือนจิตร เพ็ชรรุณ. 2558. การเปรียบเทียบคู่ผสมปาล์มน้ำมันเพื่อคัดพันธุ์ลูกผสม ใน รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2558 . กรมวิชาการเกษตร.

อรรัตน์ วงศ์ศรี เตือนจิตร เพ็ชรรุณ และชญาดา ดวงวิเชียร. 2554. พันธุ์และการคัดเลือกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน. ใน การจัดการสวนปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์ม. สถาบันวิจัยพืชไร่. หน้า 1 – 10. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ahee, J., Arthusi, P., Cas, G., Duval, Y., Guenin, G., Hanomer, J., Hanomer, P., Lievoux, D., Lioret, C., Malaurie, B., Pannetier, C., Raillot, D., Varechon., C. and Zuckerman, L. 1981. Vegetative propagation of the oil palm in vitro by somatic embryogenesis. Oleagineux. 36 :113-116.

Agrawal, G.K., R.N. Pandey and V.P. Agrawal. 1992. Isolation of DNA from *Chkerospondias asillaris.* BioLect. Biodiv. Lett. 2 : 19-24.

Anonymous. 1997. Gene Scan Reference Guide Chemistry Reference for The ABI Prism 377 Genetic Analyzer PE Applied Biosystems. Division of Perkin – Elmer. International Union of Pure and Applied Chemistry : 8-1 – 8-33.

Corley R.H.V. and Breure C J., 1988. Measurements In Oil Palm Experiments paper of Unipamol Malaysia Sdn.

Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The Oil Palm 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing, Inc., UK. 562p.

Goh, K.J. 2000. Climatic requirements of oil palm for high yields. Proc. Seminar on Managing Oil Palm for High Yields: Agronomic Principles. Malaysian Soc. Soil Science Surveys, Kuala Lumpur.pp. 1-17.

Goh,K.J. and Hardter,R. 2003. General oil palm nutrition. In : Fairhurst,T,H. And Hardter,R.(eds.) Oil Palm : Management for Large and Sustainable Yeilds.Oxford Graphic Printers Pte Ltd. Singapore, pp 191-230.

Hartley, C.W.S. 1988. The oil palm 3rd ed. Singapore. Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd. 761p.

Escobar R. and Blaak. 1990. Thailand Oil Palm Breeding programme. Thailand Oil Palm Research and Development Project. 63 pp.

Escobar R. 2001. Oil Palm Breeding programme-Second Cycle. Consultant's Report (Working paper) to FAO. Suratthani Horticuture Research Centre. Department of Agriculture. Thailand. 40 pp.

Ismail, A. and Mamat. 2002. The optimal age of oil palm replanting. **Oil Palm Industry Economic Journal** 1(2): 11 – 18.

Kushiri A. and Rajanaidu N. 2000. **Breeding Populations, Seed Production and Nursery Management.** In (eds.Yusof Barison Jalani, B.S. Chan, K.W.) *Advances in Oil Palm Research*. Vol.1 Malaysian Palm oil Board. Ministry of Primary Industries, Malaysia.

Maizura, I., N. Rajanaidu, A.H. Zakri and S.C. Cheah. 2006. Assessment of Genetic Diversity in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) using Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP). Genetic Resources and Crop Evolution 53 (1): 187-195.

Mayer, Jack and Corley. 2001. The use of molecular marker to investigate the genetic structure of oil palm breeding program. Heredity 85 (3): 288-293.

Ooi, S.C. 1978. The Breeding of Oil Palm in Malaysia. Trop. Agric. Series No.11. Trop. Agric. Res. Center, Malaysia. P 169-185.

Rajanaidu ,N., Kushairi, A., Rafii, M., Mohd Din, A., Maizura, I. and B.S. Jalani. 2000. Oil palm breeding and genetic resource. In: Advances in oil palm research, Vol. I, Page: 171-237 pp.

Rosenguist, E.A.1985.The genetic base of oil palm breeding populations. Proceeding of International Workshop on oil palm Germplasm and Utilization. Palm oil Petrarch Institute of Malaysia. PI2756

Starisky, G. 1970. Tissue culture of the oil palm *(Elaeis guineensis* Jacq) as tool for its vegetative propagation. Euphytica 19: 288-292.

Teixeira, J. B., Sondahi, M. R., Nakamura, T. and Kirby, E. G. 1993. Establishment of oil palm cell suspension culture and plant regeneration. Plant cell Tissue and Organ Culture. 45:159-164

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีปาล์มน้ำมัน

กรมการค้าภายใน. 2554. การผลิต การตลาด ปาล์มน้ำมัน ปี 2554. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน : 31 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน. โรงพิมพ์ดอกเบี้ย กรุงเทพมหานคร. 188 หน้า.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. (2552) เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. 46 หน้า.

เกริกชัย ธนรักษ์. 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร “การเพิ่มศักยภาพการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสม” โครงการฝึกอบรมนิคมการเกษตรพืชอาหารและพืชพลังงานทดแทน (ปาล์มน้ำมัน) รุ่นที่ 1 วันที่ 15–16 มิ.ย. 52 ห้องประชุมโรงเรียนเสวียดวิทยารัชมังคลาภิเศก ศาลาวัดบางคราม ม.2 ต.ปากฉลุย อำเภอท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี

เกริกชัย ธนรักษ์ อรรัตน์ วงศ์ศรี และวิชณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2553. ปาล์มน้ำมันและพืชทดแทนพลังงาน (ปาล์มน้ำมัน). *ใน* การประชุมวิชาการพืชไร่ ประจำปี 2553 เรื่องผลงานวิจัยด้านพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. ณ ห้องประชุมเฉลิมพระเกียรติ เทศบาลเมืองแม่โจ้. เชียงใหม่, 10-12 พฤษภาคม 2553 : 260-274.

เกริกชัย ธนรักษ์ อรรัตน์ วงศ์ศรี และอรุณี ใจเถิง. 2554. ศึกษาผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในการจัด การธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549-2553. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. หน้า 187-220.

คณะทำงานจัดการความรู้ กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือการบันทึกข้อมูลการวิจัยด้านดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช. หจก. ขอนแก่นการพิมพ์ จ.ขอนแก่น. 190 หน้า

จินดา ศรศรีวิชัย. 2535. ระบบการลำเลียง. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 68 หน้า

จุไรรัตน์ ดวงเดือน ดวงฤดี ศุภติมัสโร และทวีป พลเสน. 2545. โครงการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากเหง้ามันสำปะหลังเพื่อนำไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมสำหรับการเผาขยะเปียก. เอกสารประกอบการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน แผนงานภาคความร่วมมือ ครั้งที่ 2 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน หน้า 12-15.

จำลอง ปราบแก้ว จารุวัตร เจริญ และปัญญา แดงวิไลลักษณ์. 2545. รายงานวิจัยเรื่อง เครื่องแยกผลจากทะลายปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 188 หน้า.

ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2549. ความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน (ระยะที่ 2) ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดวงรัตน์ ศตคุณ พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และ Yres Cro Zat. อิทธิพลของแสงและอายุใบต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบฝ้าย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 27-33.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2554. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 463 หน้า.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรนิยม ประกิจ ทองคำ และวรรณา เลี้ยววาริณ. 2546. คู่มือปาล์มน้ำมันและการจัดการสวน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.73 หน้า

นคร สาระคุณ. 2540. การจัดการการผลิตปาล์มน้ำมัน หน่วยที่8: เอกสารการสอนชุดวิชา: การจัดการการผลิตพืชไร่อุตสาหกรรม. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปากเกร็ด นนทบุรี. หน้า 1-182.

นัจภัค หงษ์ธนัต. 2550. การศึกษาการดูดซับและการคาดคะเนคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินนาน้ำโขงโดยใช้

สมการความต้องการฟอสฟอรัสในโปรแกรม PDSS. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จตุจักร กรุงเทพฯ.

น้ำอ้อย ศรีประสม และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2551. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางลำต้นในระยะกล้าปาล์มน้ำมัน. ว. หาดใหญ่วิชาการ 6(2) : 109-115.วิจิตร วังใน. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. 371 หน้า

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์. 2554. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้ไอน้ำ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.mtec.or.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 7/12/2554.

บุญเรือน สรรเพชร. 2543. ถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. จังหวัดขอนแก่น 117 หน้า.

ประชุม สุวัตถี. 2527. การวิเคราะห์เชิงสถิติ เล่ม 1. คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 381 หน้า.

ประวิตร โสภโณดร. 2556. การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยสภาพแวดล้อม *ใน* สรีรวิทยาการผลิตพืช ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ : 3-14.

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2545. การป้องกันกำจัดวัชพืชในปาล์มน้ำมันโดยวิธีผสมผสาน. คู่มือการป้องกันกำจัดศัตรูปาล์มน้ำมัน โดยวิธีผสมผสาน. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 74 หน้า

พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ วุฒิพล จันทร์สระคู คุรุวรรณ์ ภามาตย์ สากล วีริยานันท์ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน ยงยุทธ คงซ่าน และบัญชา แสงวงษา. 2553. การวิจัยและพัฒนาชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบเพื่อทำไบโอดีเซลสำหรับชุมชนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลงานวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักร และโรงงานต้นแบบขนาดเล็กผลิตพลังงานจากพืช กรมวิชาการเกษตร.

พุฒนา รุ่งระวี. 2540. โปรแกรมวิเคราะห์ขนาดและรูปร่างแปลงทดลองพืช. บทคัดย่อ ปี 2540 กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร.

ภาวนา ลิกขนานนท์ วิทยา ธนานุสนธิ์ ประพิศ แสงทอง และสุปรานี มั่นหมาย. 2551. ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต. รายงานผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2551. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 298–310.

ภัทรา ปัญญวัฒนกิจ. 2540. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มน้ำมันกระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวยิ่งยวด. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยมหิดล. จังหวัดนครปฐม.

มารวย เมฆานวกุล และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2539. ผลของระยะเวลาที่น้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. ว. เทคโนโลยีสุรนารี 3(2) : 85-94.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 519 หน้า.

รวี เสรฐภักดี. 2540. ต้นไม้ผลในสภาวะถูกน้ำท่วมขังและแนวทางการแก้ไข. ว. เกษตรก้าวหน้า12(3): 4-11.

รุ่งทิพย์ ชัยวัฒนานนท์. 2541. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 39 หน้า

ลิลลี่ กาวีต๊ะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุรียา ตันติวิวัฒน์. 2552. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.261 หน้า.

วิจิตร วังใน. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. 371หน้า.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน. 2547. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน. คัดลอกจากเอกสารวิชาการ ลำดับที่ 16/2547 เรื่อง ปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ และเพ็ญศิริ จำรัสฉาย. 2554. การจัดการน้ำ และสรีรวิทยาปาล์มน้ำมัน. การอบรมหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร, 10-26 มกราคม 2554 : 105-169.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย เกริกชัย ธนรักษ์ และวราวุธ ชูธรรมธัช 2554. การศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง. เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 178 หน้า.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ สุรกิตติ ศรีกุล และวราวุธ ชูธรรมธัช 2553. การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน. เอกสารรายงาน

ผลงานวิจัยประจำปี 2553 ของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร. 215 หน้า.

วิชาการปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์] http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/oilpalm.html

ศานิต สวัสดิกาญจน์ วริสรา ปลื้มฤดี และสิงหราช โค้วเจริญ. 2554. ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของอ้อย. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 42(2) (พิเศษ): 165-168.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ และสุนันทา อินทสุวรรณ์. 2553. ผลของระยะเวลาการให้น้ำท่วมขังต่อการยับยั้งความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 41(พิเศษ): 493-496.

ศิริลักษณ์ แก้วสุระลิขิต และประไพ ทองระอา. 2554. ศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของแหนแดงในดินสภาพต่างๆ. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์. 2555. การกลั่นน้ำมันปาล์มและการใช้เป็นไบโอดีเซล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [Internet document] URL www.ces.kmutt.ac.th/classroom/solarenergy/17_PalmOil.doc Accessed 6/5/2555.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด กรุงเทพมหานคร. 34 หน้า.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. เอกสารวิชาการ คำแนะนำ; การใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน . ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร.ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. มปป.องค์ความรู้การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน.*ข่าวสารปาล์มน้ำมัน.* มปป.: 1-16.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย. 2550. รายงานแผนและผลการดำเนินงานปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. แหล่งข้อมูล: http://goo.gl/DUyUaB. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2558.

สมพร อิศวิลานนท์ ปิยะทัศน์ พาหอนุรักษ์ และสุวรรณา ประณีตวตกุล. 2553. การประเมินผลกระทบจากงาน วิจัยด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันคลังสมองของชาติ. โรงพิมพ์บริษัทจำกัด ที คิว พี. กรุงเทพฯ.

สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล ชูเกียรติ คุปตานนท์ ชิต ลิ่มวรพันธ์ และเสถียร วาณิชวิริยะ. 2544. รายงานวิจัยเรื่อง เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มสด. สถานวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มและพืชน้ำมันและโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สารสนเทศ เศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2557. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

สุขศานต์ อริยรังสฤษฎ์. 2553. เทคนิคการให้ปุ๋ยคีเลตทางลำต้นปาล์มน้ำมัน. วารสารพืชพลังงาน. ฉบับที่ 34 /2553 : 16 – 24pp.

สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *ใน*: รายงานประจำปี 2550 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร : 73-84.

สุจิตรา พรหมเชื้อ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุรกิตติ ศรีกุล เพ็ญศิริ จำรัสฉาย กาญจนา ทองนะ พสุ สกุลอารีวัฒนา และนิพัฒน์ สุขวิบูลย์. 2553. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ *ใน*: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร : 112-132.

สุภชัย วรรณมณี และจักรี เส้นทอง. 2553. ผลของน้ำท่วมขังในระยะการเจริญพันธุ์ต่อการเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง. ว. เกษตร 26(3) : 214-249.

สุรกิตติ ศรีกุล ภิญโญ มีเดช และเกริกชัย ธนรักษ์. 2547. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. *ใน*: เอกสารวิชาการ ปาล์มน้ำมัน. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 35-60. สุรกิตติ ศรีกุล ภิญโญ มีเดช และเกริกชัย ธนรักษ์. 2547. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. หน้า 35–60. ใน : เอกสารวิชาการปาล์มน้ำมัน ลำดับที่ 16/2547. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรกิตติ ศรีกุล โกมล เจริญศรี และเกริกชัย ธนรักษ์. 2553. ศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม *ใน* รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549-2553 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร : 106-111.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร. 2552. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร: ทะลายปาล์มน้ำมัน มกษ. 5702-2552 จำนวน 7 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2553. กรุงเทพฯ 176 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. รายการเศรษฐกิจการเกษตรเพื่อเกษตรกรเรื่อง “กองทุน FTA เตรียม

อนุมัติงบ 100 ล้าน ช่วยเกษตรสวนปาล์มเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน” สำนักวิจัยเศรษฐกิจ

การเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย 2555. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 174 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. การผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ. [online], Available: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9704

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ

สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน. 2552. สถานการณ์การผลิต การตลาดปาล์มน้ำมัน.

Azeme, K. 2006. Modeling Oil Palm Yield Using Multiple Linear Regression and Robust M-Regression. Journal of Agronomy 5(1) : 32-36,2006.

Baskett, J.P.C., J.C. Jacquemard, T. Durand-Gasselin, E. Suryana, H. Zaelanie and E. Dermawan. 2008. Planting material as key input for sustainable palm oil. Journal of oil palm research, 20: 102-114.

Bhalla, R.S. and K.V. Devi Prasad. 2008. Neem cake-urea mixed applications increase growth in paddy. Current Science, vol. 94, No. 8, 25 April 2008.

Chan, K.W. 1982. Phosphorus requirements of oil palm in Malaysia: Fifty years of experimental results. In: Pushparajah, E. and S.H.A. Hamid. (eds.) Phosphorus and Potassium in the Tropics. Kuala Lumpur,17 – 19 August 1981. MSSS, pp. 395–423.

Cheong, S.P. and S.K. Ng. 1997. Copper deficiency of oil palms on peat. In: Earp, D.A. and W. Newall. (eds.) International Developments in Oil Palm. Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14–17 June 1976. ISP, pp. 362–370.

Corley, R.H.V. and C.J. Breure. 1981. Measurement in oil palm experiments, Internal Report, Unilever Plantations, London.

Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The Oil Palm. 4th Edition, Blackwell Science Ltd., Oxford, 562 p.

Daniels, J. and J. Armour. 2000. Nutrient uptake patterns as a guide to fertilizing bananas. Booklet of International Symposium on Tropical and subtropical Fruits. Cairns, Australia.

Dizbalis, Y. 2002. Rambutan: Improving Yield and Quality. RIRDC publication No.02/136. Queensland, Australia. 58 p.

Ekwenye, U.N. 2006. Nutrient Composition of Palm Oil for Different Varieties of Oil Palm and Health. J. of Food Technology. 4(3):172-173.

Fairhurst, T.H. and R. Hardter. 2003. Oil palm: Management for large and sustainable yields. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Potash Institute (IPI), 382 p.

Fairhurst, T.H., J.P. Caliman, R. Hardter and C. Witt. 2005. Oil Palm: Nutrient Management (Oil Palm Series Volume 7). Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), Singapore, 67 p.

Fairhurst, T.H. and E. Mutert. 1999. Interpretation and Management of Oil Palm Leaf Analysis Data. Better Crops International. Vol.13 No.1, May 1999. 48-51.

Fairhurst, T.H. and E. Mutert. 1999. The oil palm-fact file. Better Crops International. 13:28-29.

Foong, S.F. and S. Sofi. 1995. Frequency of CIRP application in oil palm. In: Jalani, B.S., D. Ariffin, N. Rajanaidu, M.T. Dolmet, K. Paranjothy, W. Mohd Basri, I.E. Henson and K.C. Chang. (eds.) International Palm Oil Congress. Update and Vision. Kuala Lumpur, 20–25 September 1993. PORIM, pp. 345-350.

Foster, H.L. and N.E. Prabovo. 1996. Variation in the potassium fertilizer requirements of oil palm in north Sumatra. In: Daras, H.T., Paranjothy, K., Cheah, S.C. and K.C. Chang. (eds.) International Palm Oil Congress: Competitiveness for the 21st Century. Agriculture Conference, Kuala Lumpur, 23–28 September 1996. Porim, pp. 143–152.

Gardner, F.P., B.R. Pearch and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Ames, USA, 66 p.

Glaz, B., D.R. Morris and S.H. Daroub. 2004. Sugarcane photosynthesis, transpiration and stomatal conductance due to flooding and water take. Crop science 44: 1633-1641.

Goh, K.J. 1977. Fertilizer recommendation systems for oil palm: estimating the fertilizer rates.

Applied Agricultural Research (AAR) Sdn. Bhd. Selangor, Malaysia.

Goh, K.J. and R. Hardter. 2003. General oil palm nutrition. In: Fairhurst, T.H. and R. Hardter. (eds.) Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields. Oxford Graphic Printers Pte Ltd. Singapore, pp. 191-230.

Gomez, A.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc. New York. 680 p.

Gutierrez, M.V. 2002. The scientific development of the physiology of plants in the American tropics. Revista de Biologia Tropical 50(2): 429-438.

Hadi, N.A., N.M. Han, C.Y. May and M.A. Ngan. 2012. Dry Heating of Palm Fruits: Effect on Selected Parameters. American Journal of Engineering and Applied Sciences. 5(2): 128-131.

Haran, N.H. 2013. Investigations on a Novel Inductive Concept Frequency Technique for the Grading Oil Palm Fresh Fruit Bunches. Sensors 13: 2254-2266.

Hartley, C.W.S. 1988. The Oil Palm. 2nd Longman Publishers Ltd., London. 706 p.

Jourdan, C., N. Michaux, and G. Perbal. 2000. Root system architecture and gravitropism in the oil palm. Annals of Botany 85: 868-868.

Jusoh, J.M., N.A. Rashid and Z. Omar. 2013. Effect of Sterilization Process on Deterioration of Bleachability Index (DOBI) of Crude Palm Oil Extracted from Different Degree of Oil Palm Ripeness. J. of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics. Vol. 3(4).

Keshvadi, A., J.B. Endan, H. Haran, D. Ahmad and F. Saleena. 2011. Palm Oil Quality Monitoring in the Ripening Process of Fresh Fruit Bunches. International Journal of Advanced Engineering Sciences and Technologies. 4(1): 26-52.

Lumpkin, T.A. and D.L. Plucknett. 1982. Azolla as a Green Manure: Use and Management in Crop Production. Westview Press, Inc., USA. 230 p.

Maycock, J.H. 1987. PALM OIL FACTORY PROCESS HANDBOOK PART 1: GENERAL DESCRIPTION OF THE PALM OIL MILLING PROCESS, Palm Oil Research Institute of Malaysia, Ministry of Primary Industries, Malaysia.

Mhanhmad, S., P. Leewanich, V. Punsuvon, S. Chanprame and P. Srinives. 2011. Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). African Journal of Agricultural Research. 6(7): 1835-1843.

Ng, S.K. 1977. Review of oil palm nutrition and manuring–scope for greater economy in fertilizer usage. In: Earp, D.A. and Newall, W. (eds.) International Developments in Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14–17 June 1976. ISP, pp. 209–233.

Ng, S.K. and S. Thamboo. 1967. Nutrient contents of oil palms in Malaysia. I. Nutrients in vegetative tissues. The Malaysian Agriculture Journal, 46, 3–45.

Ng, S.K., S. Thamboo and de P. Souza. 1968. Nutrient contents of oil palm in Malaya. II. Nutrient in vegetative tissues. The Malaysian Agricultural Journal, 46, 332-391.

Ooi, S.C. 1978. Variability in the Deli dura breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). IV. Growth and physiological parameters. Malay. Agric. J., 51: 359-365.

Otitoju, O. and I.N.E. Onwurah. 2010. Chlorophyll contents of oil palm (*Elaeis guineensis*) leaves harvested from crude oil polluted soil: a shift in productivity dynamic. Annals of Biological Research 1(4): 20-27.

Parent, C., N. Capelli, A. Berger, M. Crevecoeur and J.F. Dat. 2008. An Overview of plant responses to soil waterlogging. Plant Stress 2(1): 20-27.

Peter, G.A., R.E. Toia, W.R. Evans, D.K. Crist, B. Mayne and R.E. Poole. 1980. Characterization and comparisons of five N2-fixing Azolla-Anabaena associations. I. Optimization of growth conditions for biomass increase and N-content in a controlled environment. Plant Cell and Environ. 3: 261-269.

Poku, K. 2002. Small-Scale Palm Oil Processing in Africa. In: FAO AGRICULTURAL SERVICES BULLETIN 148, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Rajaratnum, J.A. 1972. The distribution and mobility of boron within the oil palm, *Elaeis guineensis* L. II: The fate of applied boron. Annuals of Botany, 36, 299–306.

Rajaratnum, J.A. and J.B. Lowry. 1974. The role of boron in the oil palm (*Elaeis guineensis* L.). Annuals of Botany, 38, 193–200.

RanKine, I.R. and T.H. Fairhurst. 1998. Oil Palm Series (Volume 1): Nursery. Oxford Graphic Printers Pte. Ltd. Singapore 93 p.

Richardson, D.L. 1986. Agronomist Report on Oil Palm Nutrition Consultance Report to UNDP/FAO THA/84/007/A/01/02 Project.

Sairam, R.K., D. Kumutha, K. Ezhilmathi, P.S. Deshmukh and G.C. Srivastava. 2008. Physiology and biochemistry of waterlogging tolerance in plants. Biologia plantarum 52(3): 401-412.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California, 540 p.

Sands, R. and D.R. Mulligan. 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. For. Ecol. Manage. 30: 91-111.

Springer, T.J. 1997. Photosynthetic rates of C3 and C4 plants under tow light types. Senior Research thesis, Department of biology, University of Nebraska at Kearney, Nebraska.

Tan, K.S. 1976. Development, nutrient contents and productivity in oil palm on inland soils of Malaysia. MSc. University of Singapore.

Tan, K.S. 1977. Efficient fertilizer usage for oil palm on inland soils. In; Earp, D.A. and Newall, S. (eds.) International Developments in Oil Palm. Malaysian International Agricultural Oil Palm Conference. Kuala Lumpur, 14–17 June 1976. ISP, pp. 262–288.

Tang, M.K., M. Nazeeb and S.G. Loong. 2001. Oil palm responses to different Sources of magnesium on an inland reworked soil in Peninsular Malaysia. In: Cutting-Edge Technologies for Sustained Competitiveness. PIPOC International Palm Oil Congress. Agriculture Conference. Kuala Lumpur, Malaysia, 20–22 August 2001. MPOB, pp. 261-271.

Tarmizi, A.M. and D. Moha Tayeb. 2006. Nutrient demands of Tenera Oil Palm planted on inland

oils of Malaysia. Journal of Oil Palm Research Vol. 18 June 2006. p 204-209.

Tinker, P.B.H. and K.W. Smide. 1963. Dry matter production and nutrient content of plantation oil palms in Nigeria. II. Nutrient content. Plant and soil, 19, 350-363.

Tisdale, S., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. McMillian Publishing Comp. New York, USA.

Toa, L., K.P. Ong and A. Zainnuriah. 2000. Effects of fertilizer withdrawal prior to replanting on oil palm performance. In: Pushparajah, E. (eds.) International Planters Conference on Plantation Tree Crops in the New Millennium: The Way Ahead (Volume 1, Technical Papers). Kuala Lumpur, 17–20 May 2000. ISP. pp. 233–249.

von UexKull, H.R. and T.H. Fairhurst. 1991. Fertilizer for High Yield and Quality : The Oil Palm. International Potash Institute . Burn, Switzerland, Bulletin No. 12 : 79 p.

Weinbaum, S.A., R.S. Johnson and T.M. Delong. 1992. Cause and consequence of over-fertilization in orchards. HortTechnology. 2(1): 112-121.

Woo, Y.C., S.H. Ooi and R. Hardter. 1994. Potassium for clonal oil palm in the 21st century. In: IFA-FADINAP Regional Conference for Asia and Pacific. Kuala Lumpur, Kuala Lumpur, 12-15 December 1994. Ifa, 7 p.

Zanderluce, G.L., M.G. Kadja, Bezerra and J.E. Scherwinski-Pereira. 2010. Adaptability and leaf anatomical features in oil palm seedlings produced by embryo rescue and pre-germinated seeds 22(3): 209-215.

ภาคผนวก

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

ภาคผนวกที่ 1.1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน

รายการวิเคราะห์	หน่วยวัด	ศวป.สฎ.	ศวพ.สฎ.	ระดับที่เหมาะสม
ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	-	4.84	5.02	4.20 – 5.50
ความต้องการปูน	กก.CaO/ไร่	210	340	-
การนำไฟฟ้าของดิน	เดซิซีเมน เมตร$^{-1}$	0.033	0.029	น้อยกว่า 2 - 4
อินทรียวัตถุ	เปอร์เซ็นต์	1.18	1.69	2.50 – 4.50
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	ส่วนต่อล้าน	3	5	20 - 25
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	ส่วนต่อล้าน	179	194	100 – 120
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	ส่วนต่อล้าน	355	362	75 – 100
เนื้อดิน (sand:silt:clay)	เปอร์เซ็นต์	81.52:11.60:6.88 ดินทรายปนดินร่วน	83.52:9.33:7.15 ดินทรายปนดินร่วน	ดินร่วน, ดินร่วนปนทราย

ภาคผนวกที่ 1.1.2 ปริมาณไนโตรเจนในใบและการจัดการธาตุอาหารไนโตรเจน

ปี พ.ศ.	อายุ(ปี)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ชดเชยผลผลิต	ปริมาณ N ในใบ(%)	ค่าวิกฤตของ N ในใบ (%)	คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/]	ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/]
2542	15	4.163	2.54	2.3510	2.3180-2.5220	3.00	3.10
2543	16	3.511	2.14	2.4603	2.3180-2.5220	3.00	3.59
2544	17	3.990	2.43	2.3839	2.2705-2.5095	3.00	3.00
2545	18	3.120	1.90	1.9539	2.2705-2.5095	3.75	3.00
2546	19	3.444	2.10	1.7862	2.2705-2.5095	3.75	3.50
2547	20	3.042	1.86	2.1921	2.2705-2.5095	3.75	3.50
2548	21	2.554	1.56	2.3286	2.2135-2.4465	3.75	3.50
2549	22	3.675	2.24	2.4931	2.2135-2.4465	3.00	3.50
2550	23	2.918	1.78	2.4277	2.2135-2.4465	3.00	3.00
2551	24	4.651	2.84	2.4431	2.2135-2.4465	3.00	3.00
2552	25	3.987	2.43	2.4738	2.2135-2.4465	3.00	3.00
2553	26	2.667	1.63	2.3683	2.2135-2.4465	3.50	3.50
2554	27	4.627	2.82	2.4092	2.2135-2.4465	3.50	3.50
2555	28	3.563	2.17	2.2908	2.2135-2.4465	3.50	3.50
2556	29	3.720	2.27	2.3054	2.2135-2.4465	3.50	3.50
2557	30	3.593	2.19	2.2338	2.2135-2.4465	3.50	3.50
2558	31	3.392	2.54	2.4226	2.2135-2.4465	3.50	3.50
เฉลี่ย		**3.566**	**2.20**	**2.313**		**3.35**	**3.33**

หมายเหตุ 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 21 % N

ภาคผนวกที่ 1.1.3 ปริมาณฟอสฟอรัสในใบและการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัส

ปี พ.ศ.	อายุ(ปี)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ชดเชยผลผลิต	ปริมาณ P ในใบ(%)	ค่าวิกฤตของ P ในใบ(%)	คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/]	ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/]
2542	15	4.163	0.42	0.1553	0.1501-0.1659	1.80	2.25
2543	16	3.511	0.35	0.1531	0.1501-0.1659	1.80	2.40
2544	17	3.990	0.40	0.1250	0.1472-0.1628	2.25	2.00
2545	18	3.120	0.31	0.1451	0.1472-0.1628	2.25	2.00
2546	19	3.444	0.34	0.1092	0.1472-0.1628	2.25	2.00
2547	20	3.042	0.30	0.1459	0.1472-0.1628	2.25	2.25
2548	21	2.554	0.26	0.1586	0.1444-0.1596	2.25	2.25
2549	22	3.675	0.37	0.1718	0.1444-0.1596	1.80	1.75
2550	23	2.918	0.29	0.1508	0.1444-0.1596	1.80	1.75
2551	24	4.651	0.47	0.1492	0.1444-0.1596	1.80	1.75
2552	25	3.987	0.40	0.1523	0.1444-0.1596	1.75	1.65
2553	25	2.667	0.27	0.1200	0.1444-0.1596	2.00	2.00
2554	27	4.627	0.46	0.1669	0.1444-0.1596	2.00	1.75
2555	28	3.563	0.36	0.1515	0.1444-0.1596	1.75	1.50
2556	29	3.720	0.37	0.1315	0.1444-0.1596	1.88	1.88
2557	30	3.593	0.36	0.1677	0.1444-0.1596	1.50	1.50
2558	31	3.392	0.34	0.1238	0.1444-0.1596	1.88	1.88
เฉลี่ย		**3.566**	**0.36**	**0.146**		**1.94**	**1.91**

หมายเหตุ 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % P_2O_5

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยร็อกฟอสเฟต (0 – 3 – 0) 20 % P_2O_5

ภาคผนวกที่ 1.1.4 ปริมาณโพแทสเซียมในใบและการจัดการธาตุอาหารโพแทสเซียม

ปี พ.ศ.	อายุ(ปี)	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ชดเชยผลผลิต	%K ในใบ	ค่าวิกฤตของ K ในใบ(%)	คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/]	ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/]
2542	15	4.163	1.29	1.0026	0.9000-1.1000	3.50	4.89
2543	16	3.511	1.09	1.0698	0.9000-1.1000	3.50	3.40
2544	17	3.990	1.24	1.0201	0.8550-1.0450	3.50	3.50
2545	18	3.120	0.97	0.9144	0.8550-1.0450	3.50	3.50
2546	19	3.444	1.07	1.0449	0.8550-1.0450	3.50	3.50
2547	20	3.042	0.94	0.8960	0.8550-1.0450	3.50	3.50
2548	21	2.554	0.79	0.9147	0.8100-0.9900	3.50	3.50
2549	22	3.675	1.14	1.1891	0.8100-0.9900	3.00	3.00
2550	23	2.918	0.90	0.9223	0.8100-0.9900	3.00	3.00
2551	24	4.651	1.44	0.7931	0.8100-0.9900	3.50	3.50
2552	25	3.987	1.24	0.7538	0.8100-0.9900	4.06	4.07
2553	25	2.667	0.83	1.0069	0.8100-0.9900	3.05	3.05
2554	27	4.627	1.43	0.9954	0.8100-0.9900	3.05	3.23
2555	28	3.563	1.10	1.0123	0.8100-0.9900	2.50	2.50

2556	29	3.720	1.15	0.9831	0.8100-0.9900	2.50	2.50
2557	30	3.593	1.11	0.7362	0.8100-0.9900	3.12	3.20
2558	31	3.392	1.05	0.9904	0.8100-0.9900	3.20	3.20
เฉลี่ย		**3.566**	1.11	0.956		3.26	3.36

หมายเหตุ 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแทส (0 – 0 – 60) 60 % K_2O

2/ ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยมิวเรทออฟโปแทส (0 – 0 – 60) 60 % K_2O

ภาคผนวกที่ 1.1.5 ปริมาณแมกนีเซียมในใบและการจัดการธาตุอาหารแมกนีเซียม

ปี พ.ศ.	**อายุ (ปี)**	**ผลผลิต (ตัน/ไร่)**	**ชดเชยผลผลิต**	**% Mg ในใบ**	**ค่าวิกฤตของ Mg ในใบ(%)**	**คำแนะนำปุ๋ย (กก./ต้น/ปี)[1/]**	**ปุ๋ยที่ใช้ (กก./ต้น/ปี)[2/]**	**หมายเหตุ**
2542	15	4.163	0.79	0.2438	0.24-0.40	-	-	ใส่ปูนโดโลไมท์ 16 กก/ต้น
2543	16	3.511	0.67	0.3883	0.24-0.40	-	-	ใส่ปูนโดโลไมท์ 10 กก/ต้น
2544	17	3.990	0.76	0.2805	0.24-0.40	-	-	ใส่ปูนโดโลไมท์ 5 กก/ต้น
2545	18	3.120	0.59	0.3189	0.24-0.40	-	-	
2546	19	3.444	0.65	0.1914	0.24-0.40	0.80	-	ใส่ Hymax B 1กก./ต้น
2547	20	3.042	0.58	0.1989	0.24-0.40	0.80	-	ใส่ Hymax B 1กก./ต้น
2548	21	2.554	0.49	0.2097	0.24-0.40	0.80	0.80	
2549	22	3.675	0.70	0.2544	0.24-0.40	0.80	0.80	
2550	23	2.918	0.55	0.2423	0.24-0.40	0.80	0.80	
2551	24	4.651	0.88	0.2523	0.24-0.40	0.80	0.80	
2552	25	3.987	0.76	0.2738	0.24-0.40	0.80	0.80	
2553	25	2.667	0.51	0.2885	0.24-0.40	0.80	0.80	
2554	27	4.627	0.88	0.2646	0.24-0.40	0.80	0.80	
2555	28	3.563	0.68	0.2585	0.24-0.40	0.80	0.80	
2556	29	3.720	0.71	0.2546	0.24-0.40	0.80	0.80	
2557	30	3.593	0.68	0.2754	0.24-0.40	0.80	0.80	
2558	31	3.392	0.64	0.2904	0.24-0.40	0.80	0.80	

หมายเหตุ 1/ คำแนะนำปุ๋ยคิดจาก ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

2/ปุ๋ยเคมีที่บริษัทฯให้กับปาล์มน้ำมันโดยคำนวณเป็นปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ 27% MgO

ภาคผนวกที่ 1.1.6 ผลผลิตปาล์มน้ำมันก่อนและหลังการใช้ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน

ก่อนวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน		**หลังวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน**	
ปี พ.ศ.	**ผลผลิตทะลาย (ตัน/ไร่)**	**ปี พ.ศ.**	**ผลผลิตทะลาย (ตัน/ไร่)**
2538	2.300	2542	4,584
2539	2.553	2543	3,867
2540	2.778	2544	3,990
2541	2.288	2545	3,126
		2546	3,444

		2547	3,042
		2548	2,554
		2549	3,657
		2550	2,947
		2551	4,651
		2552	3,987
		2553	2,667
		2554	4,627
		2555	3,563
		2556	3,720
		2557	3,590
		2558	3,392
เฉลี่ย	**2.480**	**เฉลี่ย**	**3.612**

ภาคผนวกที่ 1.1.7 ระดับความเป็นกรด–ด่าง และความต้องการปูนในดิน

เจ้าของแปลง	**ระดับความเป็นกรด - ด่างของดิน**					**ความต้องการปูน(CaO กก./ไร่)**				
	ปี54	**ปี55**	**ปี56**	**ปี57**	**ปี58**	**ปี54**	**ปี55**	**ปี56**	**ปี57**	**ปี58**
1. ณรงค์ เพชรเครือ	4.44	4.74	4.74	7.95	7.82	5.10	1,400	460	640	445
2. สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์	4.50	4.74	4.83	6.37	6.20	680	1,500	590	0	0
3. วิรัตน์ ธรรมบำรุง	4.85	5.08	4.85	4.58	4.93	550	214	600	760	640
4. สุภัทรดิส เผ่าวิหค	4.51	5.14	4.77	5.43	4.73	730	1,021	16	790	940
5. ชูชัย ศรีสุวรรณ	4.76	5.07	5.41	5.75	5.57	630	1,530	600	0	540
6. จันทิพย์ พร้อมประจุ	4.76	5.27	4.74	4.87	4.69	550	1,550	0	830	680
7. ธรรมรส ทวีศักดิ์	4.61	4.95	4.89	4.51	5.6	700	1,450	580	980	1,103
8. วิชิต โสพิกุล	7.01	6.26	6.6	6.06	6.95	0	0	0	0	0
9. ไพศาล น้อยสกุล	4.57	4.76	4.67	4.61	4.43	1,500	2,150	1,660	1,550	1,037
10. วิรัตน์ หนูทอง(62)	4.82	4.97	4.81	4.05	4.27	1,220	1,240	1,050	2,040	1,252
11. วิรัตน์ หนูทอง(48)	4.83	5.26	4.69	4.22	4.59	950	900	1,150	1,730	1,252
12. ผล ดิษฐรักษ์(48)	4.98	4.90	4.68	4.70	4.41	1,020	1,560	1,500	1,760	1,400
13. ผล ดิษฐรักษ์(62)	4.65	4.88	4.59	4.75	4.77	1,270	810	1,680	1,500	990
14. สมพร ประทุมสังข์(38)	392	4.13	3.63	3.38	3.35	2,160	1,830	2,240	2,740	2,420
15. จำรูญ ศรีรุ่งเรือง	5.18	6.39	5.5	4.12	5.03	970	1,050	620	1,200	939
16. พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์	4.88	4.18	5.59	3.44	4.27	980	970	180	2,400	1,300
17. นัด หนูทอง(38)	4.54	4.59	4.28	4.41	4.42	1,850	1,680	2,190	2,100	1,945
18. นัด หนูทอง(62)	4.32	4.68	4.09	4.22	4.42	1,820	1,650	1,800	2,200	1,795
19. เกลื่อม รักเสมอ(38)	4.24	4.93	3.96	4.08	3.93	2,190	1,800	2,500	2,200	2,150
20. เกลื่อม รักเสมอ(62)	4.04	1.69	3.90	3.71	3.96	2,340	1,910	2,280	2,500	2,240
ระดับที่เหมาะสม	**4.2–5.5**					-				

ภาคผนวกที่ 1.1.8 ปริมาณอินทรียวัตถุและค่าการนำไฟฟ้าของดิน

เจ้าของแปลง	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน(%)					ค่าการนำไฟฟ้าของดิน(เดซิซีเมน/เมตร)				
	ปี54	ปี55	ปี56	ปี57	ปี58	ปี54	ปี55	ปี56	ปี57	ปี58
1. ณรงค์ เพชรเครือ	1.07	1.81	1.35	1.94	1.35	0.080	0.049	0.040	0.176	0.075
2. สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์	1.36	1.30	1.18	1.83	1.64	0.132	0.018	0.019	0.103	0.088
3. วิรัตน์ ธรรมบำรุง	1.40	0.98	1.19	1.07	1.57	0.013	0.010	0.011	0.022	0.012
4. สุภัทรดิส เผ่าวิหก	1.75	1.36	1.38	1.7	2.11	0.031	0.026	0.022	0.047	0.032
5. ชูชัย ศรีสุวรรณ	1.71	2.3	2.2	2.01	2.49	0.032	0.031	0.05	0.146	0.065
6. จันทิพย์ พร้อมประจุ	1.38	1.46	1.07	2.68	1.64	0.027	0.018	0.014	0.04	0.018
7. ธรรมรส ทวีศักดิ์	1.50	1.51	1.06	0.58	2.41	0.027	0.032	0.017	0.034	0.034
8. วิชิต โสพิกุล	2.36	1.77	1.43	1.96	1.87	0.26	0.114	0.263	0.602	0.433
9. ไพศาล น้อยสกุล	2.32	2.29	2.57	2.26	2.63	0.074	0.025	0.024	0.033	0.057
10. วิรัตน์ หนูทอง(62)	2.88	3.55	2.74	4.31	4.47	0.045	0.057	0.071	0.252	0.055
11. วิรัตน์ หนูทอง(48)	2.07	2.46	1.81	4.41	2.90	0.048	0.039	0.059	0.064	0.061
12. ผล ดิษฐรักษ์(48)	2.65	4.83	4.68	2.29	2.91	0.045	0.130	0.054	0.049	0.090
13. ผล ดิษฐรักษ์(62)	3.41	4.44	3.87	3.58	3.20	0.079	0.092	0.097	0.069	0.075
14. สมพร ประทุมสังข์(38)	1.74	1.90	1.30	1.85	4.49	0.216	0.283	0.359	0.690	0.518
15. จำรูญ ศรีรุ่งเรือง	1.88	2.16	2.25	2.04	2.769	0.043	0.035	0.022	0.022	0.269
16. พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์	3.40	3.18	2.41	3.93	3.275	0.117	0.08	0.043	0.536	0.098
17. นัด หนูทอง(38)	4.29	4.02	3.72	4.29	6.57	0.058	0.057	0.046	0.035	0.029
18. นัด หนูทอง(62)	3.10	3.63	4.11	4.00	6.57	0.60	0.63	0.046	0.045	0.033
19. เกลื่อม รักเสมอ(38)	4.35	5.65	4.49	3.07	6.47	0.062	0.063	0.066	0.080	0.104
20. เกลื่อม รักเสมอ(62)	5.09	3.27	4.18	6.69	5.65	0.065	0.083	0.086	0.246	0.096
ระดับที่เหมาะสม	1.50									

ภาคผนวกที่ 1.1.8 ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจำนวน 20 ราย

เกษตรกร	ผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม/ไร่/ปี)				เฉลี่ย
	ปี 54	ปี 55	ปี56	ปี 57	(กิโลกรัม/ไร่/ปี)
1. ณรงค์ เพชรเครือ	2,651	4,256	5,263	6,183	**4,588**
2. สุรินทร์ สุทธิพิทักษ์	4,338	4,819	4,617	4,243	**4,504**
3. วิรัตน์ ธรรมบำรุง	3,606	4,229	5,173	3,059	**4,017**
4. สุภัทรดิส เผ่าวิหก	1,807	3,124	2,228	2,006	**2,452**
5. ชูชัย ศรีสุวรรณ	3,709	3,136	3,712	3,612	**3,542**
6. จันทิพย์ พร้อมประจุ	2,313	3,927	4,197	3,617	**3,514**
7. ธรรมรส ทวีศักดิ์	4,961	5,358	3,839	3,219	**4,344**
8. วิชิต โสพิกุล	978	3,151	4,261	6,015	**3,601**
9. ไพศาล น้อยสกุล	5,303	5,721	6,069	4,369	**5,366**
10. วิรัตน์ หนูคง (62)	4,712	4,767	6,516	5,937	**5,483**
11. วิรัตน์ หนูคง (48)	4,718	4,767	6,516	5,937	**5,485**
12. ผล ดิษฐรักษ์ (48)	3,967	3,975	5,307	3,508	**4,189**
13. ผล ดิษฐรักษ์ (62)	3,967	3,975	5,307	3,508	**4,189**
14. สมพร ประทุมสังข์ (38)	1,762	2,638	3,887	3,981	**3,067**
15. จำรูญ ศรีรุ่งเรือง	4,908	4,530	5,068	4,886	**4,848**
16. พงษ์ศักดิ์ พงศ์ธิพันธ์	4,828	4,002	4,266	3,234	**4,083**
17. นัด หนูทอง (38)	5,139	4,053	6,929	4,055	**5,044**
18. นัด หนูทอง (62)	5,139	4,053	6,929	4,055	**5,044**
19. เกลื่อม รักเสมอ (38)	3,069	2,317	3,349	2,902	**2,909**
20. เกลื่อม รักเสมอ (62)	3,069	2,317	3,349	2,902	**2,909**

ภาคผนวกที่ 1.4.1 การสะสมน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนเหนือดินของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์หลังเพาะเมล็ดงอก 1 เดือน										
	เริ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา											
1	0.60	0.68	0.74	0.99a	1.00ab	1.18a	1.65a	1.56b	1.95a	2.61a	2.78a
2	0.63	0.68	0.74	1.00a	1.11ab	1.40a	1.70a	2.06a	2.18a	3.12a	3.07a
3	0.63	0.64	0.75	1.05a	0.98b	1.25a	1.76a	2.03a	2.21a	2.98a	3.31a
4	0.58	0.66	0.75	0.86a	1.14a	1.36a	1.85a	1.79ab	2.16a	2.69a	3.12a
5	0.54	0.63	0.73	0.65b	0.63c	0.81b	0.91b	0.86c	0.89b	0.97b	0.97b
CV(%)		**6.24**	**9.01**	**14.85**	**9.73**	**18.48**	**12.50**	**11.76**	**18.01**	**17.20**	**15.00**
LSD.05		**ns**	**ns**	**0.21**	**0.15**	**0.34**	**0.30**	**0.30**	**0.52**	**0.68**	**0.61**
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต											
1	0.60	0.68	0.74	0.99a	1.00a	1.18a	1.65a	1.56a	1.95a	2.61a	2.78a
2	0.60	0.64	0.74	1.02a	0.94a	1.27a	1.55a	1.63a	2.22a	2.55a	3.16a
3	0.59	0.70	0.75	0.88a	1.07a	1.36a	1.74a	1.62a	2.11a	2.74a	2.74a
4	0.54	0.67	0.71	0.92a	1.05a	1.32a	1.65a	1.79a	2.20a	2.48a	2.66a
5	0.59	0.67	0.71	0.67b	0.72b	0.90b	1.09b	1.12b	1.09b	1.17b	1.31b
CV(%)		**6.32**	**5.83**	**11.42**	**9.79**	**12.32**	**13.13**	**13.60**	**19.73**	**20.81**	**18.75**
LSD.05		**ns**	**ns**	**0.15**	**0.15**	**0.23**	**0.31**	**0.32**	**0.58**	**0.74**	**0.73**

ภาคผนวกที่ 1.4.2 การสะสมน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนที่อยู่ในดิน (ราก) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์หลังเพาะเมล็ดงอกแล้ว 1 เดือน										
	เริ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา											
1	0.15	0.14	0.18	0.25	0.25abc	0.34abc	0.44ab	0.47a	0.50a	0.59a	0.61a
2	0.14	0.14	0.19	0.23	0.24bc	0.30bc	0.47a	0.43a	0.52a	0.53a	0.59a
3	0.14	0.14	0.19	0.25	0.31a	0.36ab	0.48a	0.41a	0.49a	0.52a	0.62a
4	0.13	0.15	0.21	0.23	0.29ab	0.37a	0.49a	0.45a	0.54a	0.59a	0.63a
5	0.15	0.15	0.18	0.21	0.20c	0.28c	0.34b	0.29b	0.30b	0.30b	0.30b
CV(%)		**16.00**	**10.81**	**16.99**	**17.36**	**12.67**	**18.12**	**15.53**	**20.36**	**13.13**	**19.48**
LSD.05		**ns**	**ns**	**ns**	**0.07**	**0.07**	**0.10**	**0.10**	**0.15**	**0.10**	**0.05**
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต											
1	0.15	0.14	0.18	0.25a	0.25b	0.34a	0.44b	0.45ab	0.50ab	0.59a	0.61a
2	0.14	0.14	0.21	0.26a	0.31a	0.43a	0.45b	0.45ab	0.59a	0.60a	0.68a

3	0.14	0.14	0.22	0.24ab	0.29ab	0.37b	0.45ab	0.47ab	0.47ab	0.50a	0.55a
4	0.15	0.14	0.19	0.27a	0.26b	0.42b	0.50a	0.50a	0.50ab	0.50a	0.58a
5	0.13	0.15	0.18	0.20b	0.25b	0.32b	0.40b	0.41b	0.40b	0.40b	0.39b
CV(%)		**23.27**	**14.02**	**13.32**	**10.74**	**8.12**	**13.04**	**16.49**	**19.64**	**14.68**	**19.76**
LSD.05		**ns**	**ns**	**0.05**	**0.05**	**0.05**	**0.10**	**0.12**	**0.15**	**0.11**	**0.16**

ตารางที่ 1.4.3 จำนวนใบปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

กรรมวิธี	จำนวนใบที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์หลังเพาะเมล็ดงอก 1 เดือน										
	เริ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อาบัสคูลาร์ไมโครไรซา											
1	2.90	2.80	2.80	3.30a	3.25a	3.65a	3.95a	4.10a	4.25a	4.65a	4.85a
2	2.70	2.90	2.90	3.25a	3.49a	3.95a	4.17a	4.40a	4.57a	4.85a	5.17a
3	2.58	3.00	3.00	3.35a	3.30a	3.65a	4.00a	4.30ab	4.65a	4.55a	5.30a
4	2.80	2.87	2.87	3.05ab	3.40a	3.65a	3.95a	3.95b	4.60a	5.00a	5.10a
5	2.70	2.52	2.52	2.67b	2.84b	3.10b	3.20b	3.27c	3.20b	3.45b	3.55b
CV(%)		9.61	7.85	7.03	7.24	8.96	3.32	4.99	6.92	7.57	7.22
LSD.05		ns	ns	0.34	0.35	0.50	0.19	0.31	0.45	0.52	0.54
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต											
1	2.90	2.80	2.80bc	3.30a	3.25a	3.65a	3.95a	4.10a	4.25b	4.65a	4.85a
2	2.90	3.10	3.10a	3.30a	3.45a	3.75a	3.85a	4.10a	4.67a	4.90a	5.05a
3	2.90	3.05	3.05ab	3.30a	3.50ab	3.75a	4.15a	4.35a	4.35b	4.75a	5.05a
4	2.73	3.05	3.05ab	3.25ab	3.25ab	3.85a	3.85a	4.30a	4.51ab	4.44a	4.70a
5	2.80	2.70	2.70c	2.92b	3.00b	3.15b	3.35b	3.35b	3.53c	3.50b	3.66b
CV(%)		**7.01**	**6.40**	**7.29**	**8.19**	**6.67**	**580.00**	**6.28**	**6.38**	**7.78**	**5.74**
LSD.05		**ns**	**0.29**	**0.36**	**0.41**	**0.37**	**0.34**	**0.39**	**0.42**	**0.52**	**0.42**

ตารางที่ 1.4.4 พื้นที่ใบปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

กรรมวิธี	พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น (ตร.ซม.) ในแต่ละสัปดาห์หลังเพาะเมล็ดงอก 1 เดือน										
	เริ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อาบัสคูลาร์ไมโครไรซา											
1	79.80	67.05	81.80	98.90a	105.60a	128.70a	155.45b	172.55c	204.00a	248.00a	278.00b
2	71.10	66.50	75.35	103.25a	122.00a	159.10a	191.00ab	213.70ab	257.35ab	269.75a	304.40ab
3	72.50	67.80	85.95	101.25a	112.00a	136.10a	182.40a	202.30ab	242.95ab	268.95a	295.00a

4	66.00	65.00	85.25	92.05a	117.00a	133.95a	178.00ab	190.00bc	218.95b	262.80a	295.00a
5	66.90	49.80	51.10	68.25b	70.00b	88.35b	91.70c	100.55d	99.90c	100.25a	109.00c
CV(%)		11.93	8.72	13.42	15.72	16.70	10.52	9.18	16.10	17.24b	14.43
LSD.05		ns	ns	19.18	24.30	33.28	25.05	24.83	50.25	61.68	62.40
จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต											
1	79.80	67.05	81.80	98.90a	105.60a	128.70a	155.45a	172.55a	204.00b	248.00a	278.00a
2	66.10	61.75	77.85	106.15a	109.45a	146.60a	177.00a	205.00a	236.65a	259.00a	306.25a
3	74.10	62.90	72.15	91.90a	110.25a	136.65a	167.00a	199.60a	221.00a	246.00a	278.05a
4	64.20	59.65	66.75	90.35a	111.25a	140.50a	152.60a	199.40ab	233.65a	255.00a	291.35a
5	74.80	52.60	59.20	66.65b	72.50b	92.80b	113.20b	118.90b	120.40c	126.85b	134.90b
CV(%)		17.10	9.09	12.75	13.33	15.78	10.29	19.50	10.07	17.46	20.54
LSD.05		ns	ns	17.80	20.90	31.14	23.80	48.03	31.91	57.75	81.57

ภาคผนวกที่ 1.5.1 สมบัติทางกายภาพ ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr) v	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 1/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ (Tha Sae soil series; mottled variant)											
Ap	0-22	13.13	1.58	33.8	33.7	32.8	30.6	26.6	24.9	24.3	6.3
AB	22-33	52.09	1.59	33.2	32.1	30.9	29.1	25.7	22.8	22.6	6.5
Bt1	33-60/65	1.52	1.59	31.8	30.5	28.8	25.7	23.9	23.8	24.4	1.2
Bt2	65-90	1.08	1.53	41.1	35.6	34.5	33.1	30.6	29.2	28.1	5.0
Btg	90-100	5.47	1.61	36.5	35.4	33.9	32.3	29.1	28.1	27.1	5.2
Pedon 2/2554 ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ (Kh soil series; mottled variant)											
Ap	0-20	22.35	1.52	36.7	31.8	26.9	22.8	18.8	17	16.2	6.7
Bt1	20-40	2.77	1.67	29.1	28.1	26.7	24	18.8	18.1	17.7	6.3
Bt2	40-60/65	1.62	1.58	34.4	32.3	30.2	27.2	21	19.6	18.7	8.5
Bt3	65-80	2.00	1.60	33.0	31.9	30.6	28.4	25.1	21.9	18.7	9.7
Btg	80-100	7.90	1.68	36.9	34.5	33.3	31.2	27.8	24	22.3	9.0
Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series)											
Ap	0-23	3.09	1.64	34.8	32.9	31.5	29.9	26.7	25.8	24.5	5.4
Bt1	23-42	4.38	1.67	33.4	31.2	30.0	28.8	26.5	25.3	24.2	4.6
Bt2	42-60	2.53	1.55	38.3	35.8	35.0	34.1	32.3	31.2	30.5	3.6
Bt3	60-85	11.25	1.46	44.1	42.3	42.1	41.2	39.4	38.1	37.3	4
Bt4	85-110	0.19	1.45	43.0	41.6	41.5	40.7	38.3	37.8	37.1	3.6
Pedon 4/2554 ชุดดินคอหงส์ (Kho Hong soil series)											
Ap	0-25	38.18	1.56	36.3	32.3	29	19.3	12.2	10.8	9.4	9.9
Bt1	25-45	18.21	1.60	38.1	34.2	30	22.1	14.8	13.5	11.8	10.3
Bt2	45-78	19.67	1.56	40.1	34.7	31.1	23.9	16.4	14.7	13.2	10.8
Bt3	78-90	11.25	1.60	37.9	34.1	31.8	26.7	27.4	17.3	13.6	13.1
Bt4	90-120	5.04	1.58	37.0	34.8	33	28.2	20.7	18.1	15.2	13.0
Pedon 5/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)											
Ap	0-30	33.63	1.57	40.5	34.8	33.0	27.7	23.9	22.0	21.0	6.8
Bt1	30-55	6.64	1.59	32.1	27.9	26.3	21.0	17.9	16.2	15.1	6.0
Bt2	55-70	1.15	1.60	32.1	28.7	27.5	23.8	20.1	19.2	18.0	5.8
Bt3	70-90	6.23	1.60	35.6	32.3	31.4	28.8	25.7	24.9	24.2	4.6
Bt4	90-120	75.38	1.56	36.4	32.8	32.2	29.8	27.7	26.4	25.7	4.1
Bt5	120-150	66.01	0.77	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาด ที่เกิดจากหินแอนดีไซต์ (Khao Khat soil series; andesite derived variant)											
Ap	0-35	13.95	1.58	41.3	35.3	34.1	30.8	27.3	26.3	25.8	5.0
Btc1	35-60	127.56	1.80	40.5	28.2	27.2	25.5	22.7	21.9	21.5	4.0
Btc2	60-100	103.66	1.92	35.6	26.9	25.9	24.8	22.7	21.5	21.1	3.6
2Bt1	100-130	0.02	1.55	52.0	49.6	49.7	49.1	46.8	46.2	46.3	2.7
2Bt2	130-150	0.04	1.58	47.3	47.0	47.1	46.7	45.1	44.5	44.3	2.4
2Bt3	150-175	0.04	1.60	41.7	40.4	40.4	40.2	38.8	38.5	38.6	1.6
Crt	175-200	0.04	1.70	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	200-230+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr) v	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 7/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)											
Ap	0-15	6.77	1.34	43.7	40.1	39.7	37.4	34.2	33.3	33.1	4.3
Bt1	15-35	18.51	1.28	45.8	38.1	37.6	34.6	31.4	30.3	29.6	5.0
Bt2	35-65	38.08	1.22	48.8	36.5	35.8	32.7	28.8	28.4	28.3	4.3
Bt3	65-90	26.92	1.24	45.1	35.5	34.8	31.7	27.8	27.6	27.5	4.2
Bt4	90-120+	12.64	1.28	46.0	36.6	36.0	33.1	29.3	29.1	29.0	4.1
Pedon 8/2554 ชุดดินกระบี่ (Krabi soil series)											
Ap	0-10	113.7	1.44	40.2	35.4	34.4	32.2	29.5	27.5	27.2	5.1
Btb1	10-38	115.8	1.36	45.4	38.7	37.7	35.9	33.6	31.5	31.2	4.7
Btb2	38-80	219.5	1.29	45.5	36.7	34.7	32.2	29.7	28.3	28.1	4.2
BCb	80-120	155.9	1.15	49.1	40	39.2	36.9	33.9	31.3	30.6	6.3
Pedon 9/2554 ชุดดินหลังสวน (Lang Suan soil series)											
Ap	0-22	84.1	1.29	39.7	31.2	28.9	21.2	15.1	9.3	9.7	11.5
Bt1	22-40	38.4	1.48	34.2	29.1	27.2	21	13.6	9.5	10	10.9
Bt2	40-62	31.6	1.50	35.9	31.7	29.5	21.1	12.9	8.3	8.7	12.4
Bt3	62-85	21.7	1.52	35.6	32.4	30.6	22.7	13.9	10.1	10.5	12.2
Bt4	85-100	20.2	1.57	34.8	31.4	29.9	22.9	14.7	12.4	12.6	10.2
Btc	100-130	15.1	1.62	34.6	30.3	28.5	22.2	16	9.4	9.5	12.7
Pedon 10/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง (Thasae soil series; high base saturation variant)											
Ap	0-25	4.79	1.59	35.8	34.0	33.5	31.0	25.2	19.8	19.7	11.2
AB	25-50	0.52	1.67	35.8	34.0	33.2	31.5	27.5	25.8	24.6	7.0
Btc	50-70	0.36	1.74	38.5	36.6	36.1	34.5	31.5	29.3	28.6	5.9
Bt1	70-86	0.03	1.77	37.2	37.1	37.1	36.7	34.5	34.0	33.4	3.4
Bt2	86-120+	0.06	1.96	35.6	34.3	34.2	34.0	31.0	29.8	29.4	4.6
Pedon 11/2554 ชุดดินบางสะพานที่มีชั้นดินทรายอยู่ข้างล่าง (Bang Saphan soil series)											
Ap	0-25	241.6	1.46	39.3	23.2	21.9	19.1	16.6	14.3	14.7	4.4
Bt1	25-50	12.16	1.66	32.2	29.1	26.8	24.1	21.9	20.9	20.8	3.3
Bt2	50-75	72.4	1.54	35.2	28.9	26.3	22.9	20.4	19.1	19.0	3.9
Bt3	75-95	37.0	1.54	35.9	31.1	27.1	20.6	16.9	14.6	14.4	6.2
Bt4	95-120+	56.2	1.52	35.0	31.5	25.9	17.9	14.5	12.7	12.7	5.2
Pedon 12/2554 ชุดดินลำภูรา (Lamphu La soil series)											
Ap1	0-30	9.86	1.22	49.5	46.9	44.4	40.4	37.6	36.0	35.9	4.4
Ap2	30-50	13.5	2.19	52.4	44.7	41.9	38.3	35.7	34.4	34.2	4.0
AB	50-70	24.1	2.42	47.1	41.9	38.7	35.6	33.5	32.2	32.6	3.0
Bt1	70-95	86.5	1.14	49.5	40.7	37.7	34.4	32.6	30.8	30.6	3.8
Bt2	95-120	31.5	1.25	49.7	42.4	40.3	36.9	34.3	33	32.8	4.1
Bt3	120-150	17.3	1.29	47.6	40.8	38.5	35.4	32.5	31.2	30.9	4.5
Bt4	150-175	25.6	1.37	43.2	38.0	36.1	32.6	29.9	28.2	27.7	4.8
2C	180-200	205.8	1.49	37.8	22.2	22.3	19.5	16.9	15.8	15.2	4.3

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr) v	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 13/2554 ชุดดินชุมพร (Chumporn soil series)											
Ap	0-10	32.89	1.51	37.3	37.9	36.9	33.0	30.4	28.2	27.3	5.7
AB	10-'20	10.71	1.55	36.4	35.0	33.9	30.7	27.9	26.2	25.7	5.0
Bt	20-38	14.79	1.55	39.8	35.0	34.1	31.7	29.0	27.1	26.5	5.1
Btc1	38-60	175.2	1.42	48.0	41.0	40.5	38.4	35.8	34.5	34.1	4.2
Btc2	60-80	60.7	1.53	46.5	36.1	35.7	34.6	32.5	31.3	31.6	3.0
Btc3	80-120	143.0	1.56	46.7	38.4	37.9	37.2	35.1	33.5	33.4	3.8
2Bt	120-150	10.1	1.54	47.5	39.0	38.4	37.4	35.2	34.1	34.1	3.3

ภาคผนวกที่ 1.5.2 สมบัติทางกายภาพ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดินของดินปลูกปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ภาคใต้

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 1/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ (Tha Sae soil series; mottled variant)														
Ap	0-22	21.3	15.2	8.0	15.4	21.0	20.7	1.46	26	46	72	19	9	SL
AB	22-33	4.1	8.1	7.6	21.7	34.9	25.4	0.54	15	53	68	21	11	SL
Bt1	33-60/65	1.3	6.1	11.2	31.5	35.4	15.5	0.43	13	41	54	19	27	SCL
Bt2	65-90	1.2	8.1	12.6	29.6	29.7	19.7	0.45	7	41	48	22	30	SCL
Btg	90-100	15.2	8.6	10.6	19.9	27.5	19.1	1.10	10	37	47	21	31	SCL
Pedon 2/2554 ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ (Kh soil series; mottled variant)														
Ap	0-20	37.9	13.5	6.8	11.1	16.0	16.4	2.23	32	50	82	10	8	SL
Bt1	20-40	1.4	3.5	5.7	20.3	33.3	37.5	0.32	29	51	80	11	10	SL
Bt2	40-60/65	2.1	5.4	6.7	18.8	30.2	38.4	0.38	31	44	74	10	16	SL
Bt3	65-80	5.6	7.7	6.4	17.6	26.4	38.2	0.58	24	53	77	10	12	SL
Btg	80-100	15.4	10.6	5.2	14.6	22.0	33.8	1.08	31	47	78	14	8	SL
Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series)														
Ap	0-23	161.1	189.3	203.0	207.9	209.5	210.0	2.22	18	30	47	30	23	SCL
Bt1	23-42	9.8	17.0	13.1	15.5	17.7	28.6	0.94	10	27	37	42	21	L
Bt2	42-60	4.9	15.4	20.0	21.5	17.0	22.2	0.75	7	16	23	39	37	CL
Bt3	60-85	4.1	15.2	27.0	27.2	15.4	11.2	0.77	3	9	13	31	57	C
Bt4	85-110	8.9	22.4	32.3	19.1	9.8	7.5	1.12	3	11	15	26	59	C
Pedon 4/2554 ชุดดินคอหงส์ (Kho Hong series)														
Ap	0-25	9.4	8.1	5.4	18.9	29.9	30.2	0.77	43	43	85	7	8	LS
Bt1	25-45	3.9	3.7	4.4	21.2	43.7	25.0	0.45	33	48	81	8	11	SL
Bt2	45-78	0.2	0.9	3.1	10.5	23.0	13.3	0.27	34	47	81	8	11	SL
Bt3	78-90	0.2	0.4	2.9	30.4	49.8	18.0	0.25	31	50	80	7	13	SL
Bt4	90-120	0.4	0.3	1.2	14.3	22.3	12.5	0.26	27	52	80	7	13	SL
Pedon 5/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)														
Ap	0-30	14.6	13.5	17.1	23.6	21.1	11.2	1.19	33	42	75	8	17	SL
Bt1	30-55	0.8	3.6	14.5	37.7	31.5	13.5	0.40	31	47	79	8	14	SL
Bt2	55-70	0.8	4.7	11.7	33.4	33.6	17.0	0.39	29	45	73	7	20	SL
Bt3	70-90	0.7	4.6	11.9	28.6	32.3	23.0	0.37	25	44	69	7	24	SCL
Bt4	90-120	1.2	5.5	13.5	33.5	32.2	15.1	0.44	23	41	64	7	29	SCL
Bt5	120-150	1.6	4.7	13.1	31.6	33.4	16.4	0.44	20	44	64	6	30	SCL

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาด ที่เกิดจากหินแอนดีไซต์ (Khao Khat soil series; andesite derived variant)														
Ap	0-35	38.7	20.1	14.9	11.9	7.3	8.1	2.41	16	41	57	20	24	C
Btc1	35-60	41.4	11.9	7.6	6.7	4.8	2.9	3.17	15	24	39	16	45	C
Btc2	60-100	64.4	10.7	6.4	8.3	6.8	4.0	3.48	23	22	45	14	41	C
2Bt1	100-130	6.8	5.4	10.3	31.3	28.8	16.6	0.68	3	8	11	17	72	C
2Bt2	130-150	6.2	9.7	21.7	32.4	17.3	11.1	0.78	2	6	8	25	67	C
2Bt3	150-175	16.6	10.5	21.0	24.8	11.2	14.6	1.27	8	6	14	30	56	C
Crt	175-200	41.0	19.7	14.3	11.4	5.7	6.7	2.52	13	12	25	36	39	CL
Cr	200-230+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ap	0-15	47.9	21.4	12.6	8.3	5.0	5.3	2.86	32.92	35.72	68.64	7.18	24.18	SCL
Pedon 7/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)														
Bt1	15-35	3.5	15.2	20.3	17.9	11.4	7.3	0.85	21	29	51	8	41	SCL
Bt2	35-65	3.4	13.8	17.5	19.4	15.6	6.0	0.81	22	26	49	9	42	SL
Bt3	65-90	3.8	12.8	14.6	20.9	17.2	6.6	0.82	21	28	49	10	42	SL
Bt4	90-120+	5.3	13.7	16.2	18.4	17.0	5.1	0.95	18	28	46	10	45	SL
Pedon 8/2554 ชุดดินกระบี่ (Krabi soil series)														
Ap	0-10	50.6	12.4	3.5	3.3	2.7	3.5	3.72	23	27	50	10	40	SL
Btb1	10-38	42.2	11.6	4.5	5.1	6.4	6.0	3.07	12	27	39	12	49	C
Btb2	38-80	53.7	19.0	5.5	6.4	7.4	9.2	3.05	17	27	44	14	43	C
BCb	80-120	37.0	14.4	7.4	10.2	12.9	19.4	2.19	14	28	43	26	31	C
Pedon 9/2554 ชุดดินหลังสวน (Lang Suan soil series)														
Ap	0-22	42.3	16.1	11.7	11.5	11.3	9.2	2.51	47	37	84	10	6	LS
Bt1	22-40	6.0	16.8	27.3	28.2	14.8	9.0	0.89	48	35	83	10	8	LS
Bt2	40-62	0.9	3.7	14.9	38.4	28.0	16.2	0.41	41	42	83	10	7	LS
Bt3	62-85	1.3	3.0	12.9	40.2	27.9	16.8	0.42	42	40	82	10	8	LS
Bt4	85-100	1.2	2.1	8.7	39.0	33.3	17.7	0.37	36	44	80	11	9	LS
Btc	100-130	5.3	3.4	10.2	36.6	30.0	16.5	0.59	44	36	80	11	9	LS
Pedon 10/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง (Thasae soil series, high base saturation variant)														
Ap	0-25	30.0	18.1	8.9	12.6	15.3	16.7	1.92	28	41	69	21	10	SL
AB	25-50	16.3	10.3	12.6	22.0	26.1	14.1	1.20	21	34	55	26	19	SCL
Btc	50-70	28.5	16.5	17.7	17.9	13.1	7.2	1.90	20	33	53	20	27	SCL
Bt1	70-86	17.1	24.1	17.9	19.8	12.0	9.8	1.46	21	25	46	16	38	SCL
Bt2	86-120+	12.0	15.0	16.3	24.0	19.6	14.0	1.08	20	30	50	16	34	SCL
Pedon 11/2554 ชุดดินบางสะพานที่มีชั้นดินทรายอยู่ข้างล่าง (Bang Saphan soil series)														
Ap	0-25	14.8	30.6	24.6	15.6	10.5	5.9	1.46	69	12	81	9	10	LS
Bt1	25-50	3.5	25.8	20.2	23.7	17.3	11.5	0.84	50	16	66	10	24	SCL
Bt2	50-75	12.5	23.9	16.7	22.6	17.3	9.0	1.23	51	17	68	7	25	SCL
Bt3	75-95	15.0	18.5	9.6	15.8	24.9	18.2	1.22	52	28	81	4	16	SL
Bt4	95-120+	15.5	18.8	8.4	11.0	12.7	10.1	1.58	67	19	86	2	12	LS

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 12/2554 ชุดดินลำภูรา (Lamphu La soil series)														
Ap1	0-30	35.9	27.1	18.1	10.8	5.2	3.3	2.39	24	16	40	16	44	C
Ap2	30-50	4.7	15.9	21.5	17.7	8.3	6.8	0.99	17	16	33	16	51	C
AB	50-70	3.7	12.9	18.0	27.6	27.5	10.7	0.67	15	16	31	16	53	C
Bt1	70-95	5.0	14.2	18.9	25.8	25.1	11.5	0.75	16	13	29	17	54	C
Bt2	95-120	8.7	12.0	17.3	26.4	25.9	10.3	0.9	22	11	34	16	50	C
Bt3	120-150	4.4	9.4	15.2	27.5	27.6	16.7	0.64	17	17	34	22	45	C
Bt4	150-175	5.9	8.9	11.4	21.4	37.8	15.9	0.67	34	21	55	16	29	SCL
2C	180-200	43.8	33.9	7.5	3.9	5.3	7.4	2.78	77	5	82	4	13	SL
Pedon 13/2554 ชุดดินชุมพร (Chumporn soil series)														
Ap	0-10	26.7	20.1	15.0	17.6	15.4	6.5	1.85	35	38	73	10	17	SL
AB	10-'20	15.5	18.8	19.2	22.3	17.2	8.1	1.33	24	42	65	11	24	SCL
Bt	20-38	7.8	9.9	16.4	28.7	26.1	12.0	0.82	19	40	59	11	31	SCL
Btc1	38-60	22.0	12.0	21.3	21.6	16.3	6.9	1.56	12	27	38	8	54	C
Btc2	60-80	72.5	5.6	4.5	5.3	4.9	7.5	3.78	23	15	38	6	56	C
Btc3	80-120	40.7	8.3	12.8	16.9	14.9	6.7	2.35	27	19	45	6	48	SC
2Bt	120-150	29.7	10.6	14.6	19.9	18.8	7.1	1.87	29	19	48	7	45	SC

ภาคผนวกที่ 1.5.3 สมบัติทางเคมีของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้

	Depth	pH	EC	O.M.	Avail.P	Avail.K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	CEC	BS
	(cm)		dS/m	(%)	(----------mg/kg----------)										(%)
Pedon 1/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ (Tha Sae soil series, mottled variant)															
Ap	0-22	5.05	0.02	0.99	3.00	35.75	6.77	146.05	38.84	0.35	1.08	13.16	58.85	5.05	25.63
AB	22-33	5.12	0.01	0.41	1.80	62.97	7.56	135.60	39.77	0.18	0.16	1.94	7.19	13.59	8.97
Bt1	33-60/65	5.05	0.01	0.24	0.90	74.31	28.63	84.31	27.78	0.13	0.08	1.09	1.76	15.39	5.31
Bt2	65-90	5.23	0.01	0.16	0.80	65.46	7.79	98.46	41.16	0.14	0.09	2.84	0.95	14.59	7.16
Btg	90-100	5.05	0.02	0.99	3.00	35.75	6.77	146.05	38.84	0.35	1.08	13.16	58.85	5.05	25.63
Pedon 2/2554 ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ (Kh soil series; mottled variant)															
Ap	0-'20	4.85	0.02	1.22	218.5	30.03	8.2	55.30	10.21	0.20	0.22	3.10	3.69	3.59	15.15
Bt1	20-40	5.15	0.01	0.48	6.8	28.81	5.1	100.8	6.51	0.18	0.10	1.32	54.98	4.87	14.72
Bt2	40-60/65	5.25	0.01	0.47	3.3	27.20	10.8	106.6	9.60	0.24	0.26	2.82	31.98	7.41	10.36
Bt3	65-80	5.35	0.01	0.30	1.4	34.70	27.0	66.48	7.81	0.23	0.12	2.76	11.26	4.71	13.18
Btg	80-100	5.44	0.01	0.26	0.9	25.90	7.6	62.53	8.58	0.25	0.07	0.32	0.30	4.39	11.96
Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series)															
Ap	0-23	7.8	0.05	1.2	3.7	93.8	42	4313	188	1.4	0.7	38.6	8.7	13.4	-
Bt1	23-42	7.4	0.03	0.7	0.7	48.3	16	902	120	0.4	0.1	4.8	6.0	11.8	57.8
Bt2	42-60	5.1	0.04	0.6	0.6	50.7	42	470	171	0.3	0.1	1.8	8.4	12.4	36.5
Bt3	60-85	5.0	0.03	0.5	0.4	79.9	107	258	262	0.2	0.2	1.6	1.6	16.0	25.6
Bt4	85-110	5.5	0.03	0.2	0.5	98.1	194	481	526	0.2	0.1	5.3	1.7	13.8	58.3
Pedon 4/2554 ชุดดินคอหงส์ (Kho Hong soil series)															
Ap	0-25	5.1	0.01	0.29	1.40	29.1	7.6	12.3	5.0	0.12	0.08	0.67	5.85	2.05	9.49
Bt1	25-45	5.1	0.01	0.24	1.00	45.5	21.5	9.2	4.6	0.14	0.11	0.45	3.15	4.56	3.65
Bt2	45-78	5.1	0.01	0.22	0.80	23.7	4.6	29.7	5.0	0.12	0.07	0.41	1.87	3.57	6.01
Bt3	78-90	5.1	0.01	0.13	0.70	44.8	29.7	11.0	5.2	0.11	0.07	0.35	1.72	4.89	4.18
Bt4	90-120	5.0	0.01	0.21	0.70	43.7	7.3	11.9	6.9	0.11	0.06	0.50	1.27	5.07	4.23
Pedon 5/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)															
Ap	0-30	5.5	0.01	1.39	3.7	85.5	18.9	696	119	2.0	0.64	50.3	32.8	11.1	49.4
Bt1	30-55	5.4	0.00	0.47	1.2	83.5	5.1	459	34.	1.1	0.15	2.41	19.4	6.7	48.9
Bt2	55-70	5.6	0.00	0.43	0.9	79.8	5.1	596	47	1.0	0.08	1.38	13.3	10.7	39.0
Bt3	70-90	5.5	0.00	0.52	0.7	70.2	5.5	682	79	1.0	0.08	1.38	13.3	14.0	33.4
Bt4	90-120	4.8	0.01	0.49	1.7	72.6	4.6	316	72	1.1	0.18	0.46	10.8	14.9	19.1
Bt5	120-150	4.7	0.01	0.4	0.6	97.5	4.3	134	41	1.0	0.09	0.37	4.9	12.4	10.7
Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาด ที่เกิดจากหินแอนดีไซต์ (Khao Khat soil series; andesite derived variant)															
Ap	0-35	4.9	0.01	1.33	0.9	51	10	237	43	1.31	0.55	4.98	34.6	15.9	14.0
Btc1	35-60	5.0	0.01	1.1	0.6	67	15	327	154	0.86	0.27	1.51	12.9	16.3	21.2
Btc2	60-100	5.0	0.01	0.4	0.4	73	16	146	170	2.32	1.63	0.84	3.9	12.0	22.3
2Bt1	100-130	5.0	0.01	0.43	0.3	100	93	28	563	0.63	0.16	-	1.4	14.6	21.0
2Bt2	130-150	5.0	0.01	0.37	0.3	71	174	124	1158	1.13	0.88	0.21	9.0	17.0	65.5
2Bt3	150-175	5.2	0.01	0.22	0.5	89	228	273	1593	1.68	1.43	0.36	18.0	20.8	95.3
Crt	175-200	5.4	0.01	0.11	0.5	67	251	377	1857	1.51	1.80	0.68	18.0	33.6	44.2
Cr	200-230+	4.9	0.01	1.33	0.9	51	10	237	43	1.31	0.55	4.98	34.6	15.9	14.0

	Depth	pH	EC	O.M.	Avail.P	Avail.K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	CEC	BS
	(cm)		dS/m	(%)	(----------	----------	----------	----------	mg/kg	----------	----------	----------	----------		(%)
Pedon 7/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series)															
Ap	0-15	5.2	0.01	2.62	3.00	29.1	5.8	22.2	6.7	0.23	0.20	1.55	32.6	7.5	4.11
Bt1	15-35	5.3	0.00	1.75	0.60	34.3	4.6	11.8	4.3	0.16	0.12	1.00	17.1	18.2	0.96
Bt2	35-65	5.3	0.00	1.28	0.80	26.0	4.2	14.4	4.0	0.12	0.07	1.18	9.1	19.2	0.81
Bt3	65-90	5.4	0.01	1.01	0.90	34.6	5.8	21.8	5.3	0.13	0.06	1.02	5.6	16.4	1.44
Bt4	90-120+	5.2	0.01	1.00	0.80	43.6	29.8	22.0	4.1	0.14	0.05	1.13	4.6	17.2	1.31
Pedon 8/2554 ชุดดินกระบี่ (Krabi soil series)															
Ap	0-10	5.5	0.01	1.61	0.90	65.3	35.7	26.4	19.0	0.16	0.16	2.26	211	18.3	2.57
Btb1	10-38	5.5	0.00	1.39	0.80	26.7	3.6	31.7	10.9	0.16	0.50	1.32	0.61	22.9	1.49
Btb2	38-80	5.7	0.01	1.08	0.40	39.7	6.3	34.0	12.4	0.10	0.06	1.46	1.37	21.6	1.71
BCb	80-120	5.5	0.00	1.24	1.10	20.9	3.4	42.8	23.3	0.12	0.23	0.70	3.10	34.8	1.46
Pedon 9/2554 ชุดดินหลังสวน (Lang Suan soil series)															
Ap	0-22	4.5	0.02	0.84	3.3	46.4	5.3	95.3	11.9	0.2	0.39	13.7	33.2	2.0	30.0
Bt1	22-40	4.7	0.01	0.43	1.5	27.2	14.4	32.1	2.3	0.1	0.17	0.48	21.5	2.0	13.7
Bt2	40-62	4.6	0.00	0.29	1.2	32.4	3.6	23.7	1.8	0.1	0.07	0.81	20.1	1.0	16.1
Bt3	62-85	4.7	0.00	0.24	1.2	11.3	3.2	22.9	1.8	0.1	0.11	0.68	19.3	1.0	15.4
Bt4	85-100	4.7	0.00	0.25	1.2	9.8	2.3	20.5	2.2	0.1	0.06	0.63	12.3	2.0	8.1
Btc	100-130	4.7	0.00	0.17	12.6	8.4	3.3	26.5	3.4	0.1	0.08	2.41	6.7	1.0	19.2
Pedon 10/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง (Thasae soil series; high base saturation variant)															
Ap	0-25	4.6	0.01	0.96	7.0	12.4	7.2	117	13	0.22	0.3	4.8	89.6	3.0	22.9
AB	25-50	4.3	0.01	0.44	0.6	22.0	30.8	19	5	0.33	0.5	0.2	21.2	6.0	6.9
Btc	50-70	4.8	0.01	0.48	0.4	32.8	12.1	7.1	120	0.12	0.1	0.0	7.5	8.0	14.9
Bt1	70-86	5.4	0.00	0.14	0.2	24.5	34.9	18.1	724	0.30	0.3	0.0	3.7	15.0	43.7
Bt2	86-120+	6.5	0.01	0.09	0.3	32.0	57.9	22.5	1148	0.26	0.3	1.3	1.5	15.0	60.1
Pedon 11/2554 ชุดดินบางสะพานที่มีชั้นดินทรายอยู่ข้างล่าง (Bang Saphan soil series)															
Ap	0-25	5.0	0.01	1.1	39.7	27.5	3.6	174	40	0.40	0.9	3.2	53	5.0	23
Bt1	25-50	5.1	0.01	0.7	12.5	30.1	7.1	168	40	0.34	0.4	0.3	21	8.0	16
Bt2	50-75	5.2	0.01	0.6	9.2	45.3	9.6	200	49	0.12	0.2	1.5	13	2.0	75
Bt3	75-95	5.2	0.01	0.3	8.6	30.0	26.8	142	37	0.10	0.1	1.5	8	3.0	32
Bt4	95-120+	5.2	0.01	0.1	7.7	36.4	7.1	94	25	0.20	0.2	0.5	7.9	2.0	32
Pedon 12/2554 ชุดดินลำภูรา (Lamphu La soil series)															
Ap1	0-30	4.7	0.01	3.09	2.2	19.9	6.8	10.3	9.0	0.11	0.15	0.60	33.5	10	2.3
Ap2	30-50	4.7	0.00	3.39	1.0	32.4	4.5	2.7	5.7	0.09	0.05	0.00	28.5	12	1.2
AB	50-70	4.7	0.01	1.26	1.3	19.8	4.3	6.4	5.0	0.08	0.05	0.00	5.8	19	2.8
Bt1	70-95	4.9	0.00	0.91	2.5	15.9	3.3	9.9	5.6	0.07	0.05	0.00	1.7	21	0.8
Bt2	95-120	4.9	0.00	0.68	2.5	17.7	3.9	10.4	8.0	0.07	0.05	0.00	0.9	24	0.8
Bt3	120-150	4.9	0.00	0.47	2.4	21.5	5.1	12.1	10.7	0.09	0.07	0.00	0.6	18	1.1
Bt4	150-175	4.9	0.00	0.31	3.4	20.4	28.0	19.0	10.5	0.12	0.1	0.00	1.5	10	3.3
2C	180-200	4.9	0.00	0.22	7.8	40.6	27.4	14.3	5.8	0.13	0.09	0.07	2.2	3	8.0

	Depth	pH	EC	O.M.	Avail.P	Avail.K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	CEC	BS
	(cm)		dS/m	(%)	(----------mg/kg----------)										(%)
Pedon 13/2554 ชุดดินชุมพร (Chumporn soil series)															
Ap	0-10	4.9	0.02	3	59.9	11	4.5	408	175	0.4	1.17	11.1	199	6	48.0
AB	10-'20	4.5	0.02	1.39	6.0	100	3.3	122	79	0.16	0.28	3.3	58.5	5	23.8
Bt	20-38	4.3	0.04	0.78	1.0	156	3.5	34	19	0.08	0.06	0.1	8.5	8	9.1
Btc1	38-60	4.2	0.06	1.1	1.3	313	3.5	40	21	0.07	0.03	0.6	0.4	22	4.6
Btc2	60-80	4.9	0.02	0.77	1.6	457	4.6	224	52	0.07	0.01	0.0	0.0	27	9.5
Btc3	80-120	4.6	0.04	0.6	0.7	225	4.7	287	41	0.06	0.02	0.1	0.0	27	6.7
2Bt	120-150	4.5	0.04	0.37	0.8	84	5.3	243	36	0.08	0.06	0.0	0.0	19	8.4

ภาคผนวกที่ 1.5.4 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 1/2556 ชุดดินโพนงาม (Phon Ngam soil series: Png)											
Ap	0-20	6.55	1.54	-	41.6	41.1	38.2	35.6	32.4	32.1	6.1
Bt1	20-40	0.14	1.51	-	36.0	35.4	33.3	30.2	27.4	26.9	6.4
Bt2	40-60	0.22	1.55	-	37.9	37.3	34.9	32.1	29.4	29.0	6.0
Bt3	60-90	0.02	1.51	-	37.9	37.7	36.7	35.0	32.5	32.2	4.5
Bt4	90-125	0.02	1.58	-	39.1	39.1	38.8	35.7	35.2	35.1	3.6
2Bt5	125--150	0.02	1.59	-	39.2	39.1	38.2	34.8	31.5	31.2	7.0
2Bt6	150--170	0.02	1.61	-	41.4	41.2	40.4	39.0	37.3	37.1	3.3
2Bt7	170-200+	0.28	1.51		41.2	41.0	40.0	36.7	32.8	32.2	7.9
Pedon 2/2556 ชุดดินเลย (Loei soil series: Lo)											
Ap	0-25	0.66	1.33	-	46.4	46.1	43.9	40.8	36.6	36.1	7.8
Btc1	25-50	7.95	1.44	-	41.7	41.6	40.8	38.4	35.9	35.5	5.3
Btc2	50-70	1.72	1.66	-	37.1	36.8	34.9	32.9	30.6	30.3	4.6
Btc3	70-90	0.02	1.42	-	45.1	45.0	44.2	42.5	38.7	38.2	6.0
BCrt	90-100	2.93	1.45	-	44.0	43.8	43.0	41.1	38.2	37.9	5.1
Cr	100-150	3.62	1.60	-	32.9	32.5	31.4	29.7	28.6	27.9	3.5
Pedon 3/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb)											
Apk	0-25	2.61	1.29	-	44.0	43.9	43.7	41.0	38.9	38.6	5.2
Bsk	25-60	23.95	1.32	-	44.0	44.0	43.5	41.9	39.7	40.0	3.5
2Apk	60-80	0.0	1.28	-	50.7	50.8	50.8	49.5	48.0	48.4	2.4
2Bsk1	80-100	0.03	1.28	-	49.8	49.7	49.2	47.9	46.7	46.8	2.4
2Bsk2	100-130	0.18	1.32	-	49.1	49.2	48.9	48.1	46.5	46.9	2.0
2Bsk3	130-150	0.04	1.38	-	49.0	49.0	48.5	47.7	46.5	46.9	1.7
2Bsk4	150-175	0.02	1.39	-	48.2	48.1	47.5	46.6	44.9	45.1	2.4
2Bsk5	175-200	0.01	1.55	-	47.8	47.9	47.6	46.8	45.3	45.7	1.9
Pedon 4/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb) ที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล											
Ap	0-30	0.11	1.36	-	43.4	43.3	42.1	40.0	36.7	37.0	5.0
Bk1	30-55	0.25	1.42	-	38.5	38.3	36.9	35.3	32.9	33.1	3.8
Bk2	55-90	1.53	1.62	-	36.4	36.1	35.1	33.3	31.4	31.5	3.6
Btk1	90-130	0.23	1.63	-	35.9	34.9	34.1	32.4	30.7	30.8	3.3
Btk2	130-150	0.07	1.63	-	33.1	33.1	32.5	31.2	29.6	29.8	2.7
Btk3	150-170	0.06	1.64	-	36.4	36.2	35.4	34.1	32.1	32.4	3.0
Btk4	170-200	0.04	1.73	-	36.6	36.5	36.0	34.9	33.0	33.2	2.8
Pedon 5/2556 ชุดดินวาริน (Warin soil series: Wn)											
Ap1	0-15	0.07	1.15	-	52.7	52.4	48.2	44.5	41.8	40.7	7.5
Ap2	15-30	24.82	1.54	-	38.9	38.4	36.4	33.8	28.5	27.7	8.7
Bt1	30-50	1.66	1.49	-	40.3	39.9	37.6	33.6	30.5	30.0	7.5
Bt2	50-75	5.28	1.47	-	39.9	39.5	37.4	32.8	26.9	26.4	11.1
Bt3	75-100	21.33	1.50	-	39.9	39.5	37.3	34.7	29.7	28.7	8.6
Bt4	10-130	2.90	1.49	-	37.8	37.4	35.0	31.1	27.0	26.5	8.5
Bt5	130-150+	1.45	1.49		39.8	39.7	37.6	34.1	31.5	30.1	7.4

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 6/2556 ชุดดินโคราช (Korat soil series: Kt)											
Ap	0-20	17.8	1.47	-	37.3	36.9	30.7	23.0	15.7	14.9	15.8
Bt1	20-50	5.8	1.52	-	29.5	28.8	25.0	20.8	17.8	17.0	8.0
Bt2	50-80	1.6	1.53	-	31.1	30.4	27.2	23.0	18.9	18.9	8.3
Bt3	80-100	1.4	1.59	-	32.6	32.1	28.4	24.2	18.2	18.2	10.2
Btv	100-135	50.9	1.61	-	34.1	33.2	30.9	25.0	19.5	19.3	11.5
Bv	135-160+	131.7	1.64	-	33.1	32.8	32.0	29.5	25.4	25.0	7.1
Pedon 7/2556 ชุดดินเพ็ญ (Phen soil series: Pn)											
Ap	0-15	228	1.56	-	33.0	31.9	28.8	25.1	21.5	21.1	7.6
Btc1	15-30	193	1.75	-	33.0	32.1	30.0	27.3	25.0	24.7	5.3
Btc2	30-55	619	1.64	-	31.0	30.0	28.6	26.8	25.5	24.8	3.9
Btc3	55-80	0.01	1.58	-	43.4	43.1	42.6	40.7	38.7	38.5	4.1
Btc4	80-120	0.01	1.55	-	42.8	42.6	42.4	40.9	38.8	38.7	3.8
Btc5	120-160	0.005	1.49	-	44.1	44.0	43.8	42.3	39.4	39.2	4.7
Btc6	160-200+	0.0064	1.52	-	43.2	43.0	43.0	41.8	40.3	40.0	3.0
Pedon 8/2556 ชุดดินน้ำพอง (Nam Phong soil series: Ng)											
Ap	0-15	67.0	1.44	-	39.5	39.4	20.1	7.6	4.5	4.4	15.7
Bt1	15--40	43.0	1.54	-	35.1	34.6	20.0	8.2	4.6	4.6	15.4
Bt2	40-60	50.0	1.52	-	37.7	36.8	26.5	11.2	7.6	7.2	19.3
Bt3	60-90	28.8	1.46	-	38.5	37.5	30.2	18.0	13.0	12.7	17.5
Bt4	90-110	20.6	1.46	-	39.3	38.7	32.1	21.2	16.2	15.8	16.3
Bt5	110-150+	4.7	1.57	-	36.6	37.2	33.0	25.5	22.6	21.9	11.1
Pedon 9/2556 ชุดดินนครพนม (Nakhon Phanom soil series: Nn)											
Ap	0-30	66.0	1.39	-	35.8	34.9	31.8	28.3	24.4	23.0	8.8
Bt1	30-60	72.0	1.50	-	32.0	31.3	28.0	22.2	17.7	17.2	10.9
Bt2	60-90	2.61	1.61	-	33.7	33.2	30.7	26.3	22.1	21.5	9.1
Bt3	90-120	15.55	1.55	-	35.4	35.0	32.6	27.7	22.7	22.2	10.4
Bt4	120-150	0.52	1.58	-	35.5	34.8	31.5	25.6	21.5	20.9	10.6
Bt5	150-170	0.21	1.62	-	37.2	37.1	36.7	33.2	28.9	28.3	8.4
Bt6	170-200+	0.35	1.56	-	36.6	36.8	35.7	31.5	27.1	26.7	9.0
Pedon 10/2556 ชุดดินโพนพิสัย (Phon Phisai soil series: Pp)											
Ap	0-20	0.84	1.54	-	37.6	37.2	34.7	31.2	27.6	27.2	7.5
Btc1	20-65	183.0	1.42	-	34.2	33.1	30.7	28.1	25.8	25.6	5.1
Btc2	65-90	38.40	1.46	-	33.7	33.3	31.0	26.4	20.3	19.8	11.2
Bt1	90-120	145.45	1.67	-	31.1	30.5	29.1	25.3	22.0	21.8	7.3
Bt2	120-140	1.42	1.70	-	36.8	36.6	35.4	31.0	26.0	25.9	9.5
BCrt	140-160	89.45	1.35	-	95.5	95.2	94.3	91.8	89.5	89.1	5.2
Cr	160-200+	0.49	1.49	-	41.6	41.4	41.3	38.9	36.4	36.0	5.3

ภาคผนวกที่ 1.5.5 สมบัติทางฟิสิกส์ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดิน ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 1/2556 ชุดดินโพนงาม (Phon Ngam soil series: Png)														
Ap	0-20	23.8	19.9	16.0	14.7	16.5	9.3	0.41	24	27	51	16	33	SCL
Bt1	20-40	2.2	3.1	10.4	20.4	25.8	38.1	0.99	24	31	55	13	32	SCL
Bt2	40-60	1.6	6.3	16.1	24.7	30.5	20.8	0.11	20	28	48	13	39	SC
Bt3	60-90	4.8	14.3	33.6	22.5	21.1	3.8	0.20	17	24	41	13	45	C
Bt4	90-125	15.8	10.0	14.9	20.0	22.4	16.8	0.28	20	24	44	13	44	C
2Bt5	125-150	18.5	4.5	6.7	7.7	8.5	54.0	0.53	37	20	57	10	33	SCL
2Bt6	150-170	25.1	7.9	15.1	20.4	19.4	12.1	0.38	32	21	53	16	31	SCL
2Bt7	170-200	10.7	9.8	16.4	19.7	22.3	21.0	0.22	31	20	51	28	21	L
Pedon 2/2556 ชุดดินเลย (Loei soil series: Lo)														
Ap	0-25	21.3	33.3	24.8	9.4	6.8	4.4	0.42	10	14	25	25	50	C
Btc1	25-50	20.7	31.9	26.6	9.2	6.8	4.7	0.41	9	12	21	24	55	C
Btc2	50-70	26.3	17.7	22.5	13.4	9.8	10.4	0.44	11	11	22	23	54	C
Btc3	70-90	10.6	20.9	29.8	16.4	5.7	16.6	0.27	7	9	16	21	63	C
BCrt	90-100	5.2	19.6	30.7	18.7	10.4	15.4	0.21	11	23	33	30	37	CL
Cr	100-150	12.2	15.8	23.6	17.9	14.0	16.5	0.27	3	5	8	87	4	Si
Pedon 3/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb)														
Apk	0-25	31.0	40.4	21.5	5.4	2.8	0.0	0.54	10	7	17	26	57	C
Bsk	25-60	45.2	35.3	10.1	4.7	3.5	1.2	0.66	14	7	21	27	52	C
2Apk	60-80	28.8	49.9	12.5	3.5	3.3	2.0	0.52	14	7	21	25	54	C
2Bsk1	80-100	23.2	47.6	17.3	5.2	4.0	2.7	0.46	23	7	30	10	61	C
2Bsk2	100-130	28.8	48.6	15.8	4.6	3.1	0.0	0.52	14	6	20	28	52	C
2Bsk3	130-150	32.2	41.0	18.6	5.0	3.1	0.1	0.54	7	6	13	26	61	C
2Bsk4	150-175	31.0	40.4	21.5	5.4	2.8	0.0	0.54	16	5	21	28	51	C
2Bsk5	175-200	45.2	35.3	10.1	4.7	3.5	1.2	0.66	36	10	46	9	45	C
Pedon 4/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb) ที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล														
Ap	0-30	44.6	27.1	11.1	5.0	4.1	8.1	0.68	11	21	32	14	53	C
Bk1	30-55	26.7	32.6	20.1	10.4	6.5	3.6	0.48	12	29	41	12	48	C
Bk2	55-90	29.3	29.5	18.7	10.5	7.9	4.1	0.5	14	19	33	18	49	C
Btk1	90-130	32.3	32.4	16.7	8.2	5.8	4.6	0.54	12	19	31	16	53	C
Btk2	130-150	50.8	26.2	10.2	5.1	4.7	3.0	0.72	14	18	32	14	54	C
Btk3	150-170	35.2	31.8	15.3	7.8	7.2	2.7	0.56	11	18	29	21	50	C
Btk4	170-200	34.9	30.8	11.2	8.2	5.9	8.9	0.55	8	12	20	18	62	C

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 5/2556 ชุดดินวาริน (Warin soil series: Wn)														
Ap1	0-15	22.6	10.4	7.0	8.8	13.0	38.2	0.35	1	49	49	27	24	SCL
Ap2	15-30	6.6	6.6	7.7	9.1	20.3	49.8	0.14	3	64	66	16	18	SL
Bt1	30-50	1.7	3.8	4.4	6.9	19.8	63.5	0.06	2	58	60	15	25	SCL
Bt2	50--75	0.3	2.9	4.6	6.6	21.8	63.7	0.05	1	61	62	15	23	SCL
Bt3	75-100	0.4	0.6	1.9	7.6	26.8	62.6	0.04	1	61	62	14	24	SCL
Bt4	10-130	0.6	2.6	2.1	10.3	21.1	63.3	0.05	1	62	63	13	24	SCL
Bt5	130-150+	0.8	1.6	0.2	6.5	14.3	76.6	0.04	1	63	64	12	24	SCL
Pedon 6/2556 ชุดดินโคราช (Korat soil series: Kt)														
Ap	0-20	40.6	7.5	3.2	4.9	15.1	28.6	0.55	4	54	58	33	10	SL
Bt1	20-50	7.1	6.0	7.6	8.0	26.4	44.9	0.15	6	69	74	8	18	SL
Bt2	50-80	3.4	4.7	5.4	7.4	26.1	53.0	0.99	6	63	69	8	23	SCL
Bt3	80-100	1.3	1.3	2.0	10.5	23.1	61.8	0.05	5	72	77	5	18	SL
Btv	100-135	31.7	1.8	1.2	4.1	17.6	43.5	0.41	6	60	66	8	26	SCL
Bv	135-160+	39.3	1.8	1.0	7.4	20.9	29.5	0.51	7	55	62	9	29	SCL
Pedon 7/2556 ชุดดินเพ็ญ (Phen soil series: Pn)														
Ap	0-15	92.2	4.3	0.4	0.3	0.7	2.1	1.14	12	52	63	13	24	SCL
Btc1	15-30	89.1	3.0	1.6	1.1	1.2	4.0	1.1	9	38	48	12	40	GSC
Btc2	30-55	16.8	12.3	22.9	20.1	15.8	12.1	0.32	12	21	33	11	56	GC
Btc3	55-80	51.6	8.3	12.4	11.9	11.0	4.8	0.69	10	25	35	15	50	GC
Btc4	80-120	51.3	11.0	0.9	10.4	8.7	17.7	0.67	7	23	30	15	55	GC
Btc5	120-160	8.9	1.1	18.2	25.1	23.8	23.0	0.18	6	24	30	20	49	GSCL
Btc6	160-200+	7.0	7.3	16.0	21.9	22.9	24.9	0.17	7	23	31	22	48	GC
Pedon 8/2556 ชุดดินน้ำพอง (Nam Phong soil series: Ng)														
Ap	0-15	23.9	8.2	5.7	5.6	31.7	25.0	0.36	5	90	96	1	3	S
Bt1	15--40	2.8	1.4	2.5	5.7	41.4	46.3	0.07	4	88	92	3	5	S
Bt2	40-60	12.3	1.3	0.6	3.0	44.1	38.8	0.19	7	82	89	7	4	LS
Bt3	60-90	26.6	2.5	1.1	3.0	35.4	31.5	0.36	6	76	82	4	14	LS
Bt4	90-110	25.4	4.4	2.5	4.8	33.6	29.3	0.36	6	76	82	4	14	LS
Bt5	110-150+	24.0	2.7	1.0	4.4	16.5	51.4	0.33	7	70	78	6	16	SL
Pedon 9/2556 ชุดดินนครพนม (Nakhon Phanom soil series: Nn)														
Ap	0-30	2.7	5.1	1.5	6.3	49.8	34.6	0.09	9	69	78	12	10	LS
Bt1	30-60	29.8	6.6	4.9	7.6	16.9	34.2	0.42	8	62	69	13	18	SL
Bt2	60-90	1.4	2.9	4.7	10.1	24.2	56.7	0.06	7	57	64	14	23	SCL
Bt3	90-120	0.2	0.8	2.0	9.7	21.0	66.2	0.04	7	58	65	12	22	SCL
Bt4	120-150	9.8	1.4	1.3	6.8	24.2	56.5	0.15	7	56	64	13	24	SCL
Bt5	150-170	25.1	7.9	15.1	20.4	19.4	12.1	0.38	7	55	62	14	25	SCL
Bt6	170-200+	10.7	5.9	16.4	19.7	22.3	33.7	0.18	7	54	62	13	25	SCL

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 10/2556 ชุดดินโพนพิสัย (Phon Phisai soil series: Pp)														
Ap	0-20	47.6	14.2	5.1	4.2	10.2	18.7	0.65	3	57	60	14	26	SCL
Btc1	20-65	45.4	10.6	1.8	1.8	4.8	35.6	0.59	31	30	61	14	25	SCL
Btc2	65-90	34.0	6.7	2.7	3.6	16.1	36.9	0.46	4	62	66	11	23	SCL
Bt1	90-120	60.3	3.9	0.9	1.0	9.7	24.2	0.75	7	58	65	12	23	SCL
Bt2	120-140	48.1	3.2	1.3	1.6	12.9	32.8	0.61	6	59	65	11	24	SCL
BCrt	140-160	62.9	6.5	4.1	5.4	9.8	11.3	0.79	19	31	50	15	35	SC
Cr	160-200+	47.0	12.3	6.5	6.6	11.5	16.1	0.62	16	25	41	19	40	C

ภาคผนวกที่ 1.5.6 สมบัติทางเคมีของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Horizon	Depth	pH	EC	OM	Avail.P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1} ---)		(----------cmol kg^{-1} ----------							
Pedon 1/2556 ชุดดินโพนงาม (Phon Ngam soil series: Png)														
Ap	0-20	7.0	0.05	20.7	11.0	230	7.6	0.93	0.07	0.59	2.1	4.5	-	81
Bt1	20-40	6.9	0.02	7.1	1.10	88	5.3	0.55	0.04	0.23	5.2	5.6	-	54
Bt2	40-60	6.9	0.02	5.9	0.73	81	5.8	0.91	0.06	0.21	4.6	5.5	-	60
Bt3	60-90	7.0	0.04	5.6	0.73	96	7.1	1.96	0.11	0.25	3.8	4.5	-	71
Bt4	90-125	6.9	0.05	4.1	0.38	86	6.3	2.65	0.18	0.22	5.6	7.2	-	63
2Bt5	125-150	7.0	0.06	3.0	0.35	70	6.8	2.13	0.23	0.18	5.0	5.3	-	65
2Bt6	150-170	7.1	0.38	1.6	0.68	58	14.9	0.17	0.22	0.15	4.9	5.3	-	76
2Bt7	170-200	7.2	0.41	1.5	0.73	37	19.0	1.23	0.16	0.09	5.1	5.6	-	80
Pedon 2/2556 ชุดดินเลย (Loei soil series: Lo)														
Ap	0-25	7.4	0.06	9.6	2.58	119	17.0	0.3	0.17	0.30	7.0	11.2	-	72
Btc1	25-50	7.6	0.06	10.5	3.45	118	23.2	3.4	0.55	0.30	7.2	11.3	-	79
Btc2	50-70	7.5	0.1	5.7	1.93	113	21.9	5.3	2.35	0.29	4.3	8.2	-	87
Btc3	70-90	7.7	0.09	4.9	2..03	77	23.8	6.8	2.71	0.20	5.2	8.6	-	87
BCrt	90-100	7.6	0.08	3.1	6.60	58	16.2	5.3	1.71	0.15	6.5	8.3	-	78
Cr	100-150	7.6	0.05	1.4	6.25	30	11.3	5.6	0.17	0.08	6.1	8.4	-	74
Pedon 3/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb)														
Apk	0-25	7.4	0.05	19.6	9.6	195	25.9	3.9	0.07	0.50	11.2	80.3	-	73
Bsk	25-60	7.5	0.06	14.2	1.58	101	24.5	5.7	0.12	0.26	12.3	79.6	-	71
2Apk	60-80	7.3	0.08	30.2	3.65	101	10.9	3.9	0.26	0.26	13.1	75.5	-	54
2Bsk1	80-100	6.2	0.12	17.9	2.15	102	20.5	4.1	0.34	0.26	12.5	78.2	-	67
2Bsk2	100-130	6.2	0.13	18.9	1.9	94	22.0	3.9	0.36	0.24	10.4	70.3	-	72
2Bsk3	130-150	6.5	0.08	15.4	2.28	92	17.7	4.0	0.40	0.24	11.0	69.5	-	67
2Bsk4	150-175	6.9	0.08	11.6	1.55	103	27.6	3.2	0.56	0.26	12.5	66.6	-	72
2Bsk5	175-200	7.6	0.07	3.2	1.28	58	27.6	3.2	0.45	0.15	10.8	67.3	-	74

Horizon	Depth	pH	EC	OM	Avail.P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 4/2556 ชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil series: Lb) ที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล														
Ap	0-30	7.4	0.07	43.1	2.25	93.9	29.6	1.5	0.12	0.24	10.5	66.8	-	75
Bk1	30-55	7.5	0.05	15.1	1.55	28.7	30.2	1.3	0.07	0.07	12.3	65.5	-	72
Bk2	55-90	7.5	0.05	7.3	0.70	26.2	26.6	1.1	0.05	0.07	11.4	59.3	-	71
Btk1	90-130	7.5	0.06	5.1	0.85	37.9	26.4	1.2	0.06	0.10	10.5	49.5	-	73
Btk2	130-150	7.6	0.04	2.6	0.73	41.3	27.5	0.1	0.04	0.11	11.8	55.6	-	70
Btk3	150-170	7.6	0.04	1.6	0.95	46.6	20.8	1.4	0.05	0.12	12.6	49.2	-	64
Btk4	170-200	7.7	0.04	2.0	0.68	50.8	23.8	1.5	0.30	0.13	11.2	41.2	-	70
Pedon 5/2556 ชุดดินวาริน (Warin soil series: Wn)														
Ap1	0-15	4.5	0.02	27.6	11.3	62.0	0.85	0.31	0.05	0.16	7.4	6.4		16
Ap2	15-30	4.3	0.01	7.5	2.1	30.7	0.79	0.28	0.04	0.08	6.4	5.7		16
Bt1	30-50	4.0	0	5.1	2.1	39.3	0.27	0.20	0.04	0.10	5.8	5.6		10
Bt2	50--75	4.1	0	4.6	1.83	39.0	0.26	0.20	0.04	0.10	6.5	5.8	-	8
Bt3	75-100	4.0	0	4.6	1.83	41.1	0.22	0.21	0.04	0.11	7.4	6.6	-	7
Bt4	10-130	4.1	0	4.1	1.98	45.8	0.22	0.21	0.03	0.12	8.2	7.3	-	7
Bt5	130-150+	4.0	0	3.5	2.73	43.7	0.18	0.27	0.04	0.11	7.7	5.9	-	7
Pedon 6/2556 ชุดดินโคราช (Korat soil series: Kt)														
Ap	0-20	3.9	0.01	7.2	2.15	36.7	0.28	0.10	0.01	0.09	4.4	3.3	-	10
Bt1	20-50	3.9	0	4.9	1.18	43.6	0.22	0.09	0.02	0.11	5.3	3.4	-	8
Bt2	50-80	4.0	0	3.7	1.43	29.0	0.10	0.07	0.01	0.07	5.1	4.8	-	5
Bt3	80-100	3.9	0	2.4	1.7	42.2	0.16	0.07	0.03	0.11	4.8	3.7	-	7
Btv	100-135	3.9	0	4.2	1.43	53.0	0.14	0.14	0.02	0.14	5.7	4.2	-	7
Bv	135-160+	3.9	0	4.0	1.28	69.4	0.14	0.16	0.07	0.18	6.8	3.9	-	7
Pedon 7/2556 ชุดดินเพ็ญ (Phen soil series: Pn)														
Ap	0-15	4.3	0.01	26.7	1.85	66.2	1.43	0.42	0.02	0.17	8.	5.2	-	20
Btc1	15-30	4.1	0	17.8	1.50	66.6	1.97	0.57	0.02	0.17	7.	7.4	-	27
Btc2	30-55	4.2	0	4.3	0.50	105.7	0.36	0.36	0.04	0.27	8.	7.5	-	11
Btc3	55-80	4.1	0	2.9	1.10	121.0	0.28	0.40	0.04	0.31	9.	6.8	-	10
Btc4	80-120	4.1	0	2.9	0.68	120.4	0.13	0.36	0.04	0.31	7.	7.8	-	10
Btc5	120-160	4.0	0	2.4	1.00	72.2	0.03	0.59	0.04	0.18	8.	7.2	-	9
Btc6	160-200+	4.0	0	2.2	0.98	104.9	0.03	0.66	0.04	0.27	7.	6.8	-	11
Pedon 8/2556 ชุดดินน้ำพอง (Nam Phong soil series: Ng)														
Ap	0-15	4.1	0.01	3.9	2.75	24.9	0.05	0.03	0.20	0.06	1.2	2.4	-	22
Bt1	15--40	4.0	0	1.1	1.03	12.6	0.02	0.01	0.20	0.03	2.1	2.2	-	11
Bt2	40-60	4.0	0	1.1	0.90	8.2	0.02	0.01	0.20	0.02	1.8	1.8	-	12
Bt3	60-90	4.0	0	0.4	1.30	16.4	0.03	0.02	0.30	0.04	2.2	2.3	-	15
Bt4	90-110	4.0	0	0.5	1.20	11.3	0.01	0.01	0.30	0.03	1.8	2.5	-	16
Bt5	110-150+	4.0	0	0.6	1.0	24.4	0.01	0.01	0.30	0.06	2.4	2.6	-	14

Horizon	Depth	pH	EC	OM	Avail.P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 9/2556 ชุดดินนครพนม (Nakhon Phanom soil series: Nn)														
Ap	0-30	3.9	0.01	9.3	4.90	21.0	0.16	0.07	0.30	0.05	11.2	8.4	-	4.9
Bt1	30-60	3.9	0	4.9	2.05	27.3	0.16	0.03	0.30	0.07	12.3	8.5	-	4.4
Bt2	60-90	3.8	0	2.8	1.43	23.0	0.05	0.04	0.30	0.06	13.4	9.5	-	3.2
Bt3	90-120	3.2	0.01	2.8	1.63	32.6	0.05	0.04	0.25	0.08	12.7	10.2	-	3.2
Bt4	120-150	3.4	0.01	2.0	1.88	20.5	0.06	0.04	0.30	0.05	10.5	10.8	-	4.1
Bt5	150-170	3.4	0.01	1.4	1.48	20.3	0.05	0.04	0.30	0.05	11.7	11.5	-	3.6
Bt6	170-200+	3.5	0.01	1.5	1.10	5.26	0.05	0.04	0.30	0.01	9.8	11.0	-	3.9
Pedon 10/2556 ชุดดินโพนพิสัย (Phon Phisai soil series: Pp)														
Ap	0-20	4.2	0.01	14.0	2.8	82.6	1.58	0.80	0.02	0.21	6.3	5.6	-	29
Btc1	20-65	4.1	0	5.8	1.33	85.6	1.28	1.11	0.02	0.22	6.4	5.8	-	29
Btc2	65-90	4.1	0	3.5	0.88	54.7	0.52	0.50	0.03	0.14	11.2	8.6	-	10
Bt1	90-120	4.1	0	3.5	0.93	49.0	0.51	0.51	0.04	0.13	13.5	6.5	-	8
Bt2	120-140	4.1	0	3.0	0.90	40.8	0.50	0.51	0.02	0.10	14.2	10.2	-	7
BCrt	140-160	4.1	0	3.4	1.58	71.6	0.39	0.69	0.03	0.18	14.8	10.0	-	8
Cr	160-200+	4.0	0	3.0	2.68	72.4	0.28	0.76	0.03	0.19	12.5	9.8	-	9

ภาคผนวกที่ 1.5.7 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 1/2557 ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priao Series: Bp)											
Apg	0-20/25	64.37	1.17	-	42.7	41.7	40.7	38.8	36.9	36.7	4.0
ABg	25-48	0.72	1.57	-	45.0	43.4	42.6	40.6	39.3	39.3	3.2
Bjg1	48-75	1.78	1.42	-	45.7	43.9	42.4	39.5	37.4	37.8	4.6
Bjg2	75-110	31.8	1.13	-	54.2	52.8	52.1	49.5	47.5	47.4	4.7
Bssg1	110-130	5.48	1.02	-	64.5	62.7	61.5	57.8	55.5	55.2	6.3
Bssg2	130-175	0.01	1.04	-	64.9	63.9	63.2	60.1	58.0	57.8	5.4
Bssg3	175-200+	55.14	0.85	-	65.1	64.2	63.3	62.9	62.9	63.9	0.5
Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)											
Apg1	0-30	43.78	1.01	-	47.2	44.5	43.0	40.6	38.5	38.6	4.4
Apg2	30-70	0.03	1.25	-	62.4	61.7	60.4	58.0	56.0	55.7	4.7
ABg	70-90	0.20	1.18	-	59.5	58.0	56.9	54.9	52.7	52.2	4.7
Bssg1	90-110	0.51	1.17	-	58.2	56.9	56.1	54.6	53.4	53.0	3.1
Bssg2	110-130	0.20	1.20	-	54.4	53.1	52.4	52.1	50.4	50.1	2.3
Bssg3	130-170	0.16	1.27	-	49.7	49.1	48.7	47.4	45.7	45.5	3.2
Bssg4	170-200+	5.34	0.99	-	62.3	61.2	59.9	58.3	56.3	55.8	4.1
Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak Series: Ok)											
Apg1	0-40	0.68	1.22	-	48.4	47.7	46.9	45.2	43.7	43.7	3.1
Apg2	40-60	43.05	1.23	-	45.3	52.0	42.1	40.6	39.2	39.0	3.2
ABg	60-80	1.09	1.38	-	45.6	29.2	43.8	42.0	40.7	40.8	3.0
Bj1	80-115	10.66	1.26	-	52.2	60.0	50.8	49.2	47.5	47.3	3.5
Bj2	115-148	1.81	0.95	-	60.7	71.9	59.1	57.7	55.9	55.6	3.6
Bj3	148-170	32.17	0.90	-	64.5	65.9	62.9	60.8	58.9	58.9	4.0
Bssg	170-200+	46.75	0.81	-	65.3	73.2	63.4	61.7	60.3	60.0	3.3
Pedon 4/2557 ชุดดินรังสิต (Rangsit: Rs)											
Ap1	0-10	1.17	1.45	-	47.4	46.7	45.9	44.2	42.7	42.7	3.2
Ap2	10-35	0.56	1.34	-	44.3	51.0	41.1	39.6	38.2	38.0	3.1
Ap3	35-60	0.23	1.31	-	44.6	28.2	42.8	41.0	39.7	39.8	3.0
Bwg	60-80	-	1.40	-	51.2	59.0	49.8	48.2	46.5	46.3	3.5
Bjg1	80-100/105	-	1.43	-	59.7	70.9	58.1	56.7	54.9	54.6	3.5
Bjg2	105-120	-	1.67	-	63.5	64.9	61.9	59.8	57.9	57.9	4.0
Bjg3	120-150	-	1.68	-	64.3	72.2	62.4	60.7	59.3	59.0	3.4
Bjg4	150-180	-	1.60	-	45.6	29.2	43.8	42.0	40.7	40.8	3.0
Bjg5	180-200+	-	1.64	-	52.2	60.0	50.8	49.2	47.5	47.3	3.5
Pedon 5/2557 ชุดดินคลองชาก (Khlong Chak soil series: Kc)											
Ap1	0-20	3.35	1.47	-	41.1	41.2	36.4	28.7	24.8	21.8	14.7
Ap2	20-50	17.54	1.36	-	43.8	42.9	35.5	27.0	23.7	22.0	13.5
Bt1	50-80	12.33	1.61	-	34.1	33.5	29.3	24.5	22.9	19.8	9.6
Bt2	80-110	14.49	1.55	-	35.1	32.9	27.1	22.3	19.7	17.6	9.5
Bt3	110-150	3.28	1.59	-	34.2	33.0	29.1	24.8	22.6	21.1	8.0
C	150-200	40.9	1.55	-	34.6	33.0	29.7	25.1	22.9	20.0	9.7

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------							)
Pedon 6/2557 ชุดดินคลองชาก (Khlong Chak series: Kc) ที่เป็นดินตื้น											
Ap	0-30	0.03	1.62	-	37.5	37.4	35.6	31.1	28.7	24.8	10.8
Bt1	30-60	12.92	1.47	-	37.0	35.4	31.3	27.1	25.0	23.2	8.2
Bt2	60-90	0.59	1.47	-	38.2	37.0	33.3	29.1	27.3	25.1	8.2
Bt3	90-120	0.06	1.47	-	38.4	37.3	34.7	30.8	28.3	26.3	8.4
BC1	120-150	32.50	1.68	-	31.6	30.6	29.0	26.6	25.2	24.3	4.7
BC2	150-200	40.61	1.62	-	37.5	37.4	35.6	31.1	28.7	24.8	10.8
Pedon 7/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca)											
Apgb	0-10/15	0.003	1.52	-	42.8	42.7	42.2	40.5	38.1	37.1	5.1
ABgb	10/15-30	0.003	1.16	-	53.3	53.3	52.9	51.9	50.8	48.4	4.4
Bjgb1	30-50/55	0.002	1.55	-	42.2	42.2	41.8	39.7	39.0	37.3	4.6
Bjb2	50/55-80	0.003	1.14	-	50.6	50.6	49.8	47.6	47.9	47.4	2.4
Pedon 8/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca) ที่มีการขุดร่อง											
Apg	0-10/30	11.73	1.17	-	53.0	52.4	49.7	44.8	42.0	38.2	11.4
Apgb1	30-40	0.08	0.41	-	43.7	42.8	39.7	35.4	32.4	27.2	12.5
Apgb2	40-50	0.02	1.79	-	30.2	30.1	29.1	24.2	20.9	17.0	12.1
Apgb3	50-70	6.3	1.56	-	37.9	37.0	35.0	31.8	30.9	29.5	5.5
Apgb4	70-110	14.60	1.53	-	39.3	38.3	36.2	32.3	29.6	33.7	2.5
Apgb5	110-150+	0.045	1.29	-	52.7	52.4	51.8	50.1	48.3	46.4	5.4
Pedon 9/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา											
Ap	0-30	1.09	1.68	-	32.0	32.0	29.8	27.7	23.7	22.6	7.2
Btc1	30-60	47.7	1.60	-	27.6	25.4	23.1	20.5	19.0	18.8	4.3
Btc2	60-90	182.2	1.66	-	24.6	22.0	19.7	17.0	15.8	15.7	4.0
Btc3	90-110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bv	110-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pedon 10/2557 ชุดดินผักกาด (Phak Kat series: Pat-gd gravelly subsoils variant)											
Ap	0-15	40.23	1.67	-	29.6	27.5	25.0	21.8	19.3	19.0	6.0
Bt1	15-35	1.00	1.78	-	38.1	37.5	36.6	34.5	33.3	33.2	3.4
Bt2	35-50	0.38	1.81	-	43.9	42.4	41.4	39.2	37.5	37.5	3.9
BCrt1	50-100	12.68	1.65	-	38.7	38.0	37.0	35.2	33.7	33.4	3.5
BCrt2	100-130	0.64	1.59	-	40.1	39.3	37.7	35.5	33.0	32.1	5.6
Crt1	130-170	0.16	1.76	-	30.2	30.1	29.5	27.7	25.9	25.6	3.9
Cr	170-200+	0.42	1.64	-	39.4	39.1	38.1	35.4	34.2	32.3	5.9
Pedon 11/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี											
Ap	0-25	0.07	1.95	-	24.6	24.6	23.2	17.1	14.6	14.4	8.8
AB	25-40	0.05	1.72	-	33.0	33.1	31.8	29.7	29.3	27.2	4.6
Btg1	40-65	0.02	1.82	-	30.8	30.9	30.3	27.4	24.7	23.5	6.8
Btg2	65-90	0.02	1.91	-	30.9	30.9	30.1	28.3	24.9	24.3	5.8
Btg3	90-110	0.01	2.05	-	27.3	29.4	27.4	25.8	21.8	21.4	6.0
Btg4	110-130	0.04	2.00	-	27.4	28.9	28.1	26.5	22.9	22.4	5.7
Btg5	130-150	0.02	1.90	-	25.1	24.1	22.4	20.6	17.2	17.1	5.3
BC	150-200	0.44	1.68	-	22.1	19.3	16.9	14.5	11.4	11.1	5.9

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 12/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca)											
Apgb	0-10	65.3	0.92	-	48.9	46.7	42.0	37.4	35.6	32.1	9.9
ABgB	10-30	122.6	0.77	-	59.2	58.0	54.7	50.2	48.0	42.8	11.9
Bjgb1	30-50	18.2	0.84	-	66.1	65.3	57.0	50.6	48.2	48.9	8.1
Bjgb2	50-90	0.02	0.74	-	71.0	68.8	63.8	58.5	58.5	58.1	5.6
Bjgb3	90-130	0.03	0.71	-	67.2	66.7	60.4	54.6	54.4	55.7	4.7
Bjgb4	130-200+	0.08	0.81	-	64.8	64.7	63.6	60.6	59.6	61.7	1.9

ภาคผนวกที่ 1.5.8 สมบัติทางฟิสิกส์ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดิน ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก

Depth (cm)		Aggregate stability							Soil Texture					
		Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 1/2557 ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priao Series: Bp)														
Apg	0-20/25	71.5	14.5	4.8	2.7	1.9	4.6	0.92	0	6	6	28	66	C
ABg	25-48	2.8	3.5	7.4	12.1	20.0	54.2	0.09	1	4	5	39	56	C
Bjg1	48-75	1.9	6.4	15.9	19.4	17.2	39.2	0.10	2	14	16	35	49	C
Bjg2	75-110	9.1	21.9	21.7	17.1	13.2	17.0	0.25	8	18	25	15	59	C
Bssg1	110-130	25.6	15.8	19.0	11.0	9.2	19.4	0.41	1	15	16	28	56	C
Bssg2	130-175	9.8	16.4	17.3	11.1	11.0	34.4	0.22	1	31	32	22	46	C
Bssg3	175-200+	41.4	26.3	8.3	5.3	5.8	12.9	0.57	0	32	32	41	27	CL
Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)														
Apg1	0-30	35.7	31.0	17.1	7.7	3.9	4.7	0.57	3	7	10	38	52	C
Apg2	30-70	19.9	36.8	24.2	9.7	5.7	3.8	0.42	5	8	13	32	55	C
ABg	70-90	45.4	26.7	10.8	6.0	5.0	6.1	0.66	3	7	10	23	67	C
Bssg1	90-110	29.9	38.7	14.6	6.8	4.9	5.1	0.53	0	4	4	29	67	C
Bssg2	110-130	43.3	24.0	24.2	7.2	4.0	0.0	0.65	1	7	8	28	64	C
Bssg3	130-170	2.7	7.3	22.1	27.2	24.7	16.1	0.14	2	9	10	40	50	C
Bssg4	170-200+	7.3	23.8	24.3	16.7	14.8	13.1	0.24	2	8	10	40	50	C
Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak Series: Ok)														
Apg1	0-40	16.2	20.8	20.8	17.5	14.8	9.8	0.31	5	7	12	13	74	C
Apg2	40-60	0.7	3.6	14.5	32.4	33.8	15.1	0.09	1	6	7	21	72	C
ABg	60-80	0.3	1.7	12.5	34.2	34.1	17.3	0.08	5	6	11	9	80	C
Bj1	80-115	3.8	20.5	28.9	24.0	18.2	4.6	0.20	6	5	11	7	81	C
Bj2	115-148	4.0	9.9	25.6	27.2	22.2	11.1	0.16	5	3	8	20	71	C
Bj3	148-170	3.5	10.1	26.6	25.9	19.7	14.2	0.16	7	3	10	22	68	C
Bssg	170-200+	4.8	15.5	32.0	23.1	15.5	9.1	0.20	1	2	3	27	69	C
Pedon 4/2557 ชุดดินรังสิต (Rangsit: Rs)														
Ap1	0-10	15.9	20.2	20.4	18.2	15.6	9.6	0.31	_	_	4	35	61	C
Ap2	10-35	16.2	20.8	20.8	17.5	14.8	9.8	0.31	_	_	4	39	58	C
Ap3	35-60	0.9	3.5	14.8	32.9	33.3	14.6	0.09	_	_	5	46	49	C
Bwg	60-80	0.2	1.3	11.9	34.9	35.6	16.2	0.08	_	_	6	36	58	C
Bjg1	80-100/105	4.3	15.4	29.0	23.0	17.8	10.5	0.2	_	_	9	32	60	C
Bjg2	105-120	3.9	9.7	25.7	27.8	21.8	11.2	0.16	_	_	3	31	66	C
Bjg3	120-150	3.0	10.5	27.0	24.7	20.2	14.7	0.15	_	_	2	32	66	C
Bjg4	150-180	5.9	17.3	31.7	22.2	14.1	8.7	0.21	_	_	5	31	64	C
Bjg5	180-200+	0.7	3.6	14.5	32.4	33.8	15.1	0.09	-	-	5	33	63	C

	Depth (cm)	Aggregate stability							Soil Texture					
		Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 5/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak series: Kc)														
Ap1	0-20	22.4	9.4	12.5	21.2	24.5	10.1	0.36	34	45	79	10	11	LS
Ap2	20-50	24.6	9.8	12.0	19.8	24.3	9.4	0.39	31	38	69	12	19	SL
Bt1	50-80	2.0	5.1	4.3	20.2	39.9	28.4	0.09	32	38	69	7	24	SCL
Bt2	80-110	4.7	1.5	6.6	21.7	37.4	28.1	0.12	29	40	69	8	23	SCL
Bt3	110-150	3.0	2.5	10.1	21.6	39.0	24.0	0.10	29	38	67	9	24	SCL
C	150-200	2.2	8.5	6.8	21.8	38.4	22.2	0.11	27	39	66	8	25	SCL
Pedon 6/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak series: Kc) ที่เป็นดินตื้น														
Ap	0-30	19.0	5.8	9.0	18.1	31.4	16.6	0.31	29	37	66	6	28	SCL
Bt1	30-60	4.6	2.9	7.6	20.9	36.4	27.6	0.12	25	40	66	4	30	SCL
Bt2	60-90	4.2	2.7	11.6	19.8	39.9	21.8	0.12	26	39	65	4	31	SCL
Bt3	90-120	26.8	2.4	6.5	16.1	28.3	19.9	0.38	25	37	62	3	35	SCL
BC1	120-150	71.3	1.9	3.3	5.4	10.6	7.5	0.90	23	35	58	5	37	SC
BC2	150-200	71.0	2.1	2.7	5.9	10.2	8.1	0.89	20	38	59	4	37	SC
Pedon 7/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca)														
Apgb	0-10/15	1.8	1.6	3.9	7.3	14.0	71.3	0.06	4	15	19	38	43	SiC
ABgb	10/15-30	3.6	2.8	7.5	13.7	30.3	42.2	0.10	14	27	41	22	37	CL
Bjgb1	30-50/55	3.3	3.1	6.2	11.8	39.4	36.2	0.10	23	44	68	9	24	SCL
Bjb2	50/55-80	34.2	20.3	9.5	10.0	14.2	11.8	0.49	28	40	67	22	11	SL
Pedon 8/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca) ที่มีการขุดร่อง														
Apg	0-10/30	29.1	14.6	13.7	12.5	13.8	16.2	0.45	16	40	56	17	27	SCL
Apg	30-40	28.3	16.4	13.7	14.1	12.3	15.3	0.42	14	42	56	18	26	SCL
Apg	40-50	7.5	3.7	6.5	13.3	21.6	47.4	0.15	30	50	80	8	12	LS
Apg	50-70	0.9	3.0	15.3	24.1	28.6	28.1	0.09	15	34	49	20	31	SCL
Apg	70-110	0.2	1.2	5.9	14.3	25.4	52.9	0.05	4	45	49	21	30	SCL
Apg	110-150+	8.2	6.2	12.4	17.3	20.5	35.3	0.17	2	32	34	25	41	C
Pedon 9/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา														
Ap	0-30	69.9	12.8	4.9	4.8	4.0	3.6	0.93	34	40	73	13	14	SL
Btc1	30-60	49.9	7.7	11.2	14.9	10.8	5.4	0.68	30	27	57	7	35	SCL
Btc2	60-90	68.6	3.5	5.5	10.0	8.0	4.3	0.88	25	27	53	9	38	SCL
Btc3	90-110	73.3	5.3	4.0	6.6	6.7	4.2	0.94	22	27	49	12	39	SCL
Bv	110-150	46.0	11.5	8.6	13.4	13.1	7.4	0.65	31	34	65	11	24	SCL
Pedon 10/2557 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series: Pat-gd gravelly subsoils variant)														
Ap	0-15	41.2	19.2	17.3	9.6	7.8	4.9	0.62	15	48	63	18	19	SL
Bt1	15-35	41.7	19.4	17.6	9.7	7.9	3.7	0.62	18	32	50	22	28	SCL
Bt2	35-50	26.2	24.7	20.3	8.6	9.1	11.1	0.45	7	31	39	28	34	CL
BCrt	50-100	24.4	14.1	12.9	10.9	13.6	24.2	0.39	12	41	52	27	21	SCL
BCrt	100-130	42.4	17.1	6.6	6.2	9.4	18.3	0.6	27	43	70	20	9	SL
Crt1	130-170	62.6	12.2	3.7	3.8	5.2	12.5	0.82	31	45	76	18	6	LS
Cr	170-200+	35.7	31.0	17.1	7.7	3.9	4.7	0.57	23	49	72	23	5	SL

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 11/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี														
Ap	0-25	10.5	10.7	10.0	12.7	25.5	30.8	0.21	13	46	59	20	20	SCL
AB	25-40	1.4	5.0	8.4	12.4	28.3	44.6	0.08	12	40	52	25	23	SCL
Btg1	40-65	9.7	4.8	4.7	8.7	22.3	49.8	0.17	15	47	62	14	25	SCL
Btg2	65-90	15.2	3.8	2.5	4.1	17.3	57.1	0.22	12	50	62	13	26	SCL
Btg3	90-110	22.2	4.6	2.5	4.1	16.5	50.1	0.31	12	50	62	13	25	SCL
Btg4	110-130	27.6	5.9	3.8	4.9	17.2	40.5	0.39	17	47	64	10	26	SCL
Btg5	130-150	37.3	24.0	3.6	5.2	12.0	17.9	0.57	36	36	72	5	22	SCL
BC	150-200	29.1	31.8	13.8	5.8	6.3	13.2	0.52	67	8	75	3	22	SCL
Pedon 12/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)														
Apgbb	0-10	77.4	14.1	1.2	1.0	1.2	5.1	0.88	9	40	49	22	29	SCL
ABgbb	10-30	33.6	20.1	17.8	12.3	9.7	6.5	0.52	15	38	52	13	34	SCL
Bjgb1	30-50	30.3	28.6	19.1	9.5	6.3	6.1	0.51	11	34	45	18	37	CL
Bjgb2	50-90	45.2	23.5	9.3	6.4	6.2	9.4	0.63	11	37	48	26	25	SCL
Bjgb3	90-130	36.0	23.6	17.3	9.9	6.5	6.6	0.55	6	27	34	32	34	CL
Bjgb4	130-200+	75.5	11.4	2.3	1.0	1.0	8.7	0.91	6	27	34	41	25	L

ภาคผนวกที่ 1.5.9 สมบัติทางเคมี ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก

Horizon	Depth	pH	EC	O M	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr. Al	%B
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 1/2557 ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priao soil eries: Bp)														
Apg	0-20/25	4.6	nd	24.0	nd	235	20	11	2.6	0.6	40	25	1.4	46
ABg	25-48	4.0	nd	10.0	nd	235	6.5	9.7	3.0	0.6	36	20	1.8	35
Bjg1	48-75	4.0	nd	9.0	nd	235	6.6	9.3	2.8	0.6	36	20	1.9	35
Bjg2	75-110	4.1	nd	7.0	nd	352	8.6	15	3.6	0.9	34	23	1.6	45
Bssg1	110-130	4.5	nd	8.0	nd	430	11	24	4.1	1.1	28	23	1.3	59
Bssg2	130-175	6.1	nd	11.0	nd	586	14	26	5.7	1.5	20	25	1.3	70
Bssg3	175-200+	6.3	nd	26.0	nd	743	17	32	7.4	1.9	46	28	1.3	56
Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao soil series: Cc)														
Apg1	0-30	4.6	nd	25.0	nd	860	9.8	15	0.9	2.2	52	30	2.0	3
Apg2	30-70	5.9	nd	15.0	nd	508	11	18	4.5	1.3	48	32	1.8	4
ABg	70-90	6.4	nd	15.0	nd	391	19	26	11	1.0	26	29	1.4	6
Bssg1	90-110	5.7	nd	15.0	nd	391	18	23	12	1.0	42	28	1.3	5
Bssg2	110-130	5.9	nd	26.0	nd	586	15	18	7.4	1.5	40	28	1.5	5
Bssg3	130-170	4.4	nd	27.0	nd	547	9.7	12	3.3	1.4	48	25	1.8	3
Bssg4	170-200+	5.4	nd	27.0	nd	547	12	20	4.0	1.4	44	29	1.5	4

Horizon	Depth	pH	EC	O M	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr .	%B
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1} ---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak soil series: Ok)														
Apg1	0-40	6.4	nd	17.0	nd	352	25	5.3	0.9	0.9	52	28	1.7	38
Apg2	40-60	5.9	nd	27.0	nd	274	4.8	1.7	0.7	0.7	88	30	3.5	8
ABg	60-80	5.8	nd	14.0	nd	235	3.4	1.7	1.0	0.6	76	26	3.5	8
Bj1	80-115	4.7	nd	8.0	nd	274	3.2	2.2	0.4	0.7	64	25	3.7	9
Bj2	115-148	5.5	nd	8.0	nd	313	2.9	2.8	0.5	0.8	60	23	3.7	10
Bj3	148-170	5.6	nd	10.0	nd	313	2.8	3.0	0.6	0.8	68	25	3.7	10
Bssg	170-200+	4.4	nd	18.0	nd	352	3.0	3.2	1.5	0.9	70	26	4.1	11
Pedon 4/2557 ชุดดินรังสิต (Rangsit soil series: Rs)														
Ap1	0-10	3.5	nd	24.5	49.6	0.12	0.004	0.0009	0.003	0.0003	32	26	12.	50
Ap2	10-35	3.6	nd	36.2	7.2	0.08	0.001	0.0003	0.001	0.0002	41	27	12.	50
Ap3	35-60	3.6	nd	47.8	10.2	0.04	0.001	0.0002	0.001	0.0001	45	31	14.	50
Bwg	60-80	3.5	nd	20.7	0.7	0.08	0.001	0.0004	0.001	0.0002	37	26	14.	50
Bjg1	80-	3.5	nd	12.1	0.4	0.16	0.001	0.0005	0.001	0.0004	35	23	14.	50
Bjg2	100/105-	3.4	nd	4.7	<0.1	0.16	0.001	0.0006	0.001	0.0004	30	21	15.	50
Bjg3	120-150	3.4	nd	5.4	<0.1	0.16	0.001	0.0007	0.001	0.0004	29	23	12.	50
Bjg4	150-180	3.4	nd	5.4	<0.1	0.16	0.001	0.0008	0.001	0.0004	31	23	14.	50
Bjg5	180-200+	3.4	nd	8.9	<0.1	0.20	0.001	0.0009	0.001	0.0005	31	22	13.	50
Pedon 5/2557 ชุดดินคลองชาก (Khlong Chak soil series: Kc)														
Ap1	0-20	6.5	0.02	19.7	10.8	26.8	0.45	0.14	0.20	0.07	10.5	18.4	-	8
Ap2	20-50	5.7	0.02	15.6	6.5	20.1	0.24	0.09	0.30	0.05	5.7	6.6	-	11
Bt1	50-80	5.1	0.01	4.5	6.9	11.4	0.10	0.07	0.18	0.03	5.6	5.4	-	6
Bt2	80-110	5.3	0.01	2.7	5.8	12.0	0.12	0.03	0.22	0.03	4.3	4.8	-	9
Bt3	110-	5.3	0.01	2.7	4.5	16.4	0.19	0.06	0.24	0.04	4.4	4.2	-	11
C	150-	5.2	0.01	3.3	5.1	12.1	0.12	0.06	0.25	0.03	4.2	4.5	-	10
Pedon 6/2557 ชุดดินคลองชาก (Khlong Chak soil series: Kc) ที่เป็นดินตื้น														
Ap	0-30	4.8	0.01	9.7	2.07	16.1	0.10	0.08	0.17	0.04	8.6	12.3	-	4
Bt1	30-60	4.8	0.02	1.9	1.57	8.0	0.13	0.11	0.22	0.02	7.3	5.6	-	6
Bt2	60-90	5.1	0.01	3.8	1.02	11.0	0.12	0.07	0.23	0.03	7.6	6.4	-	6
Bt3	90-120	5.5	0.01	4.0	1.36	17.5	0.14	0.06	0.44	0.04	6.4	8.2	-	10
BC1	120-	5.5	0.01	1.7	1.61	16.7	0.12	0.07	0.56	0.04	8.2	4.9	-	9
BC2	150-	5.6	0.01	1.7	1.36	6.9	0.14	0.08	0.57	0.02	4.8	5.6	-	14
Pedon 7/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)														
Apgb	0-10/15	3.2	0.17	13.	3.09	14.81	13.2	15.4	22.0	0.04	53	33	-	49
ABgb	10/15-30	3.0	0.29	19.	3.23	19.70	12.8	15.3	12.10	0.05	52	32	-	44
Bjgb1	30-50/55	3.0	0.38	14.	3.30	14.15	10.2	14.8	14.4	0.04	49	29	-	45
Bjb2	50/55-80	2.2	3.1	51.	3.30	15.3	4.5	9.8	9.9	0.04	55	28	-	31

Horizon	Depth	pH	EC	O M	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.	%B
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1} ---)		(----------cmol kg^{-1} ----------							
Pedon 8/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil Series: Ca) ที่มีการขุดร่อง														
Apg	0-10/30	4.2	0.20	9.6	2.3	32.0	14.0	12.3	12.2	0.08	49	30	-	44
Apgb	30-40	4.1	0.30	8.4	0.3	23.8	8.8	12.0	10.6	0.06	51	25	-	38
Apgb	40-50	5.0	0.20	12.3	0.5	24.4	7.9	11.9	10.0	0.06	44	19	-	40
Apgb	50-70	4.9	0.20	1.6	0.6	23.2	8.3	10.8	11.2	0.06	33	31	-	48
Apgb	70-110	5.1	0.20	1.6	0.1	19.8	8.0	11.2	9.0	0.05	58	29	-	33
Apgb	110-150+	5.2	0.20	1.4	0.1	15.2	7.0	10.5	8.5	0.04	49	18	-	35
Pedon 9/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา														
Ap	0-30	7.3	0.01	15.	1.34	165	0.66	0.31	0.20	0.42	13.3	8.3	-	11
Btc1	30-60	6.2	0.01	8.4	1.25	159	0.65	0.63	0.15	0.41	12.0	8.0	-	13
Btc2	60-90	5.5	0.01	7.7	1.23	142	0.20	0.47	0.30	0.41	14.1	7.5	-	9
Btc3	90-110	5.4	0.01	5.4	1.02	176	0.41	0.43	0.25	0.36	11.5	7.0	-	11
Bv	110-150	5.5	0.01	5.1	1.30	125	0.75	0.41	1.0	0.45	10.6	6.8	-	20
Pedon 10/2557 ชุดดินผักกาด ที่มีด้านล่างเป็นกรวด (Phak Kat soil series: Pat-gd gravelly subsoils variant)														
Ap	0-15	7.7	0.06	20.0	57.3	52.1	7.7	1.76	0.20	0.13	11.0	16.0	-	47
Bt1	15-35	7.9	0.04	4.0	8.8	41.9	3.7	2.55	0.30	0.11	14.0	16.4	-	32
Bt2	35-50	7.9	0.03	2.6	6.3	55.0	4.0	3.06	0.50	0.14	19.0	23.3	-	29
BCrt1	50-100	7.9	0.04	3.4	1.3	47.0	4.2	3.50	0.40	0.12	15.0	16.0	-	35
BCrt2	100-	8.0	0.05	1.2	1.3	36.0	9.1	3.75	0.50	0.09	16.0	12.0	-	46
Crt1	130-170	8.1	0.04	3.7	1.5	47.6	7.6	3.78	0.50	0.12	14.5	13.2	-	45
Cr	170-200+	8.2	0.04	0.9	2.2	37.5	6.4	3.33	0.50	0.10	15.0	12.0	-	41
Pedon 11/2557 พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี														
Ap	0-25	5.9	0.04	12.5	25.8	40.1	2.26	0.86	0.32	0.10	5.6	18.3	-	39
AB	25-40	6.2	0.03	7.6	11.2	36.9	1.37	0.58	0.44	0.09	6.3	10.8	-	28
Btg1	40-65	6.03	0.04	1.9	3.1	17.8	0.94	0.69	0.33	0.05	5.6	14.5	-	26
Btg2	65-90	6.08	0.04	1.7	1.8	24.4	1.21	0.96	0.57	0.06	6.6	16.3	-	30
Btg3	90-110	6.7	0.05	1.5	1.7	13.3	0.82	0.93	0.59	0.03	7.3	15.6	-	25
Btg4	110-	6.8	0.05	0.6	1.0	29.3	0.89	1.11	0.88	0.07	6.8	18.5	-	30
Btg5	130-	7.1	0.03	1.4	2.0	29.8	0.86	0.91	0.56	0.08	7.8	19.2	-	24
BC	150-	7.2	0.04	0.4	4.1	22.0	0.72	1.11	0.57	0.06	8.0	16.0	-	24
Pedon 12/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)														
Apgb	0-10	4.0	0.17	13.7	3.09	22.88	14.0	26.0	12.9	0.04	48	33	-	52
ABgb	10-30	4.5	0.29	19.6	0.01	25.2	4.5	12.3	9.6	0.05	55	32	-	32
Bjgb1	30-50	3.3	0.38	14.8	2.2	18.1	4.2	12.1	10.2	0.04	35	29	-	43
Bjgb2	50-90	4.6	0.30	10.2	0.6	16.4	4.4	10.5	11.6	0.04	48	28	-	36
Bjgb3	90-130	4.2	0.12	9.5	0.8	22.3	4.5	10.2	12.4	0.04	52	29	-	34
Bjgb4	130-200+	4.0	0.22	8.3	0.11	24.6	5.2	21.2	20.5	0.05	54	30	-	47

ภาคผนวกที่ 1.5.10 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series: Kp)											
Ap	0-25	4.62	1.56	50.1	43.2	40.9	40.3	39.1	38.7	38.2	2.04
Bw	25-60	0.27	1.60	44.9	40.1	38.9	37.8	36.8	36.3	35.8	1.96
AB	60-80	1.60	1.43	46.8	43.9	41.9	41.0	40.0	39.3	38.7	2.28
Btb1	80-110	0.72	1.38	46.2	41.1	39.2	37.8	37.0	36.2	35.6	2.19
Btb2	110-150	0.31	1.35	47.9	41.8	39.5	38.3	37.4	36.8	36.5	1.83
Btb3	150-180	0.01	1.37	50.6	44.9	43.3	42.2	41.5	40.9	40.4	1.81
Btb4	180-200+	8.77	1.39	48.9	45.8	44.1	43.3	42.3	42.0	41.6	1.79
Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series : Sa)											
Ap	0-30	0.27	1.52	44.3	41.0	39.6	38.8	38.2	37.7	37.1	1.7
Btg1	30-55	0.02	1.59	45.9	41.7	40.6	39.5	38.6	38.0	37.0	2.5
Btg2	55-75	0.02	1.52	45.0	41.0	39.2	38.2	37.1	36.5	36.1	2.0
Btg3	75-10	0.03	1.48	47.3	44.5	42.9	41.7	40.9	40.1	38.7	3.0
Btg4	10-130	2.10	1.39	45.4	42.0	40.4	39.5	38.5	38.0	36.7	2.7
Btg5	130-170	1.28	1.39	48.3	45.5	43.9	42.5	41.7	41.0	40.2	2.3
Btg6	170-200+	7.15	1.33	52.5	46.8	44.0	42.8	41.7	40.6	38.5	4.2
Pedon 3/2558 ชุดดินลี้ (Li soil series: Li)											
Ap	0-35	0.79	1.70	38.9	35.8	33.3	32.5	31.4	30.4	29.8	2.8
Btc	35-55	3.96	1.62	38.5	33.7	31.7	30.3	29.2	27.8	26.7	3.5
2Bt1	55-80	1.23	1.55	43.8	37.0	36.8	34.5	33.7	32.5	31.9	2.6
2Bt2	80-120	8.23	1.47	42.4	38.1	37.2	36.4	35.3	34.3	33.5	2.9
2Bt3	12-150	0.03	1.64	38.5	36.3	35.2	33.6	32.7	31.1	30.5	3.0
2Bt4	150-200+	3.55	1.66	38.1	33.7	31.9	30.8	30.1	28.5	28.0	2.9
Pedon 4/2558 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน											
Ap	0-30	34.0	1.59	40.4	27.8	25.4	22.59	21.75	20.21	18.87	3.72
Bv1	30-60	50.3	1.70	30.4	17.1	15.4	14.73	12.92	11.53	10.56	4.17
Bv2	60-100	129.2	1.50	40.6	23.2	21.2	20.05	19.16	17.9	17.33	2.72
Bv3	100-140	114.3	1.61	33.3	16.4	14.7	14.59	12.46	11.36	10.84	3.75
Btv1	140-170	65.7	1.63	35.1	24.8	23.4	21.61	20.83	20.19	19.31	2.3
Btv2	170-200+	58.0	1.54	33.2	21.7	19.6	18.55	17.72	16.84	16.28	2.27
Pedon 5/2558 ชุดดินเรณู (Renu soil series: Rn)											
Ap	0-20	1.41	1.92	39.2	34.6	32.8	31.7	29.8	27.5	26.3	5.3
Btg1	20-35/40	0.07	1.81	27.4	24.8	23.4	21.1	19.7	18.1	17.1	3.9
Btg2	40-60	0.04	1.83	27.2	25.4	22.8	21.9	21.3	19.1	18.6	3.3
Btg3	60-100	0.03	1.84	25.3	24.0	22.2	21.0	20.5	18.7	18.1	2.9
Btg4	100-120	0.02	1.75	32.2	29.1	27.9	25.8	24.9	23.4	22.7	3.1
Btg5	120-160	0.02	1.78	32.7	30.8	30.6	29.3	28.5	27.4	26.7	2.6
Btgv	16-200+	0.01	1.81	32.4	29.8	28.8	35.0	33.6	25.8	25.6	9.4

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 6/2558 ชุดดินบางมูลนาก (Bang Mun Nak soil series: Ban)											
Ap1	0-30	2.48	1.58	45.1	42.1	41.5	40.6	39.8	39.0	38.5	2.1
Ap2	30-60/70	0.03	1.97	44.4	44.0	43.4	42.6	42.1	41.5	41.2	1.4
Bt	70-105	0.01	1.77	33.5	31.1	30.5	21.3	20.2	19.9	19.1	2.2
2Btg1	105-135	6.98	1.67	34.4	23.5	20.9	17.0	14.2	11.5	10.3	6.7
2Btg2	135-160	0.06	1.59	41.0	37.3	36.0	34.3	33.0	32.3	31.2	3.0
2Btg3	160-175	18.95	1.53	40.3	32.1	22.0	13.8	12.3	10.2	9.4	4.4
2Btg4	175-200+	2.35	1.57	41.6	37.5	37.4	37.0	35.7	34.8	32.9	4.1
Pedon 7/2558 ชุดดินลำปาง (Lampang soil series: Lp)											
Ap	0-20	0.21	1.72	33.4	29.8	28.8	26.6	23.5	21.3	20.4	6.2
Btg1	20-35	0.22	1.80	31.8	25.8	24.9	23.3	22.6	19.9	18.8	4.5
Btg2	35-60	3.59	1.73	31.0	27.3	26.0	24.7	23.1	21.3	21.0	3.8
Btg3	60-105	19.71	1.72	32.3	29.3	28.6	28.0	26.4	23.1	22.6	5.4
Btg4	105-135	0.06	1.64	37.9	34.1	33.4	32.2	31.0	29.5	27.7	4.5
Bv1	135-170	0.52	1.66	39.0	38.0	38.2	37.5	36.5	35.5	33.6	3.9
Bv2	170-200+	0.09	1.64	38.2	37.3	37.2	36.8	35.7	35.4	34.3	2.5
Pedon 8/2558 ชุดดินอุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series: Utt)											
Ap	0-35	0.40	1.27	54.6	48.1	46.7	45.3	44.4	43.2	41.9	3.4
Btg1	35-70	0.01	1.61	41.9	41.9	41.7	40.6	39.7	38.4	36.7	3.9
Btg2	70-100	0.02	1.84	32.8	32.0	30.6	29.0	27.8	26.3	25.3	3.7
Bv1	100-135	0.12	1.77	32.8	30.1	29.7	29.0	27.7	26.5	25.9	3.0
Bv2	135-170	4.87	1.73	34.9	29.4	28.5	27.6	26.4	25.4	24.2	3.4
Bv3	170-210	0.02	1.75	40.4	38.0	37.5	36.7	35.7	34.7	33.6	3.1
Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series: Tm)											
Ap	0-35	0.24	1.61	39.7	38.7	37.7	37.2	32.7	29.0	28.5	8.7
Bt1	35-70	0.90	1.60	36.6	32.9	29.4	28.6	24.3	20.0	19.3	9.3
Bt2	70-110	0.72	1.67	36.3	33.2	30.0	28.3	21.9	18.2	17.8	10.5
Bt3	110-150	0.50	1.70	34.6	32.5	30.6	28.6	23.8	20.0	19.3	9.3
Bt4	150-170	1.51	1.69	34.8	31.4	27.9	26.3	20.7	17.6	17.2	9.1
Bt5	170-200+	2.12	1.72	33.4	29.5	25.7	23.4	17.7	15.1	14.6	8.8
Pedon 10/2558 ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน (Bang Saphan fine loamy variant: Bs-fl)											
Apg	0-20	7.07	1.47	51.0	47.7	44.4	39.6	33.9	30.6	29.8	9.8
Btcg1	20-60	0.02	1.93	29.7	29.2	28.6	26.6	24.7	22.8	21.9	4.7
Btcg2	60-100	0.07	1.91	30.0	28.7	27.5	23.7	20.6	17.7	16.8	6.9
Btcg3	100-130	0.04	1.87	31.4	30.5	29.6	24.6	22.7	19.6	18.7	5.9
Btg1	130-160	0.01	1.85	31.4	31.5	31.7	30.4	29.2	27.6	26.7	3.7
Btg2	160-200+	0.01	1.87	33.6	33.5	33.5	32.2	31.2	29.7	28.8	3.4
Pedon 11/2558 ชุดดินหุบกระพง (Hup Krapong soil series)											
Ap	0-30	3.10	1.62	35.6	32.7	29.8	28.1	21.6	17.7	16.8	11.3
AB	30-50	18.44	1.44	40.8	37.8	34.9	32.5	26.6	20.4	19.5	13.0
BA	50-75	42.39	0.35	46.9	40.3	33.6	29.0	20.8	19.2	18.3	10.7
Btc1	75-100	23.14	1.55	33.4	29.7	26.1	22.8	11.4	8.4	7.6	15.2
Btc2	100-135	12.25	1.55	36.6	33.0	29.5	22.6	20.2	13.7	12.8	9.8
Btc3	135-180+	10.46	1.57	35.9	33.4	31.0	24.6	19.9	15.7	14.8	9.8

Sample	Depth (cm)	Permeability (mm/hr)	B.D. (g/cm^3)	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
				(----------%vol----------)							
Pedon 12/2558 ชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya soil series: Ly)											
Apg	0-20	10.70	1.56	37.60	34.52	31.45	27.67	25.27	22.33	21.45	6.22
Btcg1	20-60	0.03	1.82	30.60	30.245	29.90	27.18	26.59	24.81	23.93	3.25
Btcg2	60-100	0.75	1.74	31.42	30.585	29.76	25.8	21.49	19.1	18.22	7.58
Btcg3	100-130	4.15	1.61	35.34	33.82	32.31	27.69	25.32	22.08	21.20	6.49
Btg1	130-160	3.31	1.63	38.37	36.595	34.83	31.12	28.80	25.27	24.39	6.73
Btg2	160-200+	0.02	1.74	40.57	39.455	38.35	36.04	33.73	31.51	30.63	5.41

ภาคผนวกที่ 1.5.11 สมบัติทางฟิสิกส์ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดิน ของดินปลูกปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

	Depth (cm)	Aggregate stability							Soil Texture					
		Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series: Kp)														
Ap	0-25	29.5	7.3	2.9	4.0	12.7	43.7	0.41	2	8	10	42	49	SiC
Bw	25-60	0.4	1.0	4.3	11.5	18.6	64.3	0.04	1	10	11	37	53	C
AB	60-80	4.5	1.3	5.6	13.9	28.1	46.7	0.10	5	8	13	31	56	C
Btb1	80-110	0.4	1.2	4.5	10.0	21.8	62.0	0.04	1	5	6	53	41	SiC
Btb2	110-150	0.3	0.5	1.4	5.1	19.6	73.1	0.03	0	5	5	55	40	SiC
Btb3	150-180	0.1	4.1	13.7	20.1	18.5	43.6	0.07	0	4	4	50	45	SiC
Btb4	180-200+	3.1	1.3	5.5	12.4	16.8	60.9	0.08	2	5	7	43	50	SiC
Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series: Sa)														
Ap	0-30	25.4	8.7	5.4	5.9	13.0	41.6	0.37	1	8	8	51	41	SiC
Btg1	30-55	1.7	3.0	2.7	14.0	19.4	59.2	0.06	1	9	10	45	46	SiC
Btg2	55-75	0.1	0.5	2.6	8.6	20.7	67.6	0.03	1	12	13	35	52	C
Btg3	75-10	0.1	0.8	9.7	9.4	22.2	57.9	0.05	1	10	11	50	39	SiCL
Btg4	10-130	0.1	0.7	3.7	11.0	25.9	58.6	0.04	1	8	9	52	39	SiCL
Btg5	130-170	0.6	1.4	1.8	2.2	8.9	85.1	0.03	1	11	12	59	29	SiCL
Btg6	170-200+	0.1	0.7	2.9	7.8	15.3	73.2	0.03	1	4	4	47	49	SiC
Pedon 3/2558 ชุดดินลี้ (Li soil series: Li)														
Ap	0-35	26.6	11.4	7.7	6.9	16.0	31.4	0.4	18	27	46	31	24	L
Btc	35-55	45.2	20.9	5.0	4.1	8.2	16.7	0.65	47	18	65	17	19	SL
2Bt1	55-80	5.8	15.5	4.3	6.6	20.4	47.4	0.16	8	30	39	28	33	CL
2Bt2	80-120	2.5	1.7	3.4	6.8	18.8	66.9	0.06	4	24	28	39	33	CL
2Bt3	12-150	15.1	6.7	4.0	5.2	15.5	53.4	0.24	16	28	44	28	28	CL
2Bt4	150-200+	41.5	7.2	4.9	3.5	5.9	37.0	0.54	33	23	56	19	25	SCL

	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 4/2558 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex)														
Ap	0-30	64.5	29.7	0.1	0.5	1.0	6.0	0.91	29	52	81	12	7	LS
Bv1	30-60	78.6	11.1	0.7	0.9	2.1	6.6	1.01	34	44	78	9	13	EGLS
Bv2	60-100	71.0	7.2	0.1	4.4	6.9	16.1	0.90	30	20	50	9	41	EGSC
Bv3	100-140	81.0	5.4	1.9	2.4	4.2	5.1	1.03	18	33	51	14	35	EGSC
Btv1	140-170	55.5	10.7	2.0	7.9	7.3	16.7	0.74	22	44	66	8	26	EGSCL
Btv2	170-200+	65.2	10.0	2.2	2.0	3.6	17.1	0.85	33	28	61	22	17	EGC
Pedon 5/2558 ชุดดินเรณู (Renu soil series: Rn)														
Ap	0-20	7.5	5.9	3.4	11.0	30.9	41.3	0.15	10	71	81	11	9	LS
Btg1	20-35/40	0.6	1.3	1.9	5.9	27.3	63.0	0.04	11	69	79	12	8	LS
Btg2	40-60	0.4	1.3	2.2	7.1	31.8	57.3	0.04	8	62	70	14	16	SL
Btg3	60-100	0.2	1.4	4.2	6.1	28.4	59.7	0.04	8	60	68	18	15	SL
Btg4	100-120	2.9	1.4	1.8	7.2	66.4	20.3	0.08	8	61	69	15	16	SL
Btg5	120-160	9.5	2.8	2.1	6.2	53.3	26.2	0.16	11	58	69	13	18	SL
Btgv	160-200+	12.1	3.5	1.9	5.1	46.0	31.4	0.19	11	51	62	14	23	SCL
Pedon 6/2558 ชุดดินบางมูลนาก (Bang Mun Nak soil series: Ban)														
Ap1	0-30	41.9	11.6	8.2	7.0	9.0	22.3	0.58	3	30	33	24	43	CL
Ap2	30-60/70	31.9	4.0	8.3	12.7	13.9	29.1	0.44	1	18	19	25	56	C
Bt	70-105	3.0	1.3	3.0	5.7	22.8	64.2	0.07	1	68	68	12	20	SL
2Btg1	105-135	0.4	1.2	16.6	10.5	36.9	34.4	0.07	39	50	89	3	8	LS
2Btg2	135-160	5.9	3.6	3.2	4.0	13.3	70.1	0.11	6	54	60	19	21	SCL
2Btg3	160-175	5.5	4.6	5.5	3.9	35.0	45.6	0.12	15	74	89	4	7	LS
2Btg4	175-200+	8.6	3.7	5.3	8.5	13.9	59.9	0.15	8	31	39	30	31	CL
Pedon 7/2558 ชุดดินลำปาง (Lampang soil series: Lp)														
Ap	0-20	20.	6.7	3.4	4.4	23.0	42.2	0.30	4	76	80	13	7	LS
Btg1	20-35	0.9	1.7	4.0	7.7	31.6	54.1	0.05	5	66	71	17	12	SL
Btg2	35-60	0.3	0.9	3.4	9.4	41.7	44.3	0.05	6	59	65	16	19	SL
Btg3	60-105	1.0	0.6	3.0	7.4	38.7	49.2	0.05	4	59	64	17	19	SL
Btg4	105-135	1.8	1.8	9.2	20.2	37.4	29.5	0.09	4	47	51	16	34	SCL
Bv1	135-170	1.6	3.4	18.6	21.5	31.0	23.9	0.10	4	44	48	16	36	SC
Bv2	170-200+	1.4	4.3	15.0	23.9	32.7	22.7	0.10	4	41	45	18	37	CL
Pedon 8/2558 ชุดดินอุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series: Utt)														
Ap	0-35	2.4	3.9	9.9	14.9	18.4	50.5	0.09	1	3	4	28	69	C
Btg1	35-70	5.4	12.3	10.1	19.1	20.8	32.3	0.16	2	21	23	26	51	C
Btg2	70-100	2.5	3.6	11.2	19.4	20.1	43.3	0.10	6	59	65	16	19	SL
Bv1	100-135	19.3	7.2	13.7	16.6	20.0	23.2	0.32	4	59	64	17	19	SL
Bv2	135-170	19.4	4.8	7.1	13.4	22.9	32.5	0.29	4	47	51	16	34	SCL
Bv3	170-210	12.6	5.7	10.7	15.8	23.1	32.0	0.22	4	44	48	16	36	SC

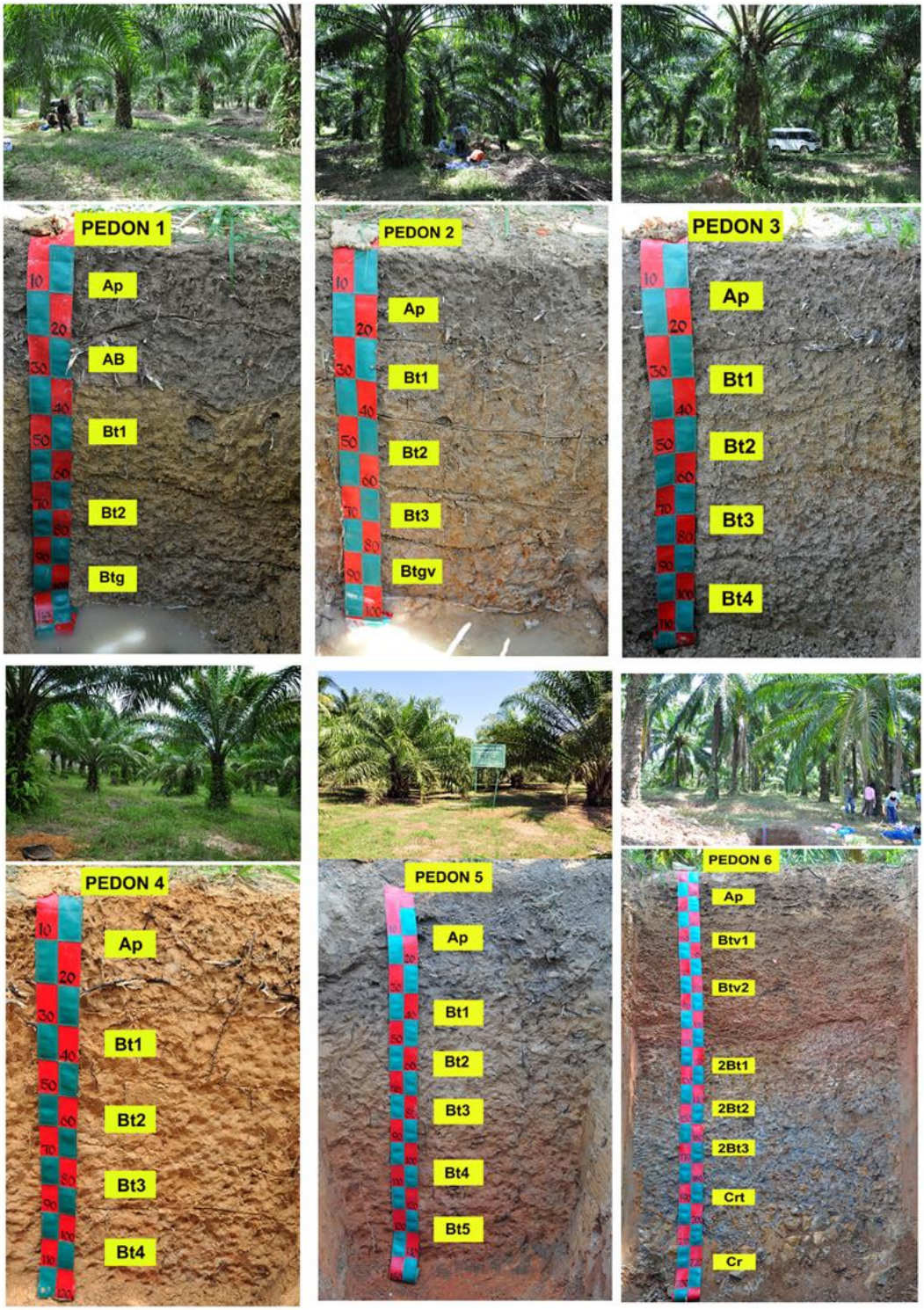
	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series: Tm)														
Ap	0-35	1.0	1.2	3.8	13.7	44.6	35.7	0.06	10	30	40	46	14	L
Bt1	35-70	2.1	0.5	2.3	12.3	33.7	49.0	0.06	18	46	64	17	19	SL
Bt2	70-110	0.4	0.4	1.0	7.4	29.4	61.4	0.04	13	44	58	21	21	SCL
Bt3	110-150	0.4	0.8	3.3	12.9	30.1	52.4	0.05	11	44	55	23	23	SCL
Bt4	150-170	1.3	1.1	3.5	13.2	31.7	49.2	0.06	24	31	55	21	24	SCL
Bt5	170-200+	3.3	4.0	9.9	28.3	30.2	24.2	0.12	46	34	80	7	13	LS
Pedon 10/2558 ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน (Bang Saphan fine loamy variant: Bs-fl)														
Apg	0-20	18.6	9.3	4.4	7.5	21.6	38.7	0.29	17	43	60	18	22	SCL
Btcg1	20-60	19.6	6.9	10.4	14.6	27.8	20.6	0.31	18	34	52	21	27	SCL
Btcg2	60-100	12.6	9.1	14.5	16.4	24.5	22.9	0.24	15	18	33	41	26	L
Btcg3	100-130	7.4	11.6	14.8	15.3	16.3	34.6	0.19	19	42	61	13	26	SCL
Btg1	130-160	5.5	13.0	19.9	16.5	20.2	24.9	0.18	15	37	52	13	35	SC
Btg2	160-200+	5.9	10.9	18.8	19.2	22.1	23.0	0.18	13	33	46	19	35	SC
Pedon 11/2558 ชุดดินหุบกระพง (Hup Krapong soil series)														
Ap	0-30	4.1	14.6	22.5	24.3	20.3	14.2	0.18	38	33	71	12	17	SL
AB	30-50	7.4	18.6	27.9	22.7	17.1	6.3	0.24	31	38	69	10	21	SCL
BA	50-75	16.8	0.5	3.0	14.1	26.4	39.3	0.24	30	39	69	12	19	SL
Btc1	75-100	0.5	0.8	2.2	10.2	23.5	62.8	0.04	37	42	79	10	11	LS
Btc2	100-135	26.4	26.7	20.6	12.1	8.2	6.0	0.48	37	40	77	13	10	LS
Btc3	135-180+	45.5	30.0	11.0	5.8	4.3	3.4	0.71	41	38	79	12	10	LS
Pedon 12/2558 ชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya soil series: Ly)														
Apg	0-20	16.6	8.5	9.1	14.7	28.7	22.5	0.28	16	50	66	16	18	SL
Btcg1	20-60	4.8	4.0	6.6	15.1	31.7	37.7	0.12	15	54	68	14	18	SL
Btcg2	60-100	0.3	1.3	4.5	13.4	35.4	45.1	0.05	19	52	71	13	15	SL
Btcg3	100-130	0.5	1.2	2.4	9.9	24.4	61.6	0.04	16	47	63	16	21	SCL
Btg1	130-160	0.6	1.1	2.9	19.6	36.1	39.7	0.06	0	56	56	19	25	SCL
Btg2	160-200+	0.7	1.2	4.1	10.2	30.1	53.9	0.05	0	38	38	16	46	C

ภาคผนวกที่ 1.5.12 สมบัติทางเคมีของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

Horizon	Depth	pH	EC	O M	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series: Kp)														
Ap	0-25	5.4	0.03	16.	18.0	131.0	3.8	1.8	0.50	0.34	3.1	6.5	-	68
Bw	25-60	5.8	0.04	12.	14.0	60.4	4.4	1.3	0.40	0.15	3.3	5.5	-	65
AB	60-80	6.0	0.03	13.	15.0	59.7	5.0	1.6	0.30	0.15	5.9	8.3	-	54
Btb1	80-110	6.1	0.03	11.	18.2	51.5	3.8	1.3	0.35	0.13	5.8	7.9	-	49
Btb2	110-150	6.5	0.01	10.	17.5	47.4	4.1	1.5	0.40	0.12	5.7	8.0	-	52
Btb3	150-180	6.7	0.01	8.7	16.2	57.5	5.1	1.9	0.45	0.15	4.8	8.4	-	61
Btb4	180-	6.6	0.02	10.	12.0	60.0	5.7	2.0	0.40	0.15	5.2	9.0	-	61
Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series: Sa)														
Apg	0-30	6.4	0.01	20.	18.0	143.5	4.6	1.5	0.60	0.37	4.2	18.0	-	63
Btg1	30-55	6.7	0.01	12.	16.8	62.8	4.4	1.5	0.80	0.16	5.1	19.0	-	57
Btg2	55-75	6.6	0.01	12.	18.6	59.3	3.8	1.5	0.70	0.15	5.0	12.0	-	55
Btg3	75-100	6.6	0.01	13.	15.7	61.1	4.6	1.3	1.20	0.16	4.9	10.0	-	60
Btg4	100-130	6.5	0.01	10.	17.4	52.4	4.6	1.5	1.10	0.13	5.2	10.8	-	58
Btg5	130-170	6.7	0.01	11.	19.3	56.6	3.9	1.3	0.98	0.14	4.7	11.2	-	57
Btg6	170-	6.5	0.02	14.	16.1	76.7	5.2	1.7	1.0	0.20	5.6	9.0	-	59
Pedon 3/2558 ชุดดินลี้ (Li soil series: Li)														
Ap	0-35	6.8	0.01	17.	4.0	26.1	2.2	1.0	0.20	0.07	6.2	11.0	-	36
Btc	35-55	7.1	0.01	9.3	4.4	32.8	1.6	0.9	0.20	0.08	4.8	12.0	-	37
2Bt1	55-80	7.0	0.01	12.	2.6	25.1	2.3	1.4	0.30	0.06	4.3	18.1	-	49
2Bt2	80-120	7.0	0.01	13.	3.1	32.6	2.8	1.6	0.25	0.08	5.5	20.2	-	46
2Bt3	120-	7.2	0.01	5.1	3.9	24.3	1.7	1.3	0.30	0.06	6.6	20.1	-	34
2Bt4	150-	7.4	0.01	8.2	3.4	19.6	1.5	1.3	0.20	0.05	5.5	19.8	-	36
Pedon 4/2558 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน														
Ap	0-30	5.9	0.01	23.	4.3	77.2	0.6	0.4	0.40	0.20	12.0	8.7	-	12
Bv1	30-60	6.0	0.01	3.9	1.5	40.4	0.2	0.3	0.50	0.10	12.3	8.0	-	8
Bv2	60-100	5.2	0.01	6.4	1.0	59.8	0.2	0.5	0.40	0.15	10.5	8.5	-	11
Bv3	100-140	5.2	0.01	5.4	0.9	48.1	0.2	0.6	0.30	0.12	10.6	7.9	-	10
Btv1	140-170	5.3	0.01	5.3	0.7	22.6	2.8	0.7	0.30	0.06	10.7	8.2	-	27
Btv2	170-	5.7	0.01	4.1	0.8	17.9	0.3	0.7	0.30	0.05	11.8	8.6	-	10

Horizon	Depth	pH	EC	OM	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 5/2558 ชุดดินเรณู (Renu soil series: Rn)														
Ap	0-20	4.9	0.02	6.9	3.2	19.7	0.42	0.13	0.20	0.05	1.9	2.4		30
Btg1	20-35/40	5.5	0.01	3.7	1.7	23.2	0.25	0.05	0.20	0.06	2.3	2.8		20
Btg2	40-60	4.9	0.01	2.6	1.4	30.5	0.14	0.03	0.40	0.08	5.6	6.8		10
Btg3	60-100	4.9	0.01	0.4	1.7	17.7	0.08	0.02	0.40	0.05	5.9	5.9		9
Btg4	100-120	4.7	0.01	0.9	0.9	27.0	0.08	0.02	0.30	0.07	6.2	8.3		7
Btg5	120-160	4.8	0.01	0.6	0.8	38.4	0.08	0.02	0.20	0.10	4.8	8.0		8
Btgv	160-	4.7	0.01	1.3	0.6	31.5	0.06	0.03	0.20	0.08	5.8	9.2		6
Pedon 6/2558 ชุดดินบางมูลนาก (Bang Mun Nak soil series: Ban)														
Ap1	0-30	4.8	0.02	26.	12.0	113.4	2.7	0.90	0.40	0.29	16.0	18.5	-	21
Ap2	30-60/70	5.6	0.01	12.	3.5	73.4	3.9	0.94	0.70	0.19	12.0	20.2	-	32
Bt	70-105	6.2	0.01	1.8	2.2	33.4	1.6	0.77	1.00	0.09	17.0	23.5	-	17
2Btg1	105-135	6.4	0.01	2.1	6.3	21.1	0.6	0.58	1.20	0.05	19.0	22.8	-	11
2Btg2	135-160	6.4	0.01	1.1	2.7	33.6	1.1	0.78	1.10	0.09	16.7	24.2	-	16
2Btg3	160-175	6.7	0.01	0.6	5.2	15.1	0.5	0.56	0.90	0.04	19.2	25.8	-	9
2Btg4	175-	6.4	0.01	2.9	4.8	43.6	2.5	0.90	0.80	0.11	12.3	26.5	-	26
Pedon 7/2558 ชุดดินลำปาง (Lampang soil series: Lp)														
Ap	0-20	4.9	0.03	5.3	46.6	62.9	0.38	0.12	2.0	0.16	4.0	6.0	-	40
Btg1	20-35	5.5	0.01	1.6	2.3	20.0	0.29	0.04	2.0	0.05	4.2	6.5	-	36
Btg2	35-60	5.7	0.01	2.4	1.1	21.5	0.12	0.02	2.0	0.05	4.1	6.9	-	35
Btg3	60-105	5.9	0.01	0.9	0.9	44.5	0.06	0.02	2.0	0.11	3.2	8.0	-	41
Btg4	105-135	6.9	0.01	1.1	1.2	24.7	0.15	0.02	2.0	0.06	3.3	8.6	-	40
Bv1	135-170	6.5	0.01	0.9	2.2	35.2	0.10	0.02	2.0	0.09	3.8	8.2	-	37
Bv2	170-	5.7	0.01	0.6	1.6	17.6	0.09	0.03	2.0	0.05	4.6	7.0	-	32
Pedon 8/2558 ชุดดินอุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series: Utt)														
Ap	0-35	5.0	0.03	13.	2.9	77.2	2.3	0.59	0.5	0.20	10.1	15.3	-	26
Btg1	35-70	5.8	0.01	6.6	1.8	39.0	2.4	0.58	0.9	0.10	6.9	13.0	-	37
Btg2	70-100	6.1	0.01	1.6	1.4	22.1	0.9	0.48	4.0	0.06	8.5	17.0	-	39
Bv1	100-	6.0	0.01	0.5	1.3	22.7	0.9	0.44	4.2	0.06	8.4	19.0	-	40
Bv2	135-	5.9	0.01	0.4	1.0	29.8	1.1	0.41	5.1	0.08	8.5	18.2	-	44
Bv3	17-	5.7	0.01	0.1	1.7	19.4	1.1	0.42	5.2	0.05	8.9	15.0	-	43

Horizon	Depth	pH	EC	O M	Avail. P	Avail. K	Exch. Bases				EA	CEC	Extr.Al	%BS
							Ca	Mg	Na	K				
	(cm)	H_2O		g kg^{-1}	(---mg kg^{-1}---)		(----------cmol kg^{-1}----------							
Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series: Tm)														
Ap	0-35	6.0	0.01	10.	6.0	99.4	2.2	0.35	2.0	0.25	4.2	7.5	-	53
Bt1	35-70	6.2	0.01	6.7	23.4	88.9	1.2	0.31	2.0	0.23	5.2	5.4	-	42
Bt2	70-110	6.3	0.01	1.6	13.3	85.9	1.0	0.35	2.0	0.22	5.6	4.5	-	39
Bt3	110-150	6.3	0.01	4.3	3.0	76.4	1.2	0.33	2.0	0.20	4.7	3.2	-	44
Bt4	150-170	6.5	0.01	3.5	2.7	75.1	1.3	0.32	2.0	0.19	5.3	2.3	-	42
Bt5	170-	6.6	0.01	0.4	3.6	37.8	0.8	0.24	2.0	0.10	4.3	4.3	-	42
Pedon 10/2558 ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน (Bang Saphan fine loamy variant: Bs-fl)														
Apg	0-20	6.8	0.04	4.6	3.3	45.0	5.3	0.39	0.15	0.12	3.2	2.3	-	17
Btcg1	20-60	7.1	0.01	2.3	2.6	53.5	0.9	0.50	0.20	0.14	3.3	3.2	-	35
Btgc2	60-100	7.0	0.01	0.7	0.9	65.2	0.8	0.53	0.20	0.17	4.1	2.0	-	29
Btgc3	10-130	7.1	0.01	0.1	0.8	40.5	0.8	0.51	0.20	0.10	3.7	3.4	-	30
Btg1	130-160	7.0	0.02	0.1	0.8	308.5	1.3	0.58	0.20	0.79	4.9	2.5	-	37
Btg2	16-200+	7.2	0.02	0.0	0.6	68.4	1.6	0.59	0.20	0.17		3.4	-	35
Pedon 11/2558 ชุดดินหุบกระพง (Hup Krapong soil series)														
Ap	0-30	6.6	0.02	3.6	14.5	103.1	1.0	0.17	0.20	0.26	3.5	7.3	-	32
AB	30-50	6.5	0.04	6.5	5.3	138.9	1.7	0.36	0.20	0.36	3.7	6.5	-	41
BA	50-75	6.6	0.05	4.0	4.8	96.6	2.3	0.21	0.30	0.25	3.0	6.0	-	50
Btc1	75-110	7.0	0.06	0.1	3.2	62.5	5.2	0.16	0.30	0.16	3.0	6.3	-	66
Btc2	110-135	7.0	0.11	1.0	3.4	103.3	8.2	0.30	0.50	0.26	4.5	5.8	-	67
Btc3	135-	7.3	0.11	1.7	2.9	128.6	8.9	0.37	0.50	0.33	4.8	5.0	-	68
Pedon 12/2558 ชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya soil series: Ly)														
Apg	0-35	6.8	0.03	11.7	10.2	142.3	1.9	0.36	0.10	0.36	4.1	30.1	-	27
Btg1	35-50	6.5	0.03	10.7	8.9	154.4	2.0	0.37	0.10	0.39	5.2	23.4	-	30
Btg2	50-70	6.9	0.02	0.7	2.3	58.4	2.1	0.31	0.10	0.15	4.3	21.2	-	32
Btg3	70-100	6.3	0.03	4.0	2.0	44.2	2.1	0.33	0.10	0.11	4.9	21.1	-	34
Btg4	10-150	4.6	0.05	2.8	1.5	47.0	0.5	0.26	0.10	0.12	3.8	22.0	-	21
Btg5	150-	4.8	0.02	3.3	1.0	104.2	0.2	0.48	0.10	0.27	5.5	21.0	-	16



Pedon 1/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีจุดประ (Tha Sae soil series: Te, mottled variant)

Pedon 2/2554 ชุดดินคอหงส์ที่มีจุดประ (Kho Hong soil series: Kh, mottled variant)

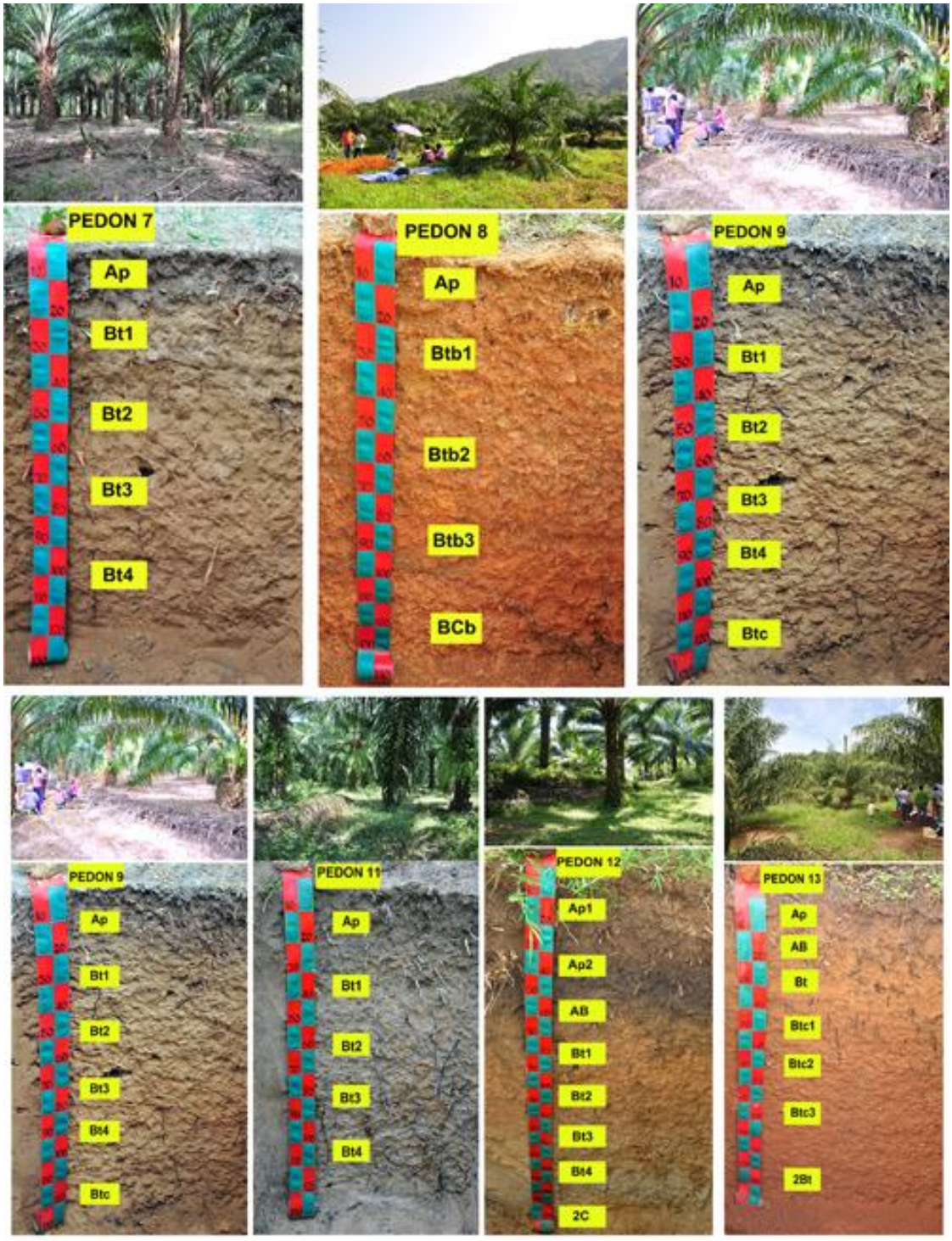
Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series: Pat)

Pedon 4/2554 ชุดดินคอหงส์ (Kho hong series: Kh)

Pedon 5/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series: Te)

Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาด (Khao Khat soil series: Kkt, andesite derived variant)

ภาคผนวกที่ 1.5.13 หน้าตัดดิน Pedon 1/2554 - Pedon 6/2554 ของพื้นที่ภาคใต้ที่ทำการศึกษา



Pedon 7/2554 ชุดดินท่าแซะ (Tha Sae soil series: Te)

Pedon 8/2554 ชุดดินกระบี่ (Krabi soil series: Kbi)

Pedon 9/2554 ชุดดินหลังสวน (Lang Suan soil series: Lan)

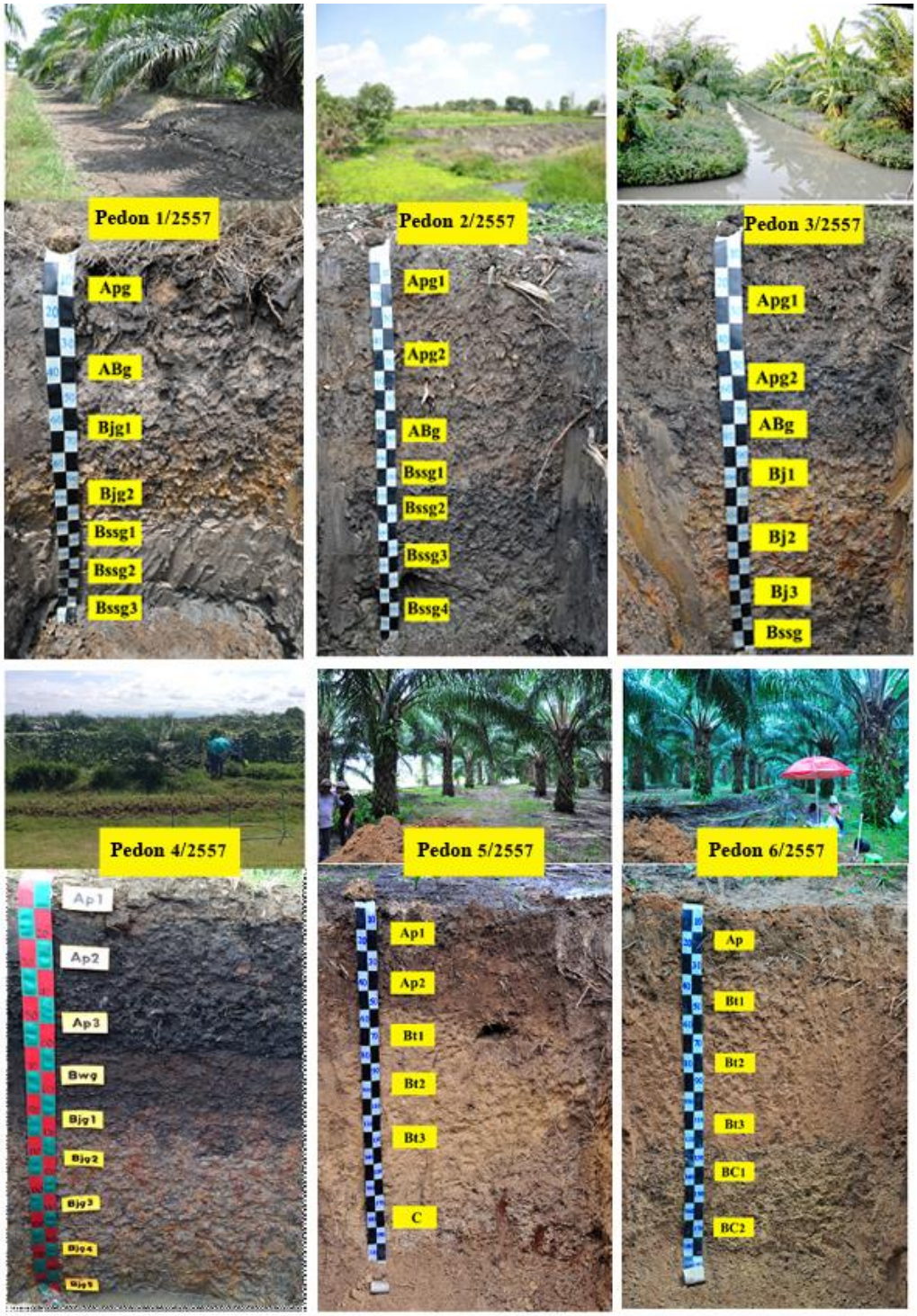
Pedon 10/2554 ชุดดินท่าแซะที่มีเบสสูง (Thasae soil series: Te, high base saturation variant)

Pedon 11/2554 ชุดดินบางสะพานที่มีชั้นดินทรายอยู่ข้างล่าง (Bang Saphan soil series)

Pedon 12/2554 ชุดดินลำภูรา (Lamphu La soil series: Ll)

Pedon 13/2554 ชุดดินชุมพร (Chumporn soil series: Cp)

ภาคผนวกที่ 1.5.14 หน้าตัดดิน Pedon 7/2554 - Pedon 13/2554 ของพื้นที่ภาคใต้ที่ทำการศึกษา



Pedon 1/2557 ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว (Bang Nam Priao Series: Bp)

Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)

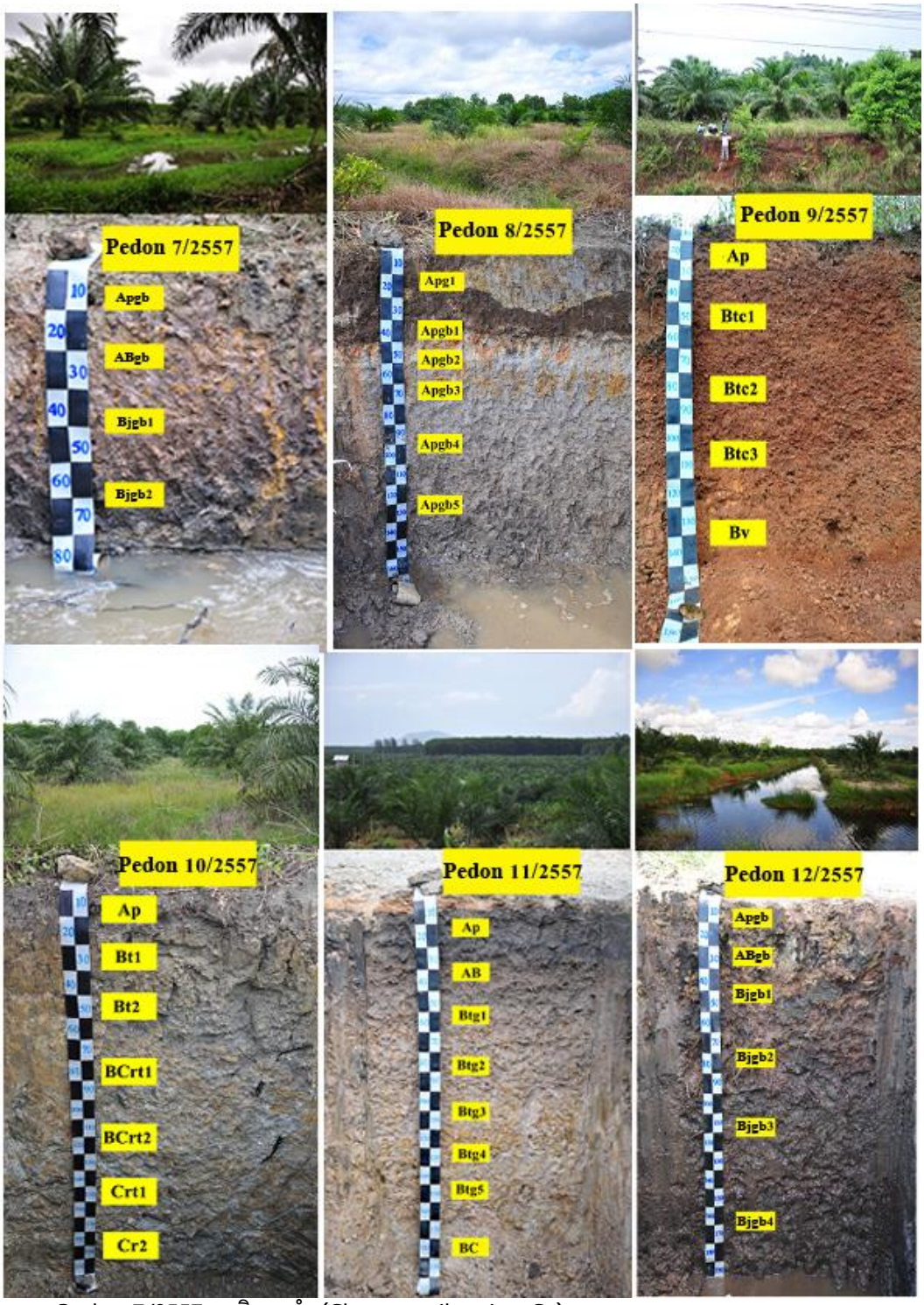
Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak Series: Ok)

Pedon 4/2557 ชุดดินรังสิต (Rangsit soil series: Rs)

Pedon 5/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak soil series: Kc)

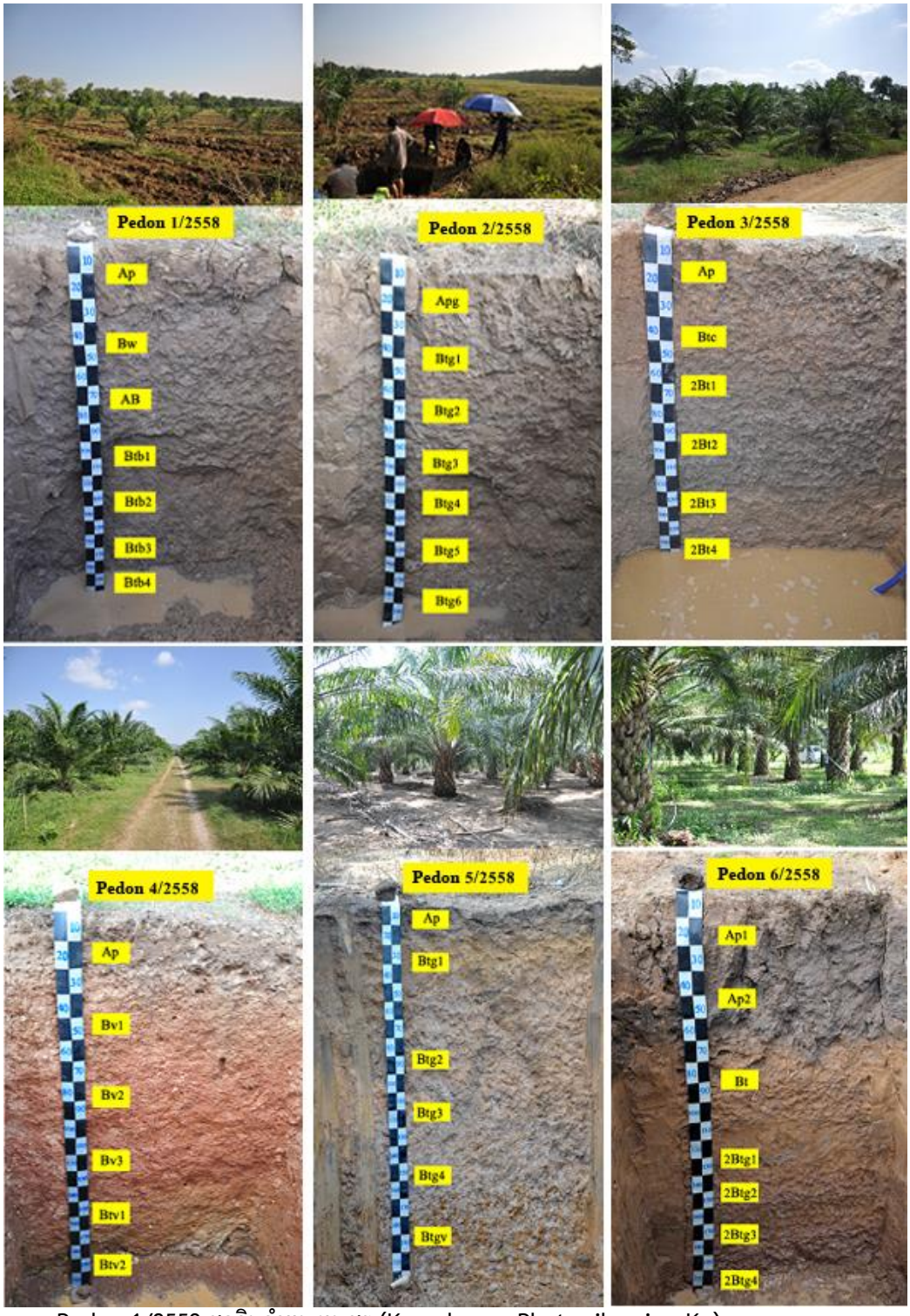
Pedon 6/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak series: Kc) ที่เป็นดินตื้น

ภาคผนวกที่ 1.5.15 หน้าตัดดิน Pedon 1/2557 - Pedon 6/2557 ของพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกที่ทำการศึกษา



Pedon 7/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)
Pedon 8/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)
Pedon 9/2557 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex)
Pedon 10/2557 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series: Pat-gd gravelly subsoils variant)
Pedon 11/2557 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex)
Pedon 12/2557 ชุดดินชะอำ (Cha-am soil series: Ca)

ภาคผนวกที่ 1.5.16 หน้าตัดดิน Pedon 7/2557 - Pedon 12/2557 ของพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกที่ทำการศึกษา



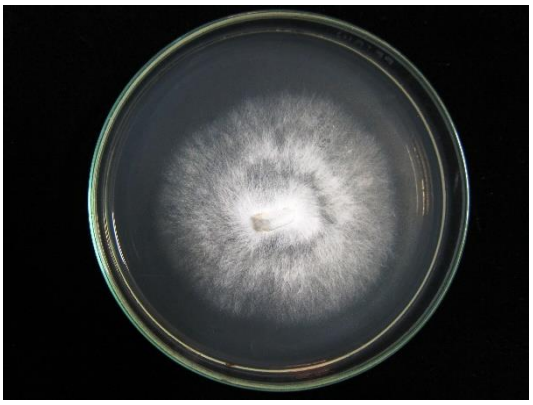
Pedon 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series: Kp)
Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series: Sa)
Pedon 3/2558 ชุดดินลี้ (Li soil series: Li)
Pedon 4/2558 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex)
Pedon 5/2558 ชุดดินเรณู (Renu soil series: Rn)
Pedon 6/2558 ชุดดินบางมูลนาก (Bang Mun Nak soil series: Ban)

ภาคผนวกที่ 1.5.17 หน้าตัดดิน Pedon 1/2558 - Pedon 6/2558 ของพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตกที่ทำการศึกษา

Pedon 7/2558 ชุดดินลำปาง (Lampang soil series: Lp)
Pedon 8/2558 ชุดดินอุตรดิตถ์ (Uttaradit soil series: Utt)
Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series: Tm)
Pedon 10/2558 ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน (Bang Saphan fine loamy variant: Bs-fl)
Pedon 11/2558 ชุดดินหุบกระพง (Hup Krapong soil series)
Pedon 12/2558 ชุดดินลาดหญ้า (Lat Ya soil series: Ly)

ภาคผนวกที่ 1.5.18 หน้าตัดดิน Pedon 7/2558 - Pedon 12/2558 ของพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตกที่ทำการศึกษา

•



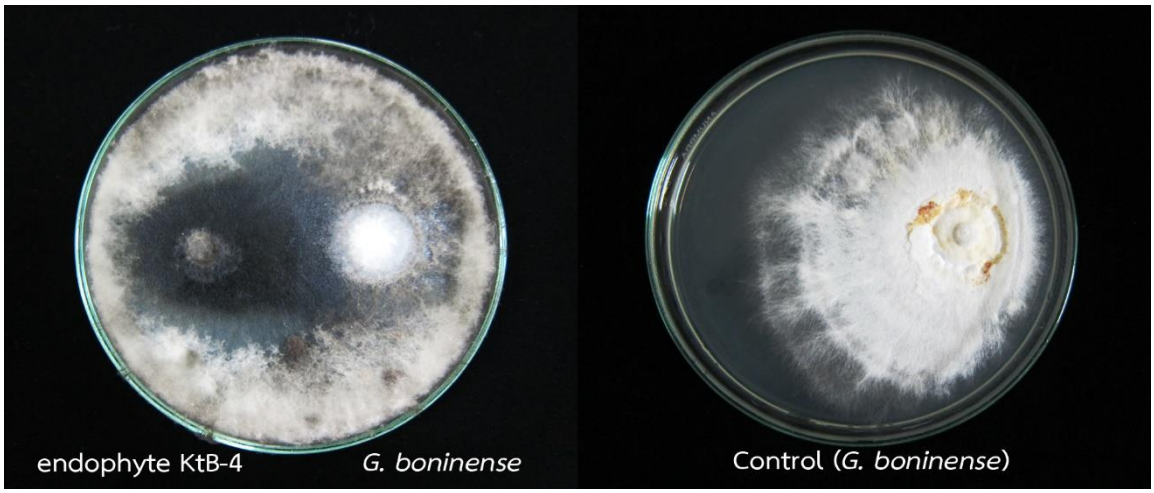
ภาพผนวกที่ 2.1.1 เชื้อรา *G. boninense* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ตารางผนวกที่ 2.1.1 ประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไฟท์และเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยังยั้งการเจริญของ เชื้อเห็ด *G. boninense* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมัน หลังจากวางเชื้อ 3 5 7 9 และ 12 วัน

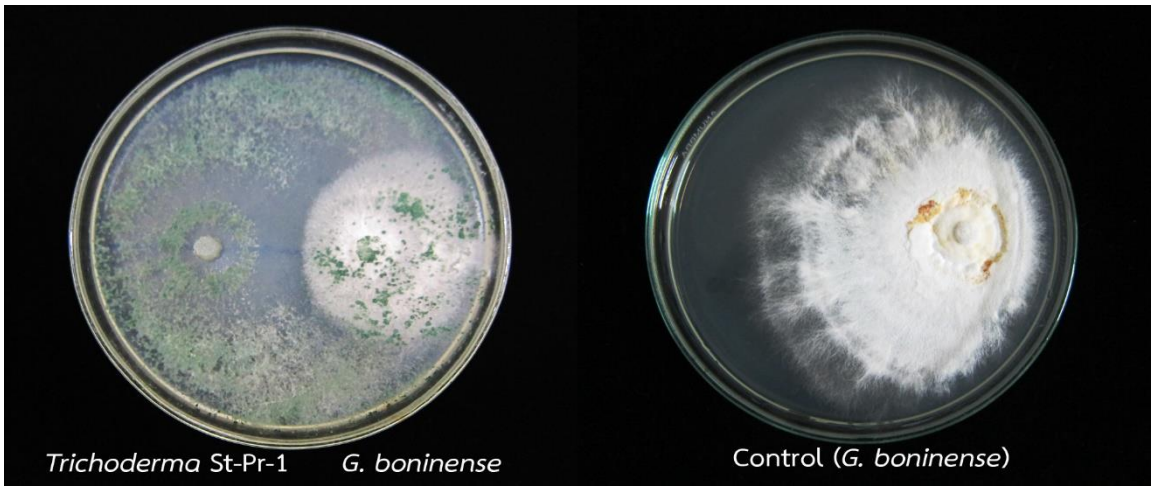
ไอโซเลท	แหล่ง	ประสิทธิภาพในการยับยั้ง (%)*				
		3 วัน	5 วัน	7 วัน	9 วัน	12 วัน
endophyte KtB-4	กระถินเทพา	32.10**	45.70	53.35	60.82	68.10
Trichoderma St-Pr-1	ยางพารา	13.20	30.78	40.46	49.97	59.31
Trichoderma St-Ta-3	มะขาม	12.29	29.91	39.87	49.46	58.86
Trichoderma St-Ct-2	ขี้เหล็ก	12.93	30.16	40.03	49.62	59.00
Trichoderma St-Te-5	สัก	12.29	32.71	42.10	51.42	60.46
Trichoderma St-Srb-3	ข่อย	11.93	29.76	39.56	49.27	58.73

* ประมาณค่าการยับยั้งดังนี้ (เกษม, 2532); >75% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงมาก, 61 – 75 % มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง, 51 – 60 % มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง, < 50% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำ

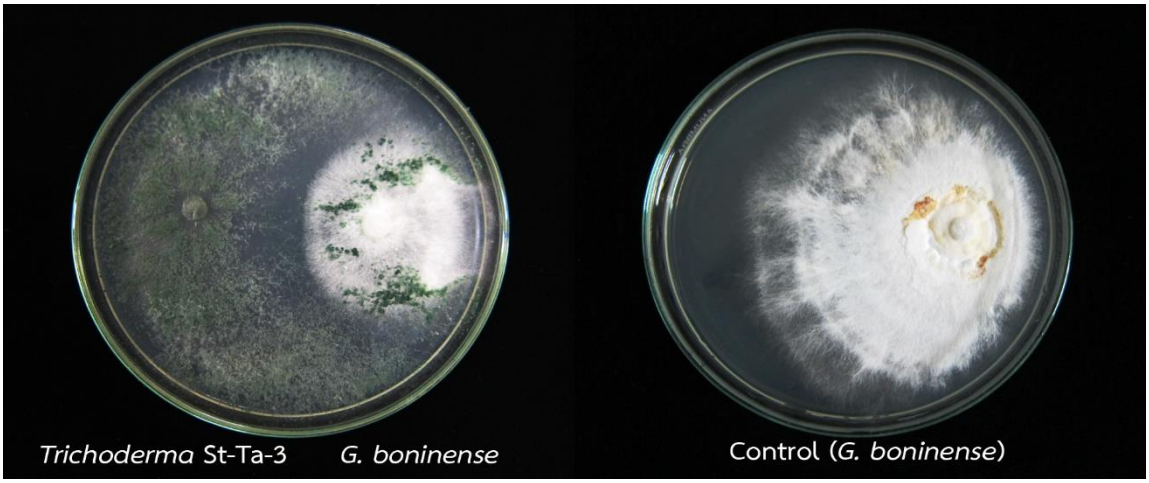
** ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ



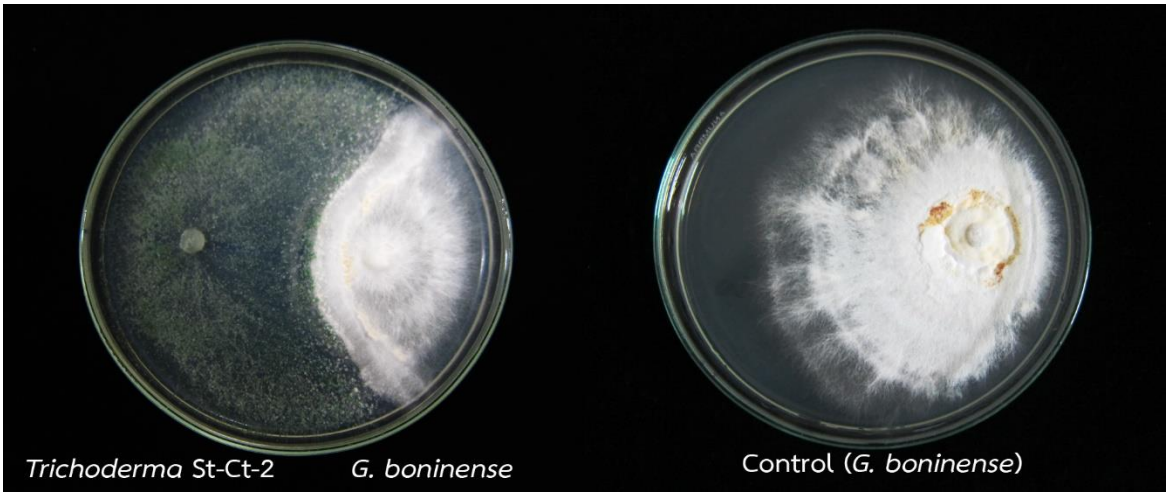
ภาพผนวกที่ 2.1.2 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4



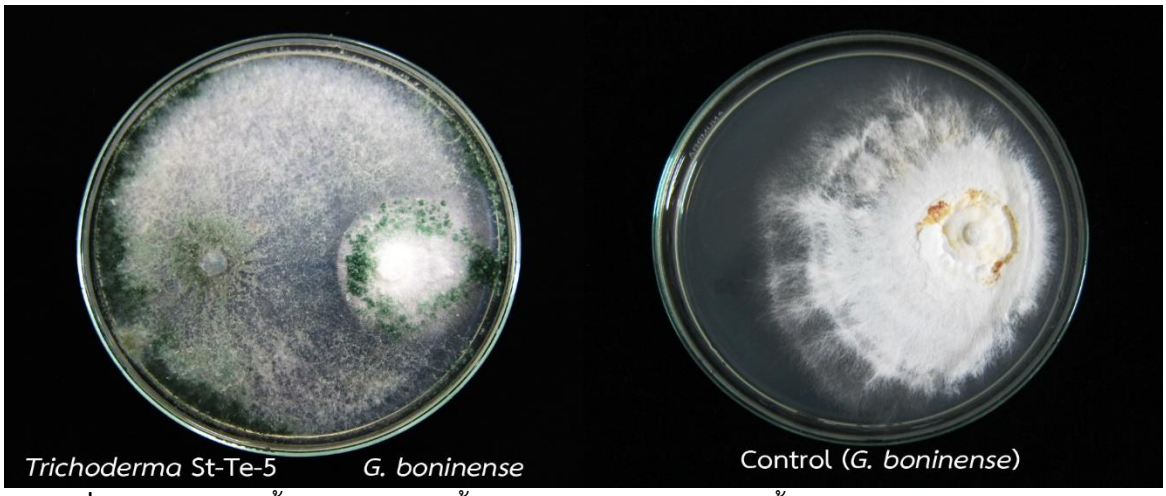
ภาพผนวกที่ 2.1.3 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Pr-1



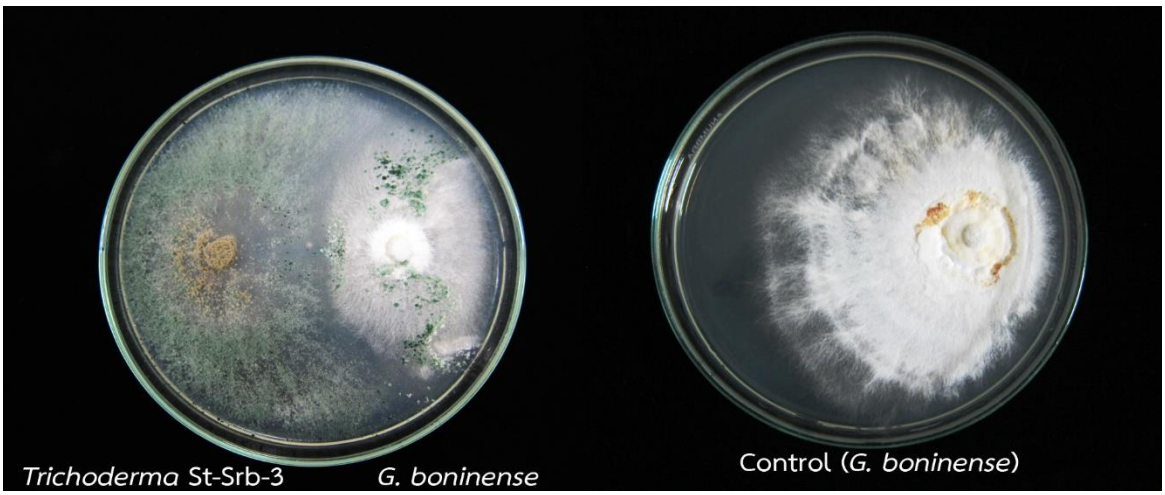
ภาพผนวกที่ 2.1.4 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Ta-3



ภาพผนวกที่ 2.1.5 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Ct-2



ภาพผนวกที่ 2.1.6 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Te-5



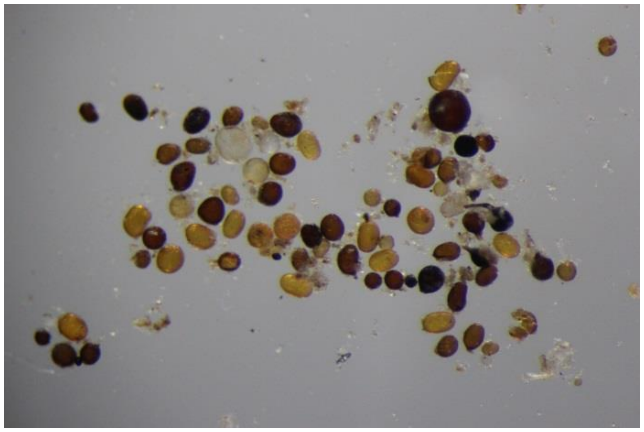
ภาพผนวกที่ 2.1.7 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Srb-3

ตารางผนวกที่ 2.1.2 ประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไฟท์และเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการเกิดโรคที่เกิดจากเชื้อเห็ด *G. boninense* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันในระยะกล้า

ไอโซเลท	แหล่ง	การเกิดโรค (%)*
endophyte KtB-4	กระถินเทพา	2.08 a**
Trichoderma St-Pr-1	ยางพารา	5.21 ab
Trichoderma St-Ta-3	มะขาม	4.17 ab
Trichoderma St-Ct-2	ขี้เหล็ก	11.46 bc
Trichoderma St-Te-5	สัก	3.13 ab
Trichoderma St-Srb-3	ข่อย	8.33 abc
G. boninense	-	14.58 d
ไม่ปลูกเชื้อใดๆ	-	0.00 a
C.V.		1.09

* การเกิดโรคคำนวณ (% Disease Severity; DS) ตามสูตรของ Abdullah *et al*., 2003 โดยคิดค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำๆ ละ 6 ต้น

** ตัวอักษรเหมือนกันใน column เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ความเชื่อมั่น 95%



ภาพผนวกที่ 2.1.8 ราวี-เอไมคอร์ไรซาที่แยกได้จากดินปาล์มน้ำมัน

ตารางผนวกที่ 2.2.1 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2557

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	เดือนกรกฎาคม	เดือนสิงหาคม	เดือนกันยายน
ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี			
ด้วงกุหลาบ	42.33	58.33	74.33
หนอนปลอกเล็ก	29	19.33	14
หนอนปลอกใหญ่	2.67	1.67	0.33
ด้วงแรด	0.33	1.33	3.33
แมลงค่อม	83.33	89	92.67
หนอนร่าน	3.33	0	0
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย			
ด้วงกุหลาบ	23.33	5	23.33
หนอนปลอกเล็ก	1.67	0	0
ด้วงแรด	8.33	5	0
แมลงค่อม	21.67	5	6.67
หนอนร่าน	0	5	5

ตารางผนวกที่ 2.2.2 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน**กระบี่**และศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2557

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน
ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท			
ด้วงกุหลาบ	100	100	100
ด้วงแรด	13.33	7.22	15.56
แมลงค่อม	5	5.56	2.22
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่			
ด้วงแรด	3.33	20	-
หนูกินทะลาย	23.33	13.33	13.33
แมลงค่อม	16.67	13.33	13.33
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี			
หนูกินทะลาย	30	33.33	33.33
แมลงค่อม	-	6.67	6.67

ตารางผนวกที่ 2.2.3 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน จำนวน 210 ต้น ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์)								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ด้วงแรด	0	0	0.67	0	0	0	0	0	0
ด้วงกุหลาบ	16	33.33	6.67	0	0.67	0	0	0	0
หนอนปลอกเล็ก	28	32.67	10	0	0	0	4.67	7.33	8
หนอนปลอกใหญ่	6.67	7.33	8	5.33	2	0	0	0	0
หนูกัดต้น	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนูกัดทะลาย	11.33	1.33	5.33	0	8	6.67	3.33	5.33	6
แมลงค่อม	6	1.33	0	6	2.67	0	0	0	0
หนอนร่าน	0	4.67	0	0	0	0	0	0	3.33

ตารางผนวกที่ 2.2.4 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ระหว่างเดือนตุลาคม 2557 – กันยายน 2558

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์)											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ด้วงแรด	7.67	4.33	8.33	4	7.33	5.67	0	0	1.67	0.33	1.33	3.33
ด้วงกุหลาบ	26.33	21.33	22.67	19.67	24	17.67	25	22.67	28	42.33	58.33	74.33
หนอนปลอกเล็ก	16	5	5	5.33	4.33	33	31.67	23	32.33	29	19.33	14
หนอนปลอกใหญ่	3	21.67	28.33	37.33	33.67	11.33	10.33	9	2.67	2.67	1.67	0.33
หนูกัดทะลาย	0.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แมลงค่อม	82.33	79.33	79	83.33	83.33	68.33	88.33	58.33	89	83.33	89	92.67
หนอนร่าน	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	3.33	0	0

ตารางผนวกที่ 2.2.5 ความเสียหายจากศัตรูปาล์มน้ำมันและค่าเฉลี่ยจำนวนศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีระหว่างเดือนมีนาคม-มิถุนายน 2558

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	ความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์)				จำนวนศัตรูปาล์มน้ำมัน (ตัว)			
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ด้วงกุหลาบ	0.9	1.35	1.12	1.47	-	-	-	-
หนอนปลอกเล็ก	0	0	0	0	0.6	0.64	0.29	0.44
หนอนปลอกใหญ่	0	0	0	0	0.14	0.12	0.1	0.03
หนูกัดต้น	0	0	0	0	-	-	-	-
หนูกัดทะลาย	0	0	0	0	-	-	-	-
แมลงค่อม	3.43	4.15	2.92	4.33	-	-	-	-
หนอนร่าน	0	0	0	0	-	-	-	-

หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความเสียหาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูล

ตารางผนวกที่ 2.2.6 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) และความเสียหายจากศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ระหว่างเดือนเมษายน-กันยายน 2558

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย/ความเสียหาย					
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ด้วงแรด	3.33/-	3.33/-	1.67/-	8.33	5	0
ด้วงกุหลาบ	50/0.75	35/0.43	25/0.27	23.33	5	23.33
หนอนปลอกเล็ก	13.33/0.15	16.67/0.16	5/0.03	1.67	0	0
หนอนปลอกใหญ่	1.67/1.67	0/0	0/0	-	-	-
หนูกัดต้น	0/0	0/0	0/0	-	-	-
หนูกัดทะลาย	1.67/0.08	0/0	1.67/0.05	-	-	-
แมลงค่อม	30/0.30	8.33/0.08	13.33/0.13	21.67	5	6.67
หนอนร่าน	31.67/0.38	10/0.10	6.67/0.08	0	5	5

หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความเสียหาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูล

ตารางผนวกที่ 2.2.7 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่างเดือนมกราคม-กันยายน 2558

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์)								
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ด้วงแรด	6.67	3.89	8.33	6.11	0	10.56	100	100	100
ด้วงกุหลาบ	99.44	97.78	100	100	100	100	13.33	7.22	15.56
หนอนปลอกเล็ก	1.11	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนปลอกใหญ่	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนูกัดต้น	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนูกัดทะลาย	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แมลงค่อม	5.56	0	9.44	1.11	0	12.78	5	5.56	2.22
หนอนร่าน	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความเสียหาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูล

ตารางผนวกที่ 2.2.8 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน มกราคม-กันยายน 2558

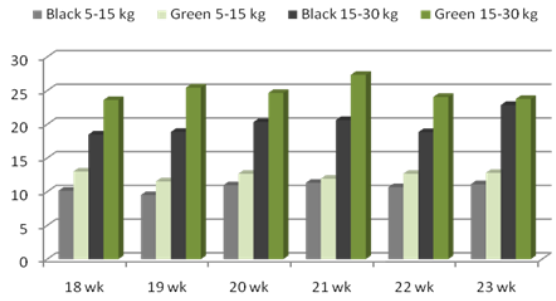
ศัตรูปาล์มน้ำมัน	การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์)								
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ด้วงแรด	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0
ด้วงกุหลาบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนปลอกเล็ก	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนปลอกใหญ่	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนูกัดต้น	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนูกัดทะลาย	0	1.77	6.19	3.54	6.19	27.43	10	23.33	26.67
แมลงค่อม	0	0	0	0	0	0	20	6.67	0
หนอนร่าน	0	0	0	0	0	0	0	0	0

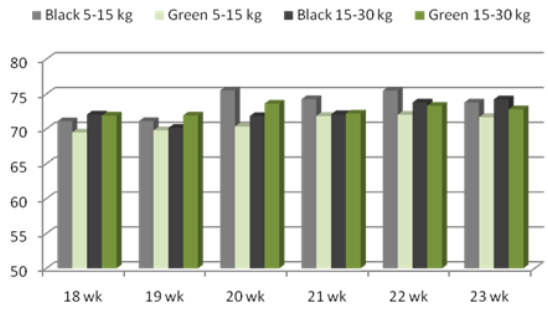
หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความเสียหาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูล

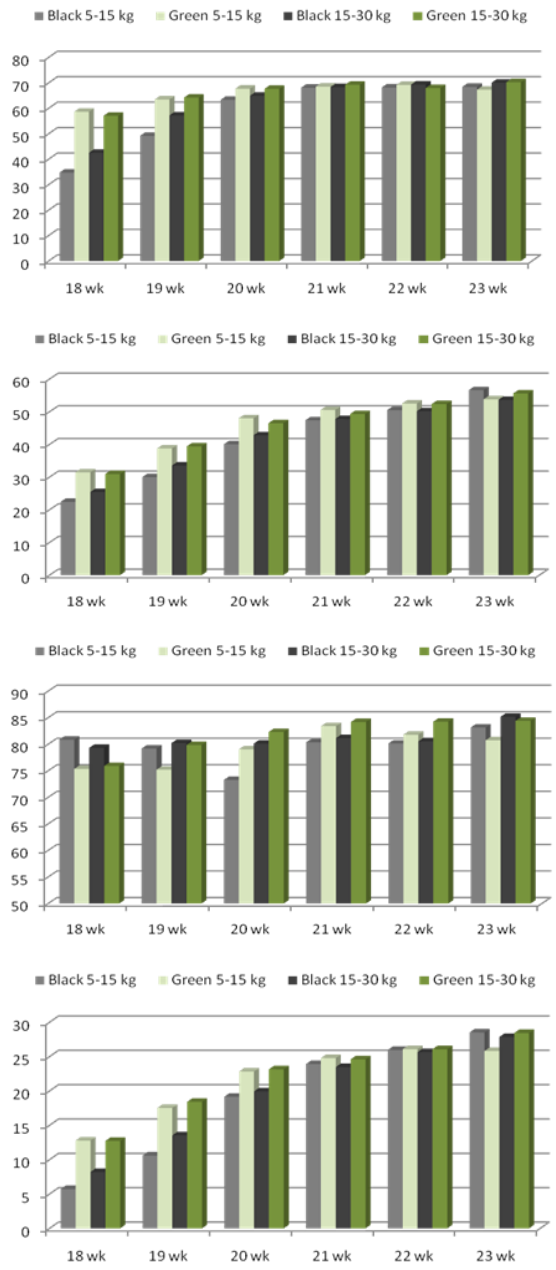
ตารางผนวกที่ 2.2.9 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน กระบี่ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2557-มิถุนายน 2558

ศัตรูปาล์มน้ำมัน	การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์)								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ด้วงแรด	11	4	25	15	19	0	0	6.67	6.67
ด้วงกุหลาบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนปลอกเล็ก	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนปลอกใหญ่	0	0	0	0	1	0	0	0	0
หนูกัดต้น	1	0	0	0	1	0	0	0	0
หนูกัดทะลาย	15	3	7	0	28	0	0	13.33	0
แมลงค่อม	52	26	24	23	15	0	0	46.67	0
หนอนร่าน	0	0	0	10	2	0	0	13.33	0

หมายเหตุ 0 คือ ไม่มีความเสียหาย - คือ ไม่มีการบันทึกข้อมูล



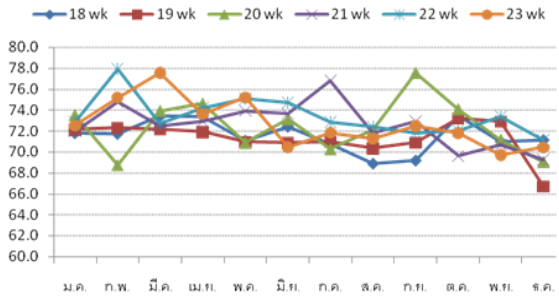




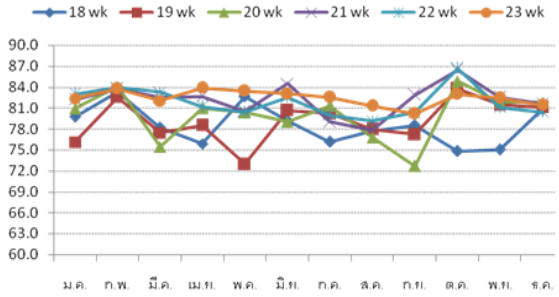
ภาพผนวกที่ 3.1.1 ขนาดทะลาย (a), การติดผล (b), เปลือกสดต่อผล (c), เปลือกแห้งต่อผล (d), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (e) และน้ำมันต่อทะลาย (f) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 18-23 WAA 2 ลักษณะ (ผลดิบสีดำและผลดิบสีเขียว) จำนวน 2 ขนาด (5-15 และ 15-30 กิโลกรัม) ระหว่างเดือนมกราคม 2554 –ธันวาคม 2556

ตารางผนวกที่ 3.1.1 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA), ค่าไอโอดีน (IV), ค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอ (Vitamin A), ค่าสี (Color) และค่าความคงตัว (Oxidative stability) ของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มน้ำมันผลดิบสีดำและสีเขียวอายุ 18-23 WAA

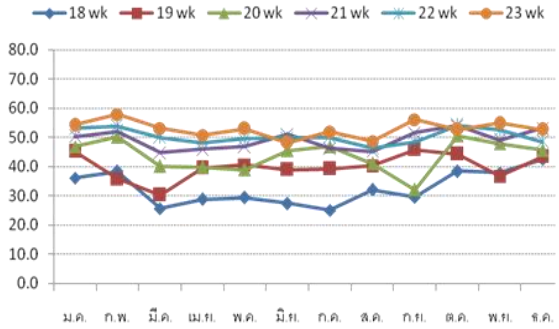
อายุทะลาย (WAA)	FFA	IV	DOBI	Vitamin A (ppm)	Colour				Oxidative stability (hr.)
					R	Y	B	N	
ผลดิบสีดำ									
18	0.30	56.0	2.48	154	11.5	70.0	0.00	0.03	16.2
19	0.41	56.1	2.35	346	14.6	70.4	0.42	0.32	16.5
20	0.45	53.4	3.24	337	20.4	68.4	0.24	0.54	21.3
21	0.53	50.0	2.91	390	21.5	68.0	0.18	0.70	20.7
22	0.85	50.2	4.37	356	20.9	69.4	0.15	0.54	16.4
23	0.42	49.3	3.81	479	24.7	68.7	0.41	0.81	22.7
ผลดิบสีเขียว									
18	0.31	50.3	3.60	223	14.5	70.7	0.68	0.12	17.2
19	0.27	53.5	3.43	354	20.0	69.8	0.61	0.34	22.6
20	0.39	52.4	4.25	337	20.5	67.9	0.18	0.45	21.6
21	0.43	52.9	3.82	422	22.6	64.8	0.21	0.80	22.7
22	0.70	50.8	3.90	463	24.8	67.9	0.26	0.34	19.8
23	0.66	53.3	3.93	481	24.2	66.7	0.00	1.07	20.5


18 wk
19 wk
20 wk
21 wk
22 wk
23 wk
80.0
78.0
76.0
74.0
72.0
70.0
68.0
66.0
64.0
62.0
60.0
ม.ค.
ก.พ.
มี.ค.
เม.ย.
พ.ค.
มิ.ย.
ก.ค.
ส.ค.
ก.ย.
ต.ค.
พ.ย.
ธ.ค.

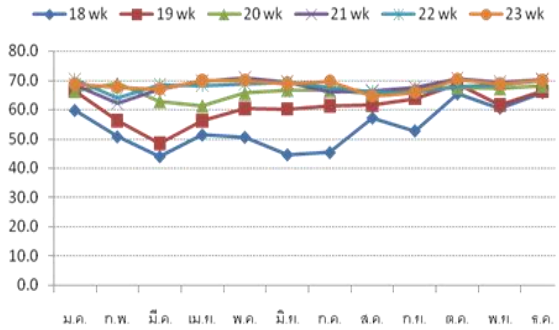
(a)


18 wk
19 wk
20 wk
21 wk
22 wk
23 wk
90.0
87.0
84.0
81.0
78.0
75.0
72.0
69.0
66.0
63.0
60.0
ม.ค.
ก.พ.
มี.ค.
เม.ย.
พ.ค.
มิ.ย.
ก.ค.
ส.ค.
ก.ย.
ต.ค.
พ.ย.
ธ.ค.

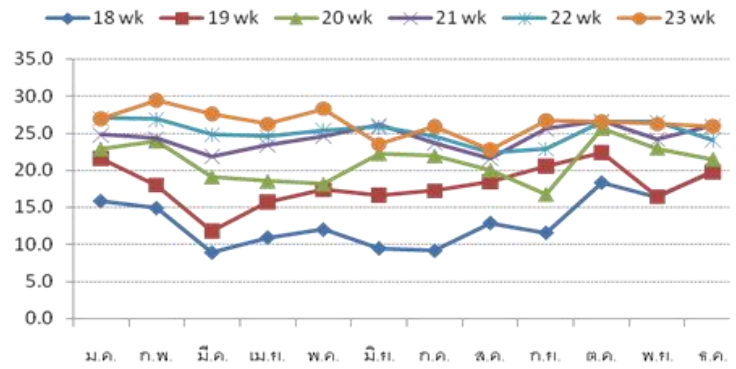
(b)


18 wk
19 wk
20 wk
21 wk
22 wk
23 wk
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
ม.ค.
ก.พ.
มี.ค.
เม.ย.
พ.ค.
มิ.ย.
ก.ค.
ส.ค.
ก.ย.
ต.ค.
พ.ย.
ธ.ค.

(c)


18 wk
19 wk
20 wk
21 wk
22 wk
23 wk
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
ม.ค.
ก.พ.
มี.ค.
เม.ย.
พ.ค.
มิ.ย.
ก.ค.
ส.ค.
ก.ย.
ต.ค.
พ.ย.
ธ.ค.

(d)

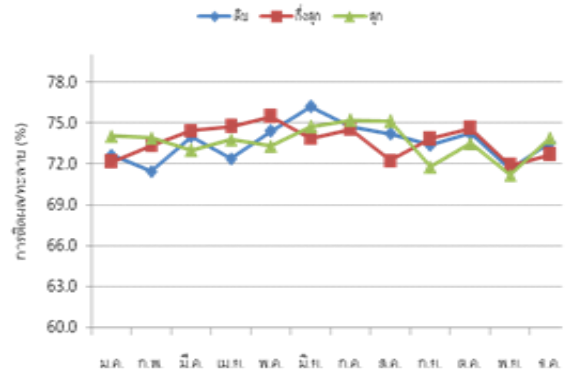

18 wk
19 wk
20 wk
21 wk
22 wk
23 wk
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
ม.ค.
ก.พ.
มี.ค.
เม.ย.
พ.ค.
มิ.ย.
ก.ค.
ส.ค.
ก.ย.
ต.ค.
พ.ย.
ธ.ค.

(e)

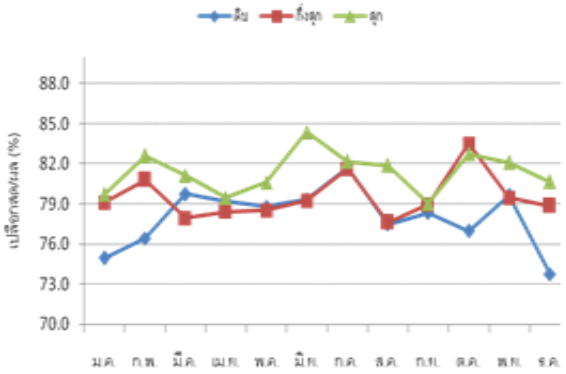
ภาพผนวกที่ 3.1.2 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และน้ำมันต่อทะลาย (e) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบานในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 –ธันวาคม 2556

ตารางผนวกที่ 3.1.2 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA), ค่าไอโอดีน (IV), ค่า DOBI, ปริมาณวิตามินเอ (Vitamin A), ค่าสี (Color) และค่าความคงตัว (Oxidative stability) ของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน

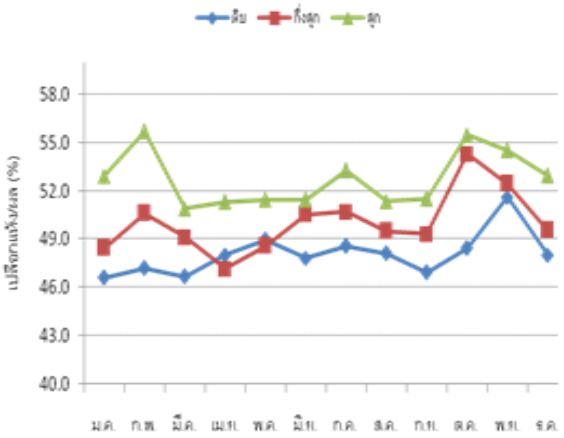
อายุทะลาย (สัปดาห์)	FFA	IV	DOBI	Vitamin A (ppm)	Colour				Oxidative stability (hr.)
					R	Y	B	N	
18	0.42±0.25	51.2±4.04	3.17±1.05	320±143	18.8±6.34	69.3±6.18	1.45±7.59	0.34±0.56	19.1±4.17
19	0.42±0.21	52.2±4.48	3.57±1.04	433±146	20.9±4.79	68.7±3.14	0.34±0.81	0.76±1.22	21.9±4.10
20	0.48±0.25	50.7±2.83	4.00±0.86	447±135	22.8±3.82	67.5±3.58	0.32±0.77	0.59±0.71	22.7±3.87
21	0.56±0.30	51.6±2.55	4.09±0.95	460±131	23.8±4.00	67.8±3.42	0.20±0.60	0.77±0.72	23.1±3.82
22	0.73±0.41	51.6±2.77	4.17±0.91	471±135	24.1±4.24	68.0±3.27	0.06±0.28	0.69±0.67	23.8±3.66
23	0.70±0.49	51.6±3.77	4.19±0.83	496±129	24.6±3.98	67.4±3.75	0.12±0.45	0.81±0.71	25.2±3.59



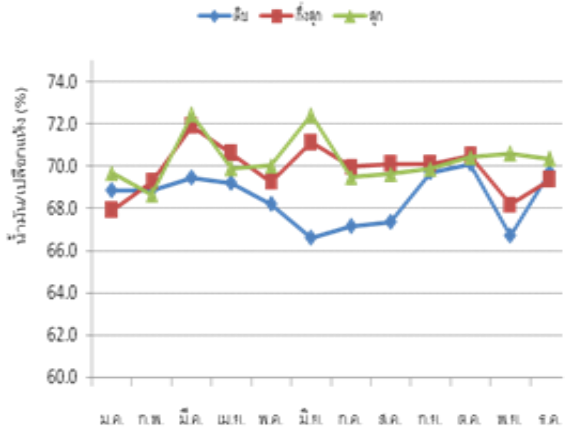
(a)



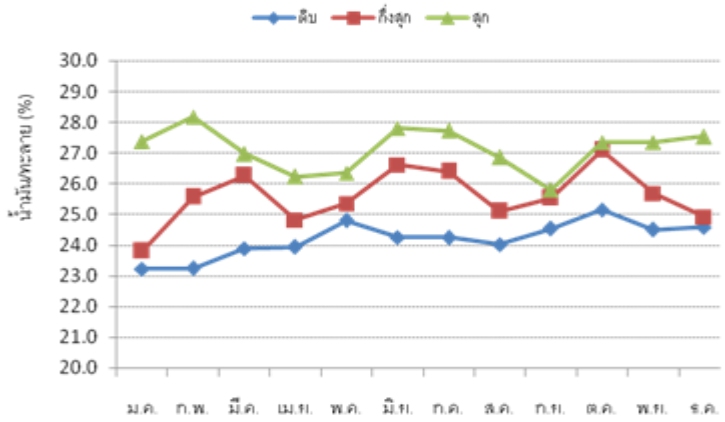
(b)



(c)

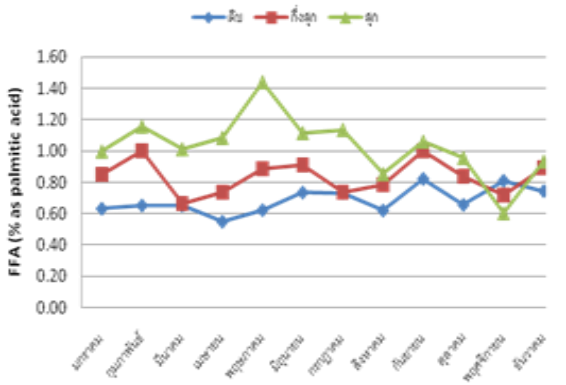


(d)

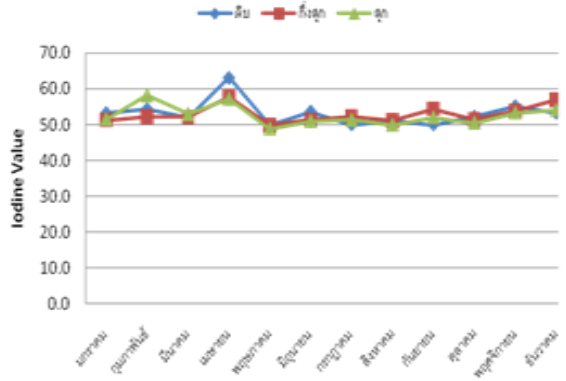


(e)

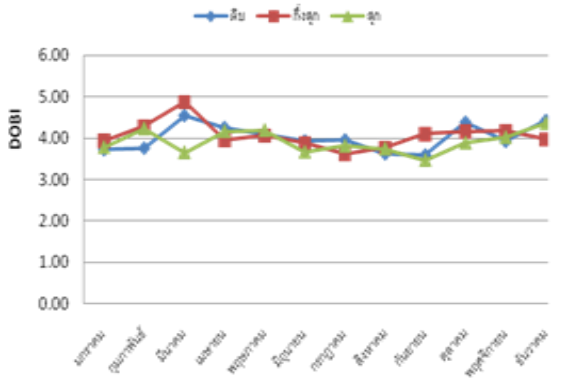
ภาพผนวกที่ 3.1.3 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และน้ำมันต่อทะลาย (e) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่มีลักษณะดิบ, กึ่งสุกและสุกในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 –ธันวาคม 2556


FFA (% as palmitic acid)
1.60
1.40
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00

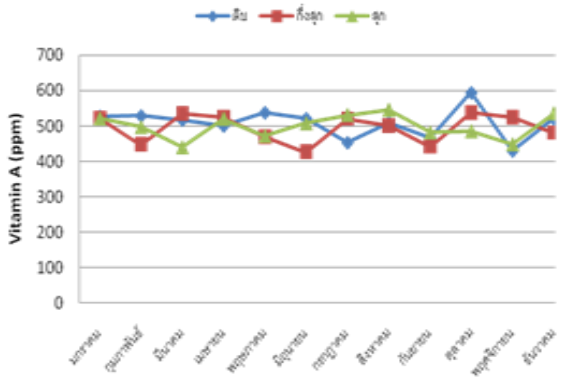
(a)


Iodine Value
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0

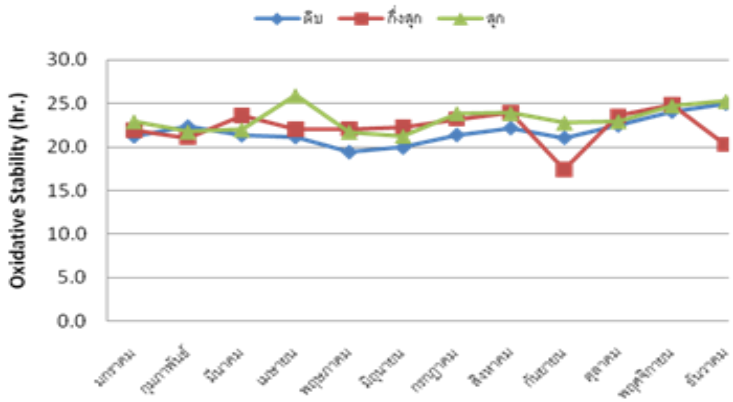
(b)


DOBI
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00

(c)


Vitamin A (ppm)
700
600
500
400
300
200
100
0

(d)



(e)

ภาพผนวกที่ 3.1.4 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (a), ค่าไอโอดีน (b), DOBI (c), ปริมาณวิตามินเอ (d) และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (e) ของน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายดิบ, กึ่งสุกและสุกระหว่างเดือนมกราคม 2554 – กันยายน 2556

ตารางผนวกที่ 3.2.1 สีผิวผลและสีเนื้อผลปาล์มน้ำมันที่ความสุกต่างกัน ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1

กรรมวิธี	สีผิว			สีเนื้อผล		
	a	b	L	a	b	L
			ตำแหน่งบน			
สุก	27.73	14.24	4.99	61.01	30.94	63.01
กึ่งสุก	29.29	18.71	7.19	63.26	28.99	66.01
ดิบ	30.97	20.59	9.50	63.67	33.78	65.63
			ตำแหน่งกลาง			
สุก	36.72	29.03	18.85	63.11	31.91	64.94
กึ่งสุก	38.23	31.64	21.45	64.63	31.82	65.93
ดิบ	39.37	36.13	25.13	60.09	34.67	64.75
			ตำแหน่งล่าง			
สุก	48.51	40.19	39.37	69.43	25.23	66.53
กึ่งสุก	49.08	42.29	41.03	69.22	26.08	65.14
ดิบ	53.05	45.97	50.22	69.05	27.17	64.67

ตารางผนวกที่ 3.2.2 สีผิวผลและสีเนื้อผลปาล์มน้ำมันที่ความสุกต่างกัน ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2

กรรมวิธี	สีผิว			สีเนื้อผล		
	a	b	L	a	b	L
			ตำแหน่งบน			
สุก	28.15	17.20	5.97	60.25	36.13	61.37
กึ่งสุก	30.49	19.96	9.43	61.23	36.94	63.60
ดิบ	37.10	28.54	19.57	61.90	32.73	64.48
			ตำแหน่งกลาง			
สุก	35.11	29.63	16.83	62.65	35.40	62.86
กึ่งสุก	36.24	30.66	19.21	63.10	34.43	63.25
ดิบ	43.92	38.77	31.00	64.10	33.42	65.43
			ตำแหน่งล่าง			
สุก	47.71	44.17	40.60	68.36	28.19	63.69
กึ่งสุก	49.48	46.18	44.53	69.69	25.61	64.93
ดิบ	52.79	44.36	45.81	69.63	29.11	65.70

ตารางผนวกที่ 3.2.3 น้ำมันต่อเนื้อผล และน้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 และ 2 ที่ความสุกต่างกัน

กรรมวิธี	**น้ำมันต่อเนื้อผล (เปอร์เซ็นต์)**		**น้ำมันต่อทะลาย (เปอร์เซ็นต์)**	
	สุราษฎร์ธานี 1	**สุราษฎร์ธานี 2**	**สุราษฎร์ธานี 1**	**สุราษฎร์ธานี 2**
สุก	62.81	65.65	27.88	24.80
กึ่งสุก	59.51	62.54	23.95	22.43
ดิบ	58.34	61.74	19.59	21.16

ตารางผนวกที่ 3.2.4 ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว-แดง (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของสีผิวผล ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์คอมแพคกาน่าที่ความสุกต่างกัน

ตำแหน่งของทะลาย	ค่าการวัดสีผิวผล								
	ทะลายสุก			ทะลายดิบ			สีเปลี่ยนไม่หมด		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
บน	45.19	37.09	33.53	49.59	44.95	38.93	54.86	46.46	52.43
กลาง	45.22	35.87	33.59	48.62	43.82	39.01	53.60	45.10	50.27
ล่าง	25.82	7.20	2.32	31.70	14.82	9.24	58.93	34.16	51.36

ตารางผนวกที่ 3.2.5 ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว-แดง (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของสีเนื้อผล ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายของปาล์มน้ำมันพันธุ์คอมแพคกาน่าที่ความสุกต่างกัน

ตำแหน่งของทะลาย	ค่าการวัดสีเนื้อผล								
	ทะลายสุก			ทะลายดิบ			สีเปลี่ยนไม่หมด		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
บน	64.46	31.25	66.47	66.13	30.13	67.12	72.27	22.91	68.98
กลาง	64.32	28.09	68.62	64.95	27.65	67.43	71.32	19.66	67.35
ล่าง	65.84	16.90	66.62	65.59	19.56	65.10	71.54	18.84	67.03

ตารางผนวกที่ 3.2.6 ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว-แดง (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของสีผิวผล ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่ความสุกต่างกัน

ตำแหน่งของทะลาย	ความสุกของทะลาย								
	ทะลายสุก			ทะลายกึ่งสุก			ทะลายดิบ		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
บน	32.45	26.01	12.48	29.80	19.58	7.88	27.88	11.26	3.99
กลาง	44.07	40.02	33.29	42.01	38.71	27.39	40.10	31.96	23.10
ล่าง	56.72	41.71	51.26	55.24	45.05	50.76	57.34	37.58	50.69

ตารางผนวกที่ 3.2.7 ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว-แดง (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของสีเนื้อผล ณ ตำแหน่งวัด บน-กลาง-ล่างของทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่ความสุกต่างกัน

ตำแหน่งของทะลาย	ความสุกของทะลาย								
	ทะลายสุก			ทะลายกึ่งสุก			ทะลายดิบ		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
บน	67.14	27.59	67.32	65.71	29.66	67.43	71.84	19.23	69.76
กลาง	68.01	25.65	65.84	64.81	29.47	65.37	69.25	25.85	69.71
ล่าง	72.52	19.25	63.83	70.53	21.78	64.52	74.83	15.26	63.33

ตารางผนวกที่ 3.4.1 ผลทดสอบต้นแบบชุดให้ความร้อนระดับเชิงพาณิชย์

หัวข้อทดสอบ	อุณหภูมิการให้ความร้อน(ชั่วโมง,องศาเซลเซียส)			
	60	70	80	90
อุณหภูมิภายในผลปาล์มเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	44	49	53	56
อัตราการใช้เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม (กก./ชม.)	1.0	1.5	2.1	2.7
อัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล (กก./ชม.)	20.5	23.3	28.8	33.9
น้ำมันปาล์มดิบที่หีบได้ (%)	5.79	9.35	16.37	18.18
คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ				
- Free Fatty Acid (% as palmitic acid)	10.49	7.42	5.24	4.33
- DOBI	2.56	2.08	1.81	1.78

ตารางผนวกที่ 3.5.1 ผลของความยาวซี่แยกที่ความเร็ว 70 รอบต่อนาที ต่อเปอร์เซ็นต์การปลิดผลและคุณภาพผลปาล์ม

ความเร็วรอบชุดปลิด (rpm)	ความยาวซี่แยก (cm)	ผลปาล์มติดค้างทะลาย (%)	ผลปาล์มสมบูรณ์ (%)	ผลปาล์มเสียหาย (%)
70	4	15.2	85.8	9.0
	5	8.7	86.3	8.6
	6	9.9	84.1	9.8

ตารางผนวกที่ 3.5.2 ผลทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

ความเร็วรอบชุดปลิด (rpm)	นน.ทะลาย (กก.)	นน.ผลร่วง (กก.)	นน.ปาล์มที่แยกไม่หมด (กก.)	นน.เศษทะลายปาล์ม (กก.)	ประสิทธิภาพการปลิด (%)
70	102.9	70.3	8.5	24.1	91.7
85	103.3	73.2	6.7	23.4	93.5
100	105.1	73.9	9.9	21.3	90.6

ตารางผนวกที่ 3.5.3 ผลทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบ

ความเร็วรอบชุดปลิด (rpm)	นน.ทะลาย (กก.)	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสไฟที่ใช้ (Amp)	ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)
70	102.9	5.92	13.5	1,042.6
85	103.3	5.32	14.0	1,165.4
100	105.1	4.55	15.0	1,386.5

ตารางผนวกที่ 4.2.1 ข้อมูลพิกัดและลักษณะพื้นฐานแปลงทดลอง ของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ที่	ชื่อ - สกุล	พิกัดแปลง	สภาพแปลงปลูก
1	นายบำรุง หนูด้วง	X0523967 Y0938419	ดินร่วนเหนียว พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
2	นายนิพพิชฌฑ์ เกื้อหนุน	X0526805 Y0934133	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
3	นายวิสุทธิ์ สักจันทร์	X0523638 Y0933145	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
4	นายประดิษฐ์ คลิ้งคล้าย	X0526810 Y0932255	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
5	นางบุษบา เป็ดทอง	X0528647 Y0933270	ดินร่วนเหนียวปนทราย ลาดเอียงเล็กน้อย
6	นายสุดชาย บัวแก้ว	X0525556 Y0934035	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
7	นายเสถียร เดชา	X0527054 Y0932753	ดินร่วนเหนียว พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
8	นายทรงวุฒิ หลอดศิลป์	X0526489 Y0933543	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
9	นายนิยม สะอาดแก้ว	X0526836 Y0934209	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
10	นายสุกฤษฎิ์ เกื้อหนุน	X0529292 Y0934705	ดินร่วน พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี

ตารางผนวกที่ 4.2.2 ผลวิเคราะห์สถิติของผลผลิตปาล์มน้ำมัน แปลงทดลองจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีที่ 1-2

วิธีทดลอง ปีที่ 1	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	S.D	t-test
วิธีเกษตรกร	10	2.89	1,059	0.98^{ns}
วิธีแนะนำ	10	2.90	1,032	
วิธีทดลอง ปีที่ 2				
วิธีเกษตรกร	10	2.58	716.92	0.27^{ns}
วิธีแนะนำ	10	3.00	941.07	

ตารางผนวกที่ 4.2.3 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนการใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน แปลงทดลองจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีที่ 1-2

รายละเอียด	ปีที่ 1		ปีที่ 2	
	วิธีเกษตรกร	วิธีแนะนำ	วิธีเกษตรกร	วิธีแนะนำ
รายได้ (บาท/ไร่/ปี) [1]	14,487	14,525	12,929	15,021
ต้นทุนการใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่/ปี) [2]	3,180	4,500	3,314	5,804
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	4.56	3.23	3.90	2.59

หมายเหตุ [1/] และ [2/] เป็นรายได้และต้นทุนในปีทดลองนั้นๆ

ตารางผนวกที่ 4.2.4 ข้อมูลพิกัดและลักษณะพื้นฐานแปลงทดลอง ของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดกระบี่

ที่	ชื่อ - สกุล	พิกัดแปลงทดลอง	สภาพแปลงปลูก
1	นายสำราญ ทศวิชิต	47P 0480224 UTM 0946339	ดินเหนียวปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
2	นายกิติพงศ์ รักษาวงศ์	47P 0478354 UTM 0945757	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
3	นางวิไลเพ็ญ ทับทอง	47P 0480407 UTM 0944634	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
4	นายวรรณะ อารีทาน	47P 0480353 UTM 0944661	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
5	นายนิตย์ เย็นใส	47P 0480487 UTM 0944664	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
6	นายวิโรจน์ สุทธิ	47P 0480438 UTM 0945476	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
7	นายนิล ยิ่งยง	47P 0481374 UTM 0945353	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
8	นายนิยม อ้นชู	47P 0484522 UTM 0945699	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
9	นางพรพิมล เก้าอุ่น	47P 0470489 UTM 0938100	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี
10	นางธัญณิชา ศิลสุวรรณศักดิ์	47P 0480010 UTM 0942733	ดินร่วนปนทราย พื้นที่ราบ ระบายน้ำดี

ตารางผนวกที่ 4.2.5 ผลวิเคราะห์สถิติของผลผลิตปาล์มน้ำมัน แปลงทดลองจังหวัดกระบี่ ปีที่ 1-2

วิธีทดลอง ปีที่ 1	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	S.D	t-test
วิธีเกษตรกร	10	2.47	1,201	0.80^{ns}
วิธีแนะนำ	10	2.60	1,179	
วิธีทดลอง ปีที่ 2				
วิธีเกษตรกร	10	2.17	910	0.16^{ns}
วิธีแนะนำ	10	2.85	1,180	

ตารางผนวกที่ 4.2.6 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนการใส่ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน แปลงทดลองจังหวัดกระบี่ ปีที่ 1-2

รายละเอียด	ปีที่ 1		ปีที่ 2	
	วิธีเกษตรกร	วิธีแนะนำ	วิธีเกษตรกร	วิธีแนะนำ
รายได้ (บาท/ไร่/ปี) [1]	14,038	14,797	12,334	16,208
ต้นทุนการใส่ปุ๋ย (บาท/ไร่/ปี) [2]	2,191	3,482	1,963	3,407
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)	6.41	4.25	6.28	4.76

หมายเหตุ [1/] และ [2/] เป็นรายได้และต้นทุนในปีทดลองนั้นๆ