รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

Research and Development

Oil Palm Production Technology

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน

Ms Vichanee Ormzubsin

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

Research and Development

Oil Palm Production Technology

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาววิชณีย์ ออมทรัพย์สิน

Ms Vichanee Ormzubsin

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ และจากการเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และใช้ได้ทุกส่วนหรือที่เรียกว่า Zero waste ประกอบกับเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ให้ผลผลิตเร็วภายใน 2-3 ปี ให้ผลผลิตตลอดปีและให้ผลผลิตนานกว่า 25 ปี จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร ปัจจุบันพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันกระจายตัวครบทุกจังหวัดของประเทศไทย ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวเหมาะสม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิและปริมาณแสงแดดที่พอเหมาะจึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เนื่องจากปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันได้ แต่เนื่องจากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกค่อนข้างหลากหลาย การที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตเต็มที่ตามศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมันและมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตที่คุ้มค่าต่อการลงทุน เกษตรกรต้องมีเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมกับพื้นที่ของตัวเอง ทั้งการจัดการธาตุอาหารและน้ำ การอารักขา และการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันนี้ได้มุ่งเน้นการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันให้ได้เฉลี่ยอย่างน้อย 4.50 ตันต่อไร่ต่อปีในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม และลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมแตกต่างกันเพื่อเป็นทางเลือกแก่เกษตรกร และได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการปัญหาบางอย่างเช่น การให้ปุ๋ยทางลำต้นปาล์มน้ำมัน ปัญหาน้ำท่วมขังปาล์มน้ำมัน การฟื้นฟูปาล์มน้ำมันอายุมากที่ไม่ได้ดูแลเป็นเวลานาน การพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มน้ำมัน ให้แก่เกษตรกรที่ประสบปัญหาดังกล่าวหรือเกษตรกรในพื้นที่ปลูกใหม่ด้วยเช่นกัน

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	9
1 กิจกรรมงานวิจัยการจัดการธาตุอาหารและน้ำปาล์มน้ำมัน	20
2 กิจกรรมงานวิจัยการอารักขาปาล์มน้ำมัน	125
3 กิจกรรมงานวิจัยวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน	150
4 กิจกรรมงานวิจัยการทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน	178
อภิปรายผล	185
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	192
บรรณานุกรม	194

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน ต้องใช้ระยะเวลานาน ใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ใช้ประสบการณ์และแรงงานในการดำเนินการวิจัยเป็นจำนวนมาก ต้องขอขอบคุณ พนักงานจ้างเหมา เจ้าหน้าที่ พนักงานราชการ และนักวิจัย ตลอดถึงผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยปาล์มน้ำมันตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันทุกท่าน ที่เห็นความสำคัญและให้คำแนะนำและความร่วมมือเป็นอย่างดี กระทั่งงานวิจัยในโครงการนี้จึงสำเร็จลงได้ด้วยดี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน นักวิจัยและผู้เกี่ยวข้องในวงการอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันทั้งระบบต่อไป

คณะผู้วิจัยเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

ผู้วิจัย

กิจกรรมการจัดการธาตุอาหารและน้ำปาล์มน้ำมัน

Nutrient and Irrigation Management of Oil Palm

เกริกชัย ธนรักษ์ บุญณิศา ฆังคมณี ชญาดา ดวงวิเชียร อรุณี ใจเถิง จิราพรรณ สุขชิต
วรกร สิทธิพงษ์ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน บุญเหลือ ศรีมุงคุณ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย ปัญจพร เลิศรัตน์
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

กิจกรรมการอารักขาปาล์มน้ำมัน

Oil Palm Protection

ชนินทร ดวงสะอาด พรพิมล อธิปัญญาคม จรัญญา ปิ่นสุภา
สิริชัย สาธุวิจารณ์ ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ พิพัฒน์ เชี่ยงหลิว วรกร สิทธิพงษ์

กิจกรรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน

Pre-Post Harvest and Agricultural Machinery for Oil Palm Processing

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ วัชรี ศรีรักษา
พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ วุฒิพล จันทร์สระคู กลวัชร ทิมินกุล เวียง อากรชี คุรุวรรณ์ ภามาตย์

การทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน

Test and Expand Innovative Oil Palm

พัชราพร หนูวิสัย สุธีรา ถาวรรัตน์ จินตนาพร โคตรสมบัติ สุรกิตติ ศรีกุล
อรพิน หนูทอง จิตติลักษณ์ เหมะ อาพร คงอิสโร สมคิด ดำน้อย

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

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 ล้านไร่ในปี 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) พบว่าผลผลิตเฉลี่ยปีพ.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 มีการจัดการน้ำที่ดีเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงศักยภาพการใช้พื้นที่และประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารซึ่งเป็นต้นทุนที่สูง และจำเป็นต้องศึกษาการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นกระบวนการแรกของพืชที่แสดงให้เห็นเมื่อพืชมีความเครียดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถรับมือหรือเตรียมการได้ทันท่วงทีในช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีความเครียด

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตสูง ให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันด้วยกัน ผลจากการให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปีทำให้ต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตตลอดปี และมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปกับผลผลิตในปริมาณมาก จากการสำรวจพบว่า ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 35-60% ของต้นทุน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาด

ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการธาตุอาหาร เป็นเหตุให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่ำกว่าศักยภาพ ประกอบกับปุ๋ยเคมีมีราคาแพงจึงส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารโดยใช้เกณฑ์ความต้องการธาตุอาหารพืชจากระดับความสมบูรณ์ของดิน ใบพืชและผลผลิต จะทำให้คาดการณ์หรือประเมินความต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันได้โดยตรงและเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนเพื่อความมั่นคงด้านอาหารต่อไป

ปัจจัยที่สำคัญในการผลิตปาล์มน้ำมันนอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพภูมิอากาศแล้ว น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันต้องการน้ำฝนเฉลี่ย 1,800-2,200 มิลลิเมตรต่อปี หรือคิดเป็น 5-6 มิลลิเมตรต่อวัน และมีการกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอตลอดปี หรือมีการขาดน้ำน้อยกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับฝนที่พอเพียงจะช่วยให้กระบวนการสังเคราะห์แสงสามารถทำงานได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพสูง และส่งผลให้การพัฒนาของทะลายเป็นไปได้อย่างดี สามารถสังเคราะห์น้ำมันได้อย่างเต็มที่และมีสัดส่วนของน้ำมันต่อทะลายสูง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ แต่ในกรณีที่มีช่วงแล้งยาวนานจะมีผลทำให้ใบปาล์มน้ำมันที่เกิดใหม่มีการพัฒนาช้า จำนวนทางใบและช่อดอกตัวเมียลดลงและส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงการให้ผลผลิต นอกจากนั้นปริมาณน้ำยังมีผลต่อการผสมเกสรและส่งผลต่อเนื่องถึงคุณภาพทะลาย ดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณฝนหรือมีฝนทิ้งช่วงนาน จำเป็นต้องให้น้ำในช่วงแล้งเพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่เนื่องจากแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทั้งคุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝนและภาวะฝนทิ้งช่วง จึงต้องศึกษาเกี่ยวกับการจัดการน้ำและธาตุอาหารปาล์มน้ำมันในช่วงแล้ง เพื่อให้ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างยั่งยืนและเต็มที่ตามศักยภาพของพันธุ์ โดยคำนึงถึงศักยภาพการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรจะได้รับจากการจัดการที่เหมาะสม จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นถึง 112,796 ไร่ โดยปาล์มน้ำมันดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน เนื่องจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และการจัดการของเกษตรกร การปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ดังกล่าวให้ได้ผลดีจึงต้องจัดการทั้งธาตุอาหารและน้ำ เพื่อให้ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อแนะนำเกษตรกร ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีจึงได้ศึกษาเทคโนโลยีการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร เพื่อประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าได้

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณฝนที่น้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเลื่อนของฤดูกาลฯ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงต่อเนื่องหลายปี (พ.ศ. 2556-2558) โดยบางปีผลผลิตลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยผลกระทบที่ปาล์มน้ำมันได้รับแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ขึ้นกับความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ได้รับ การผลิตปาล์มน้ำมันปัจจุบันจึงต้องเตรียมความพร้อมและจัดการการผลิตให้สอดคล้องกับ

สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงมีความจำเป็นต้องศึกษากระบวนการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความเครียดลำดับแรกของปาล์มน้ำมันต่อการจัดการที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อให้เข้าใจปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ การคายน้ำ และค่านำไหลปากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างอาหารและพลังงานแก่ปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต และช่วยลดความรุนแรงของปัจจัยหลักโดยเลือกใช้วิธีการจัดการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพและใช้เป็นดัชนีเบื้องต้นในการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า 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 และระดับความสุกของทะลาย 3 ระดับ รวมถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อคุณภาพทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อประกอบการจัดการที่เหมาะสมในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มให้แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมถึงการลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน และสามารถแข่งขันได้ในภาวะที่มีการเปิดเสรีทางการค้าในภูมิภาคอาเซี่ยน

สำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมัน แต่ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย เพราะนโยบายทางภาครัฐไม่ชัดเจนและขาดแรงจูงใจ ปัญหาที่ตามมาคือเมื่อผลผลิตปาล์มน้ำมันเหล่านี้ออกมาสู่ท้องตลาด โรงงานหีบน้ำมันปาล์มดิบขนาดเล็กที่เพิ่งเริ่มมีการผลิตในพื้นที่ไม่สามารถรองรับผลผลิตที่มีไม่เพียงพอได้ เพราะพื้นที่ปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันน้อยเกินกว่าจะคุ้มค่าการลงทุน

สร้างโรงงานหีบน้ำมันปาล์มดิบขนาดใหญ่ได้ 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 วิธีนี้ปลิดผลปาล์มได้ช้าผลผลิตต่อหน่วยต่ำ ผลปาล์มน้ำมันที่ได้มีตำหนิมาก คือ ถูกผ่าซีกถึงแกนเนื้อปาล์มน้ำมัน ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ง่าย จากเหตุผลข้างต้นประกอบกับมีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิตเพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลา และเกิดความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวแนวความคิดสร้างเครื่องมือแยกผลปาล์มและชุดให้ความร้อน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้สำหรับลดค่าขนส่งและขายผลปาล์มคุณภาพ (ผ่านการอบลมร้อน) ในราคาที่สูงขึ้น และเป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่ต้องแยกผลปาล์มก่อนเข้ากระบวนการผลิต ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มมูลค่าของผลผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มและชุดให้ความร้อนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กะลาปาล์มเป็นของเสียที่ยากที่สุดในการกำจัด การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงต้องดัดแปลงเตาเผา โรงงานจึงไม่นิยมใช้ 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 พื้นที่ผิวจะเพิ่มขึ้น

จนถึงจุดหนึ่งแล้วเกิดการยุบตัวของโครงสร้าง ทำให้พื้นที่ผิวและค่าการดูดซับลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (บุญเรือน, 2543)

วัตถุประสงค์

1. ให้ได้เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหาร, การจัดการน้ำ และการอารักขาปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับการผลิตปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่ โดยสามารถเพิ่มผลผลิตจาก 3.5 ตันต่อไร่ต่อปีเป็นไม่ต่ำกว่า 4.5 ตันต่อไร่ต่อปี และลดต้นทุนการผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูงสุดและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

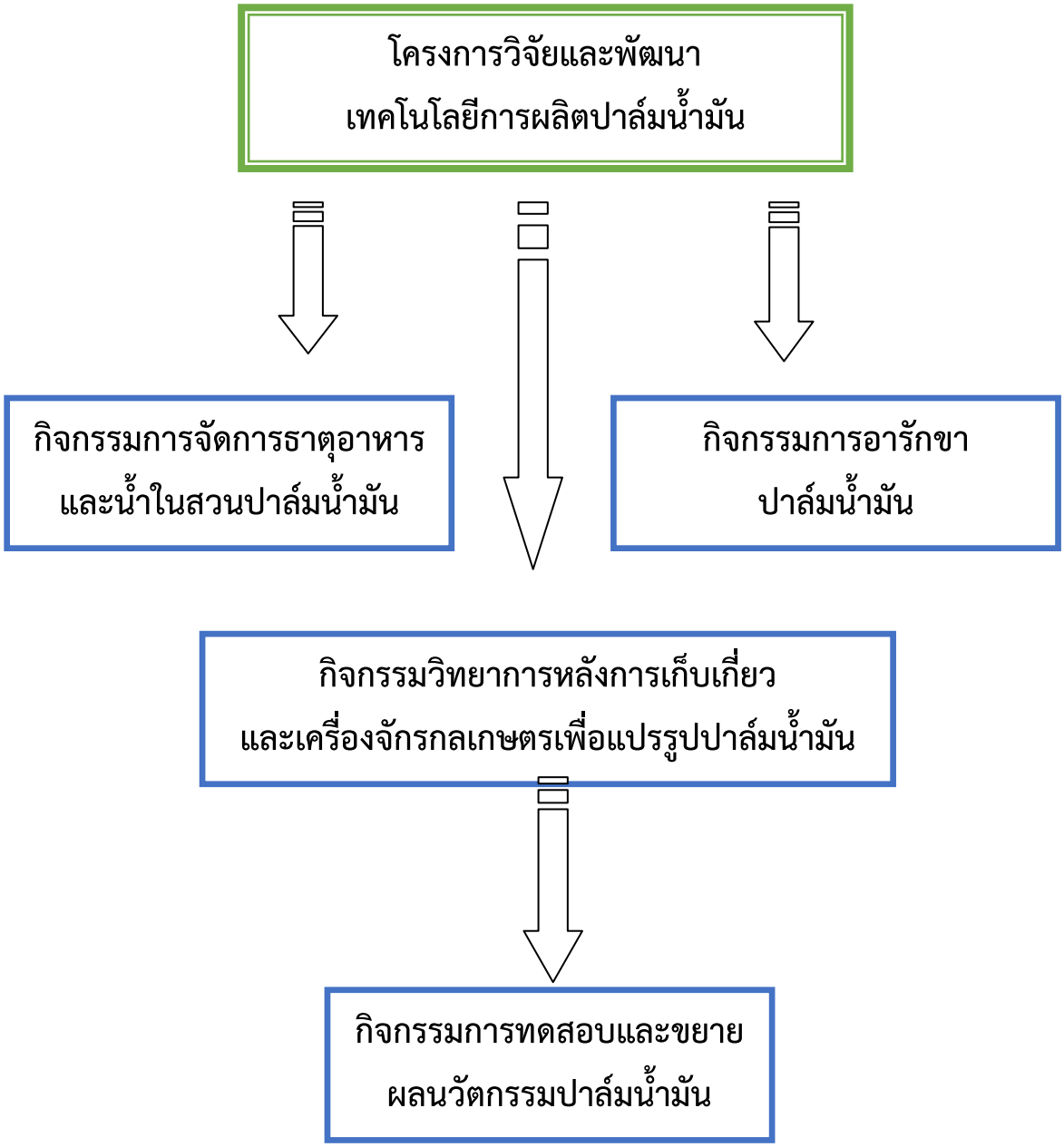
2. ให้ได้เทคโนโลยีวิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิตน้ำมันปาล์มจาก 0.55 ตันต่อไร่ต่อปี เป็นไม่ต่ำกว่า 0.80 ตันต่อไร่ต่อปี

3. ให้ได้ชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพ และเตาผลิตกาซชีวภาพจากสิ่งเหลือใช้ในโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน

4. เพื่อขยายผลการใช้พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีการผลิตของกรมวิชาการเกษตร ให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และจัดทำแปลงเรียนรู้ให้แก่เกษตรกรเพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันและลดต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน

วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ มีการวางแผนการทดลองทางสถิติหลายรูปแบบ เช่น RCBD Split plot การใช้ค่าเฉลี่ยหรือการหาสมการความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมของกรรมวิธีที่แตกต่างกันไป และสามารถวิเคราะห์และสรุปผลได้ สำหรับการบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน 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 คำนวณจากน้ำหนักผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม) x ราคารับซื้อผลผลิต (บาท/กิโลกรัม) คิดเป็นต่อไร่ต่อปี และจากรายจ่ายหรือต้นทุนการใส่ปุ๋ย คำนวณจากราคาปุ๋ยเคมี (บาท/กิโลกรัม) x ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/วัน : คำนวณจากค่าแรงวันละ 300 บาท) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในโครงการวิจัยนี้ แสดงดังภาพด้านล่าง



แผนภาพที่ 1 ความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมงานวิจัยของโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

บทคัดย่อ

การผลิตปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ราคาปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันและต้นทุนการผลิตอย่างมาก การที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตสูงและลดต้นทุนการผลิตได้ เกษตรกรต้องใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี เลือกพื้นที่ให้เหมาะสมรวมถึงเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้นด้วย โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารและน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการผลิตปาล์มน้ำมัน รวมถึงการอารักขา การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมและเครื่องจักรกลเกษตรจะช่วยให้เกษตรกรผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน และได้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน ตลอดถึงอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและผู้เกี่ยวข้องทั้งระบบสามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้ในยุคที่มีการเปิดเสรีทางการค้าของกลุ่มประเทศในอาเซี่ยน

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 ***ปาล์มน้ำมันปลูกใหม่*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งทั้ง 2 ช่วงอายุช่วยลดต้นทุนปุ๋ยเคมีลง 50 เปอร์เซ็นต์ ***ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปีขึ้นไป*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ 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 ช่อดอกและผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติ

อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน 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* 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 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ 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 ควบคุมวัชพืชใบแคบได้ดีและ 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, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีค่าใกล้เคียงกัน **การวิจัยและพัฒนาชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดทะลายปาล์มน้ำมัน** ชุดให้ความร้อนเชิงพาณิชย์ ห้องอบลมร้อนขนาดกว้าง ๒.๔๔x๒.๔๔x๒ เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อลมร้อนและท่อลมระบายทิ้ง ๒๐ และ ๑๕.๒๔ เซนติเมตร ใช้พัดลมแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ เซนติเมตร ปรับความเร็วลมและกระจายลมในห้องอบโดยใช้หัวพ่นแก๊ส ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ควบคุมอุณหภูมิในห้องอบด้วยหัววัดอุณหภูมิและควบคุมการจ่ายแก๊สหุงต้มผ่านตู้ควบคุม **การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์ม** สำหรับเป็นทางเลือกให้เกษตรกรลดค่าขนส่ง เพิ่มราคาจำหน่ายผลปาล์ม และสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่ต้องการแยกผลปาล์มจากทะลาย โดยเครื่องต้นแบบประกอบด้วย ถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร ภายในถังมีซี่แยกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตรที่ปรับ

ความยาวได้ติดโดยรอบ 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 มีความยาวทางใบ หน้าตัดแกนทาง จำนวนใบย่อย และพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก **ทดสอบการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน** ดำเนินการในแปลงปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกร จังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ 2 กรรมวิธี คือ การให้ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร และการให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของกลุ่มเกษตรกร 2 พื้นที่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนการให้ปุ๋ยทั้ง 2 ปีของกลุ่มเกษตรกร 2 พื้นที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

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 ศักยภาพในการผลิตของดิน ภาคใต้ตอนบน ทะลายปาล์มน้ำมัน ปริมาณน้ำมัน

Abstract

In the present, oil palm production has been affected by climate change, prices of chemical fertilizers, pesticides, which affect oil palm yield and costs significantly. Thus using good varieties of oil palm and select the appropriate oil palm production technologies suitable to the area will get higher yields and lower production costs as well. The nutrient management and irrigation are very important to the oil palm production. Including suitable harvesting oil palm and the agricultural machinery to help farmers produce sustainable oil palm. And a great return on investment. Throughout the palm oil industry and related systems to compete with neighboring countries in the liberalization of trade in Asian countries.

Nutrient management and irrigation in oil palm plantations. Optimizing the production of oil palm by nutrient management. Nutrient management followed soil and leaf analysis of the oil palm hybrids SuratThani 1-6at Surat Thani Agricultural Research and Development Center and

Surat Thani Oil Palm Research Center found that average yield of oil palm from 2.35-3.35 tonnes per rai per year. For nutrient management in the company found that productivity increased by 45.6 percent and farmers who follow the guidance to maintain a constant output, the yield 3.50 tonnes per rai per year according to the potential and limitations of the soil. Recent a tougher competition under ASEAN free trade agreement, Thai oil palm production cost is higher than other countries and forty percentage of the cost is chemical fertilizer expenditure On this account, reducing amount of excess chemical fertilizer use is more important . Proper fertilizer use should be applied in which soil nutrient supply together with nutrient requirement and recovery efficiency of fertilizer inputs. Oil palm fertilizer trials have been carried out over 3-years period of 2011-2014 at Tasae, Chumporn province to determine the effects of fertilizer rates on growth, yield, and soil fertility. In this study, the four fertilizer trials comprised: (T1) traditional application with annual rate of 1.28-0.58-1.8 kg N-P_2O_5-K_2O palm^{-1} year^{-1}, (T2) reduced rate based on soil nutrient supply together with nutrient requirement estimation as 1.14-0.44-1.65 kg of N-P_2O_5-K_2O palm^{-1} year^{-1}, (T3) reduced rate as 1140-290-1650kg of N-P_2O_5-K_2O palm^{-1} year^{-1} with phosphate solubilizing microorganisms and reduced rate as 1030-440-1650 kg of N-P_2O_5-K_2O palm^{-1} year^{-1} with neem cake. Results from the reduced rate trial as 1.14-0.44-1.65 kg of N-P_2O_5-K_2O palm^{-1} year^{-1} has slightly higher yield than the traditional rate application in yields of 235.90 and 221 kg palm^{-1} FFB in respectively while vegetative growth was little affected This chemical fertilizer application can be minimized fertilizer use as 12-16 percentage in approximately Therefore, the value cost ratio of reduced fertilizer rate application was highly than traditional rate as 3.26 and 2.58 comparatively. Moreover, soil and leaf analysis information revealed that current soil and plant nutritional status have been contained sufficient amounts of nutrients to meet the plant's requirements related to growth and good production. The use of organic fertilizer with chemical fertilizer to optimize the production of palm oil, palm oil seedlings found. Growth is no difference between the use of chemical fertilizers and chemical fertilizers as recommended by 50 percent of the recommendations together with the fertilizer. New oil palm plantation Growth and yield no difference between the use of chemical fertilizer according to the instructions and the use of chemical fertilizers, 50 percent of the recommendations with the fertilizer, which the two ages, reduces the cost of chemical fertilizer by 50 percent palm oil age 7 years. the growth and yield did not differ statistically. The use of chemical fertilizer according to the instructions. The use of organic fertilizer with chemical fertilizer. And using organic fertilizer alone. So palm oil age use fertilizer with chemical fertilizer. This reduces the cost of production 50 percent in the use of Azolla cultivation of new oil palm

plantations that use chemical fertilizers as recommended. (decrease 25 percent reduction in nitrogen) with Azolla. Nutrients in the proper range and growth did not significant statistically. Compared to the use of chemical fertilizer according to the instructions. Transfer nutrients to the trunk of oil palm technical to replace chemical fertilizers to the soil the nutrients found in the trunk can replace chemical fertilizers to the soil only grow. While the yield decreased compared to the yield Profile. Influence of irrigation and fertilizer of oil palm var.tThani 7 The objective of this study was to investigate the influence of irrigation and fertilizer on growth, yield and physiological responses of oil palm var. SuratThani 7. This study was carried out at UbonRatchathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center during October 2010 – September 2015. This study is divided 2 experiments. 1) Influence of irrigation and fertilizer to growth and yield of oil palm var. SuratThani 7. A split plot design with 3 replications was used. The main factor consisted of irrigation 3 levels; control (rain-fed), irrigated 0.8 and 1.2 times of evaporation, the subplots consisted of 3 fertilizer (21-0-0:0-3-0:0-0-60:Kieserite: Borate) rates; 75, 100 and 125% of DOA recommend rate. Result showed that irrigation was significantly effects on growth (total frond and leaf area), inflorescences (total, female and male inflorescences and sex ratio) and yield component (no. of bunch, average bunch weight and fresh fruit bunch) higher than rain-fed oil palm. Whiles, fertilizer was no significant effect on growth, inflorescences and yield of oil palm. And 2) Physiological responses of oil palm var. SuratThani 7 to different managements and locations (UbonRatchathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center). Two styles of management are 1) rainfed and 75 percent of the recommended fertilizer rate and 2) 1.2 times of the evaporation of water and fertilizer rate of 125 percent of the recommended rate. Result showed that the second management, oil palm has more dark green leaflet color, higher the amount of total chlorophyll, higher the potential photosynthetic rate but less the number of stomata and lower of the water use efficiency than the first management. At UbonRatchathani Field Crop Research Center, oil palm has better adaptation than SuratThani Oil Palm Research Center. The statistical techniques to be used as a benchmark for the plot of oil palm that plot size standard for the growth of at least 8 per conversion for the production of at least 12 trees per plot, and The objectives of the study were to develop databases of the soil, planting oil palm in all regions of Thailand and to gather the soil characteristics and properties as this information is important to study the relationship between soil-water-plants to improve the soil productivity, the use of fertilizers based on soil analysis in specific areas and a guide to managing soil in the planting of oil

palm development. Morphological, physical and chemical properties were determined. This research conducted between 2011 and 2015.

In 2011, the study areas were in the southern Thailand consisting of 13 soil profiles in 7 provinces: Chumphon, Surat Thani, Ranong, Songkhla, Phuket, Phang Nga and Krabi. These included Tha Sae (2 profiles); Tha Sae, mottle variant; Tha Sae, high based variant; Kho Hong; Kho Hong, mottle variant; Phak Kat; Khao Khat; Krabi; Lang Suan; Lamphu La; Chumphon and Bang Saphan soil series. Most soil textures were loamy to loamy sand. These soils were highly-leached acid soils as water drains through them rapidly. The influence of parent material on pedogenesis is related to soil texture, soil depth which is limitations of a soil for plant growth. A major limiting factor in plant growth is the lack of available water in dry season therefore on-farm water management and irrigation system should be developed. In 2013, the study areas were in the northeastern Thailand consisting of 10 soil profiles in Loei, Bung Kan, Nong Khai. These included Phon Ngam, Loei, Lop buri, Lop buri variant, Warin, Khorat, Phen, Nam Phong, Nakhon Phanom and Phon Phisai series. Most soil textures were loamy to loamy sand. The fertility of the soil is relatively low which is a main limiting factor in plant growth especially Nam Phong series. For Loei, Lop buri, Lop buri variant and Loei series, they have clayey texture and moderate soil productivity. The management of water resources should be added to the soil by digging ditches, as soil's ability to retain water. In 2014, the study areas were in the central and eastern Thailand consisting of 12 soil profiles. For central plain of Thailand, it consisted of 3 provinces (Pathumthani, Saraburi and Nakhonnayok) including Bang Nam Priao, Chachoengsao, Ongkharak and Rangsit series. These soils were acid sulfate soil with low fertility and high aluminum content in soil solution. As these limitations, it affected available plant nutrition. The good management practice for these soils was soil pH adjustment by lime application. For furrow planting, farmers should not mix topsoil and subsoil, keeping the topsoil on the surface and should not bring sulfidic sediment to the surface. For eastern part of Thailand, it consisted of 4 provinces (Trat, Chanthaburi, Chonburi and Chachoengsao) including Cha-am (3 profiles), Khlong Chak (2 profiles), slope complex (2 profiles) and Phak Kat series. For Cha-am series, the management is as similar as acid sulfate soil in central plain. For the others, fertilizer addition and irrigation are essential. In 2015, the study areas were in the central and eastern Thailand consisting of 12 soil profiles. For northern part of Thailand, it consisted of 3 provinces (Sukhothai, Phitsanulok and Uttaradit) including Kamphaeng Phet, Sapphaya, Li, Renu, Bang Mun Nak, Lampang, slope complex and Uttaradit series. Farmer starts growing oil palm around 1 to 2 years. The previous land use was paddy field. For western part of Thailand, it consisted of 3 provinces (Suphanburi, Phetchaburi and Prachuap Khiri Khan) including Tha Muang, Bang Sapan, variant, Hup Krapong and

Lat Ya series. A limiting factor in plant growth was water storage and fertility. The major advantage of soil morphology and physicochemical properties were for soil, fertilizer and water management, especially for specific area fertilizer technology. For water use efficiency, we need to consider soil physical properties such as soil texture, bulk density, water holding capacity and available water capacity. The study conditions and flooding on certain physiological changes of palm oil. By simulates flooding for 120 days for the oil palm hybrids Surat 2 age 8, 12, 18 and 24 months found that palm oil can tolerate standing water for 30 days by oil palm trees aged 24 months has led the stomata. The number of stomata in the leaf water potential growth. Fresh weight and dry weight of stem and root above. And the difference was statistically significant when compared to the age of 8, 12 and 18 months for the restoration of the integrity of the oil palm lack of care that put the bunch is 150 kg per year with chemical fertilizer rate of 50 percent. by analyzing the results of the assessment. Palm oil is one hybrid Surat age 10-12 years, the average yield 4.78 tonnes per hectare per year. Higher than chemical fertilizers, according to the analysis. And using empty fruit bunches per 300 kg per year, 13.2 and 20.6 percent respectively, thus reducing the cost of production of chemical fertilizer.

Oil palm protection research activity. Endophytic fungi from *Elaeis guineensis*, *Thunbergia laurifolia*, *Acacia mangium*, *Tiliacora triandra* and *Bambusa* sp. were isolated after triple surface sterilization. *Trichoderma* spp. were also isolated from soil surrounding root system of 50 host plants. It was found that endophytic fungi isolate KtB-4 from *A. mangium* and *Trichoderma* St-Te-5 1, *Trichoderma* St-Pr-1, *Trichoderma* St-Ct-2, *Trichoderma* St-Ta-3, *Trichoderma* St-Srb-3 from soil collected from root system of *Tectona grandis*, *Hevea brasiliensis*, *Senna siamea*, *Tamarindus indica* and *Streblus asper*, respectively showed high efficacy of being antagonists to *G. boninense* in laboratory. These antagonist fungi obviously presented the highly significant of efficacy to control basal stem rot disease. As the results, endophytic fungi isolate KtB-4 and *Trichoderma* St-Te-5 were proved to be the effective antagonistic fungi to *G. boninense*, the causal agent of basal stem rot of oil palm. 56 isolates of VA-mycorrhizal fungi were isolated from 22 samples of roots and soil, collected from oil palm plantations in Krabi, Chon Buri, Chumphon and Surat Thani. VA-mycorrhizal fungi were isolated from 11 soil samples. VA-mycorrhizal fungi were observed under light microscope using characters of spore colors, spore walls and sizes of spores and 56 isolates of VA-mycorrhizal fungi were identified and classified into four genera namely, *Acaulospora* (11 isolates), *Gigaspora* (2 isolates), *Glomus* (32 isolates) and *Scutellospora* (11 isolate). The efficacy of being antagonists of VA-mycorrhizal fungi to control *G. boninense* was determined in seedling stage of

oil palm. The preliminary results after treated *G. boninense* for four months showed that the differentiation among treatments could not be determined as the height and number of new shoots of oil palm seedlings were not highly significant of differences. The disease symptom of basal stem rot was only at the first stage. The extension of timeframe until May 2016 to monitor the disease occurrence is required in order to improve the results of this experiment. Tested effective herbicide, before weeds emergence, the herbicide atrazine to control weeds, after 45 long throws and no toxic chemicals, oil palm, alachlor, acetochlor, metolachlor, oxyfluorfen, sulfentrazone and pendimetalin affects the leaves grow back on growth disorders. Test herbicide after emergence of the palm oil is found in the garden paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate and fluroxypyr effective weed control by paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate weed control and ametryn narrow leaves. Broadleaf and I well haloxyfop-R-methyl, quizalofop-p-ethyl and fenoxaprop-p-ethyl. Weed control has narrow leaves and 2,4-D to control broadleaf weeds as well.

Postharvest and agricultural machinery for processing palm oil research activity. The study of the relationship between oil palm bunch ripeness and environment to bunch component and palm oil quality. This study worked at Surat Thani Oil Palm Research Center between October 2010 – December 2013. The main objectives of this study are to investigate the relationship between oil palm bunch ripeness (18-23 WAA) to bunch component and palm oil quality. And the relationship between environment and bunch component and palm oil quality of oil palm bunch ripeness 3 levels (unripe, underripe and ripe). Result showed that: 1) The relationship between oil palm bunch ripeness (18-23 WAA) to bunch component and palm oil quality found that the bunch 23 WAA has maximum palm oil per bunch average 26.4 percent which higher than the bunch 18-22 WAA 98.5, 46.7, 25.1, 5.18 and 8.20 percent respectively, and the average palm oil per bunch is low between March-April and August (19.0 19.9 percent) due to palm oil per bunch of the 18-21 WAA bunch. Quality of crude palm oil : the quantity of free fatty acid values, DOBI, vitamin A, and oxidative stability showed a positive correlation with bunch ripeness. 2) The relationship between the environment and bunch component and palm oil quality of 3 levels of bunch ripeness found that the dry season do not affect to average oil per bunch of unripe, under-ripe and ripe bunch, Oil per bunch of ripe, under-ripe and unripe have 27.1, 25.6 and 24.2 percent respectively. Quality of crude palm oil found that free fatty acid have increased by ripeness of bunch, but DOBI, vitamin A and oxidative stability have similar values. As an alternative for farmers to reduce shipping costs. Add fruit prices And for a small oil mill to extract from palm fruit bunches. The prototype

consists of 3 mm thick steel cylinder diameter 75 cm, height 120 cm interior diameter of 18 mm separate tank there's a fine not stick around long. The rotating cone is cut lip 3 hp electric motor driving a rotating 220-volt alternating the rotation. The results showed that 5 cm long teeth separation speed of 85 rpm, running from 1.0 to 1.3 tones per hour. Separation efficiency of 90 to 93.5 percent in Palm Research and Development burner gas production using palm oil as fuel supplies. Pacific Gas based applications and build a furnace down below, the amount of gas flow rates are not fixed. Palm shell charcoal cooked unevenly The key factors that affect gas and coal feed rate up to palm shell and retention period in the combustion chamber, which is controlled by pulling a coal/ash out below.

Test and expand innovative oil palm research activity. Tests of an oil palm variety, SuratThani 7 were carried out to evaluate its growth and yield in Prachuap Khiri Khan, Chumphon, SuratThani, Nakhon Si Thammarat and Krabi between 2013-2015. The soils and climate conditions of these areas are suitable for oil palm plantation. After 2 years of planting, it was found that growth of SuratThani 7 was greater than local varieties. The study of fertilizer recommended on leaf and soil analysis for oil palm production in the Upper South was conducted during October 2012 to September 2015. The experiment was compared farmer technology with DOA (Department of Agriculture) technology to find out appropriate technology for oil palm growers in Upper South areas. The farm of study area was on Phrasaeng, Surat Thani and Plai Phraya, Krabi. The results showed that fresh fruit bunch yield in the first and second years of both areas was not statistically significantly at the 95% level (Surat Thani : the first year was 2.89 tonnes/rai/year (farmer technology) and 2.90 tonnes/rai/year (DOA technology), the second year was 2.58 tonnes/rai/year (farmer technology) and 3.00 tonnes/rai/year (DOA technology) respectively, Krabi : the first year was 2.47 tonnes/rai/year (farmer technology) and 2.17 tonnes/rai/year (DOA technology), the second year was 2.60 tonnes/rai/year (farmer technology) and 2.85 tonnes/rai/year (DOA technology)). The benefit cost ratio of using fertilizer recommended on leaf and soil analysis was worth the investment (Surat thani : the first year was 4.56 (farmer technology) and 3.23 (DOA technology), the second year was 3.90 (farmer technology) and 2.59 (DOA technology). Krabi : the first year was 6.41 (farmer technology) and 4.25 (DOA technology), the second year was 6.28 (farmer technology) and 4.76 (DOA technology)). The knowledge of farmers was increased by 74-76% after “fertilizer recommended on leaf and soil analysis for oil palm production” training program.

Key word

Oil Palm, Production Technology, Nutrient Management, Irrigation Management, Physiological, Plant Protection, Postharvest, Processing, Vegetative Growth, Reproductive Growth, Yield, Bunch Component, Photosynthetic rate, Stomatal conductance, Vapor Pressure Deficit, Basal stem rot, *Ganoderma boninense,* antagonist, endophytic fungi, *Trichoderma*, Biological Control, VA mycorrhiza, Weed Management Herbicide, Database Development, Soil Physical Properties, Soil Productivity, Upper Southern Area, Oil palm bunch, Oil content

กิจกรรมที่ 1 การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน

ผู้วิจัย

เกริกชัย ธนรักษ์ บุญณิศา ฆังคมณี ชญาดา ดวงวิเชียร อรุณี ใจเถิง จิราพรรณ สุขชิต วรกร สิทธิพงษ์ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน บุญเหลือ ศรีมุงคุณ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย ปัญจพร เลิศรัตน์ 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

บทคัดย่อ

การผลิตปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ราคาปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันและต้นทุนการผลิตอย่างมาก การที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตสูงและลดต้นทุนการผลิตได้ นอกจากการใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีและการเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมแล้วเทคโนโลยีการผลิตต้องเหมาะสมกับพื้นที่นั้นด้วย โดยเฉพาะการจัดการธาตุอาหารและน้ำ กิจกรรมนี้ได้ดำเนินการในจังหวัดสุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร ระนอง พังงา ตรัง นครศรีธรรมราช อุบลราชธานี หนองคาย ศรีสะเกษ เลย บึงกาฬ ฯ เพื่อให้สามารถตอบวัตถุประสงค์ การผลิตปาล์มน้ำมันที่ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน และเกษตรกรผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน จากการศึกษา **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันโดยการจัดการธาตุอาหาร** ตามผลวิเคราะห์ดินและใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* พบว่า ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.35-3.35 ตันต่อไร่ต่อปี สำหรับผลการจัดการธาตุอาหารระดับบริษัทพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.64 และเกษตรกรที่ปฏิบัติตามคำแนะนำสามารถรักษาผลผลิตให้คงที่ โดยมีผลผลิตสูงกว่า 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 ***ปาล์มน้ำมันปลูกใหม่*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำและการใช้ปุ๋ยเคมี 50 เปอร์เซ็นต์ของคำแนะนำร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งทั้ง 2 ช่วงอายุช่วยลดต้นทุนปุ๋ยเคมีลง 50 เปอร์เซ็นต์ ***ปาล์มน้ำมันอายุ 7 ปีขึ้นไป*** การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยชีวภาพอย่างเดียว ดังนั้นในปาล์มน้ำมันอายุมาก จึงควรใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ **การใช้แหนแดงในสวนปาล์มน้ำมันปลูกใหม่** พบว่า การใช้การใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ (ลดไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับแหนแดง ปริมาณธาตุอาหารในใบ

อยู่ในช่วงเหมาะสมและการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ **เทคนิคการให้ธาตุอาหารทางลำต้นปาล์มน้ำมันทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน** พบว่า การให้ธาตุอาหารทางลำต้นสามารถทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดินเฉพาะการเจริญเติบโต ในขณะที่ผลผลิตกลับลดลงเมื่อเทียบกับรูปแบบการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน **การให้น้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7** ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พบว่า การให้น้ำมีผลทำให้การเจริญเติบโต ช่อดอกและผลผลิตสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝน โดยปาล์มน้ำมันอายุ 4 ปี ที่ได้รับน้ำ 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 จำนวนปากใบและประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปาล์มน้ำมันที่อาศัยน้ำฝนและได้รับปุ๋ย 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* 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 และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ

เปรียบเทียบกับอายุ 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 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีได้

บทนำ

ความสำคัญและที่มา

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) พบว่าผลผลิตเฉลี่ยปีพ.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 มีการจัดการน้ำที่ดีเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่มีอย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงศักยภาพการใช้พื้นที่และประสิทธิภาพการใช้ธาตุอาหารซึ่งเป็นต้นทุนที่สูง และจำเป็นต้องศึกษาการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน เนื่องจากเป็นกระบวนการแรกของพืชที่แสดงให้เห็นเมื่อพืชมีความเครียดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถรับมือหรือเตรียมการได้ทันท่วงทีในช่วงที่ปาล์มน้ำมันมีความเครียด

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตสูง ให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันด้วยกัน ผลจากการให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปีทำให้ต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง เนื่องจากมีการเจริญเติบโตตลอดปี และมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปกับผลผลิตในปริมาณมาก จากการสำรวจพบว่า ค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 35-60% ของต้นทุน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาด

ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการธาตุอาหาร เป็นเหตุให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่ำกว่าศักยภาพ ประกอบกับปุ๋ยเคมีมีราคาแพงจึงส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารโดยใช้เกณฑ์ความต้องการธาตุอาหารพืชจากระดับความสมบูรณ์ของดิน ใบพืชและผลผลิต จะทำให้คาดการณ์หรือประเมินความต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันได้โดยตรงและเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนเพื่อความมั่นคงด้านอาหารต่อไป

ปัจจัยที่สำคัญในการผลิตปาล์มน้ำมันนอกจากความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพภูมิอากาศแล้ว น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันต้องการน้ำฝนเฉลี่ย 1,800-2,200 มิลลิเมตรต่อปี หรือ 5-6 มิลลิเมตรต่อวัน และมีการกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอตลอดปี หรือมีการขาดน้ำน้อยกว่า 200 มิลลิเมตรต่อปี ปาล์มน้ำมันที่ได้รับฝนที่พอเพียงจะช่วยให้การสังเคราะห์แสงทำงานได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพสูง และส่งผลให้การพัฒนาของทะลายเป็นไปได้อย่างดี สามารถสังเคราะห์น้ำมันได้เต็มที่และมีสัดส่วนน้ำมันต่อทะลายสูง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหาร รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต่อหน่วยพื้นที่ แต่ในกรณีที่มีช่วงแล้งยาวนานจะมีผลทำให้ใบปาล์มน้ำมันที่เกิดใหม่มีการพัฒนาช้า จำนวนทางใบและช่อดอกตัวเมียลดลงและส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงการให้ผลผลิต นอกจากนั้นปริมาณน้ำยังมีผลต่อการผสมเกสรและส่งผลต่อเนื่องถึงคุณภาพทะลาย ดังนั้นการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณฝนหรือมีฝนทิ้งช่วงนาน ต้องให้น้ำในช่วงแล้งเพื่อให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่เนื่องจากแหล่งปลูกปาล์มน้ำมันมีความแตกต่างกันทั้งคุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝนและภาวะฝนทิ้งช่วง จึงต้องศึกษาเกี่ยวกับการจัดการน้ำและธาตุอาหารปาล์มน้ำมันในช่วงแล้ง เพื่อให้ปาล์มน้ำมันสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างยั่งยืนและเต็มที่ตามศักยภาพของพันธุ์ โดยคำนึงถึงศักยภาพการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรจะได้รับจากการจัดการที่เหมาะสม จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) พบว่า ในปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นถึง 112,796 ไร่ โดยปาล์มน้ำมันดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกันเนื่องจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และการจัดการของเกษตรกร การปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ดังกล่าวให้ได้ผลดีจึงต้องจัดการทั้งธาตุอาหารและน้ำ เพื่อให้ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อแนะนำเกษตรกร ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีจึงได้ศึกษาเทคโนโลยีการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย ศูนย์วิจัยพืชสวนศรีสะเกษ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร เพื่อประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าได้

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณฝนที่น้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การเลื่อนของฤดูกาลฯ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงต่อเนื่องหลายปี (พ.ศ. 2556-2558) โดยบางปีผลผลิตลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยผลกระทบที่ปาล์มน้ำมันได้รับความรุนแรงจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ขึ้นกับความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ได้รับ การผลิตปาล์มน้ำมันในปัจจุบันจึงต้องเตรียมพร้อมและจัดการการผลิตให้

สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จึงจำเป็นต้องศึกษากระบวนการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความเครียดลำดับแรกของปาล์มน้ำมันต่อการจัดการที่แตกต่างกันในสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อให้เข้าใจปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ การคายน้ำ และค่านำไหลปากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างอาหารและพลังงานแก่ปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต และช่วยลดความรุนแรงของปัจจัยหลัก โดยเลือกใช้วิธีการจัดการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพและใช้เป็นดัชนีเบื้องต้นในการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า 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

ระเบียบวิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ มีการวางแผนการทดลองทางสถิติหลายรูปแบบ เช่น RCBD Split plot การใช้ค่าเฉลี่ยหรือการหาสมการความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสมของกรรมวิธีที่แตกต่างกันไป และสามารถวิเคราะห์และสรุปผลได้ สำหรับการบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและใบปาล์มน้ำมัน ใช้ใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 9 และ 17 ในกรณีปาล์มน้ำมันอายุน้อยกว่า 3 ปี และมากกว่า 3 ปี ตามลำดับ ข้อมูลการเจริญเติบโต จำนวนและชนิดของช่อดอก อัตราส่วนเพศและผลผลิต ดำเนินการตามวิธีการของ Corley and Breure (1981) การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio) จากรายรับหรือผลตอบแทน คำนวณจากผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม) x ราคารับซื้อ (บาท/กิโลกรัม) คิดเป็นต่อไร่ต่อปี และจากรายจ่าย หรือต้นทุนการใส่ปุ๋ย คำนวณจากราคาปุ๋ยเคมี (บาท/กิโลกรัม) x ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย (บาท/วัน : คำนวณจากค่าแรง 300 บาท/วัน)

ผลการวิจัย (Results)

การทดลองที่ 1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันลูกผสมโดยการจัดการธาตุอาหาร (2 รูปแบบ)

รูปแบบที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีเพื่อการจัดการธาตุอาหาร

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

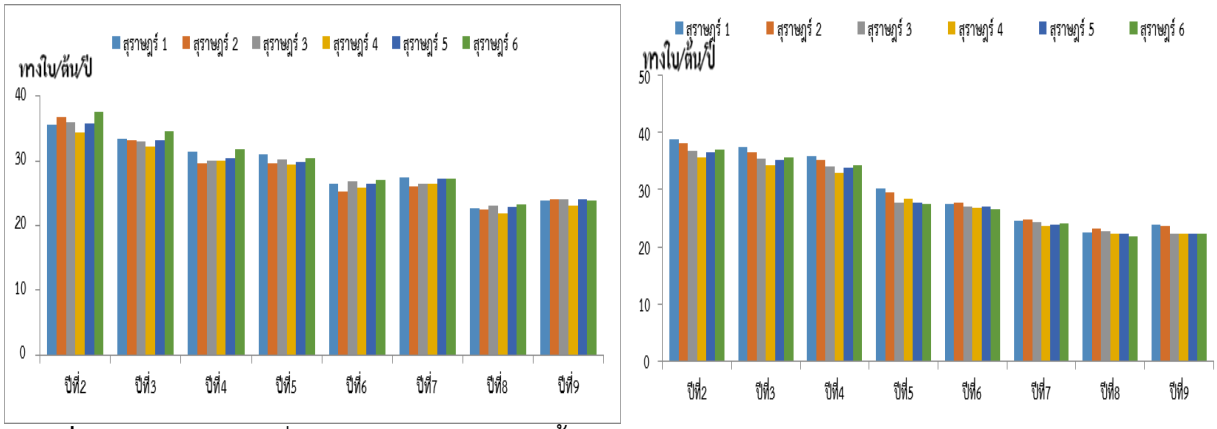
ประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 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

การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน

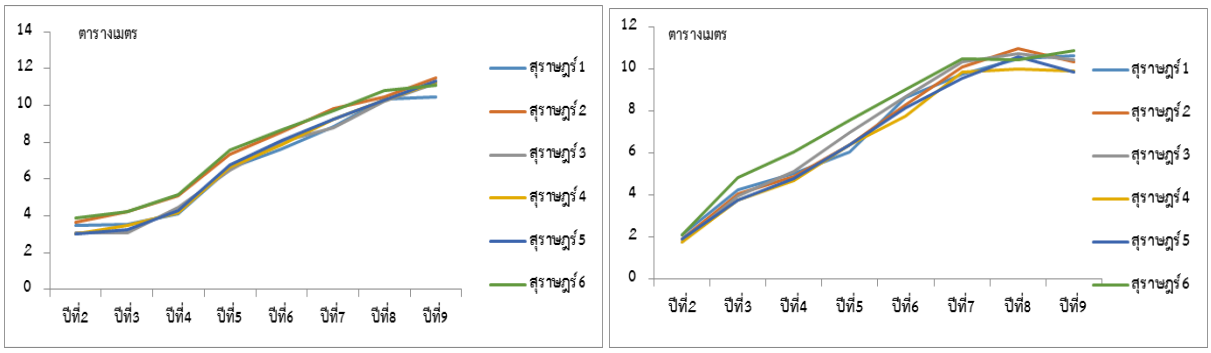
จำนวนทางใบเพิ่ม ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 หลังปลูก ปาล์มน้ำมันมีจำนวนทางใบเพิ่มสูงสุดในทุกกรรมวิธี (34.4–37.5 และ 35.6–38.9 ทางใบต่อต้นต่อปี ตามลำดับ) จากนั้นทางใบเพิ่มค่อยลดลงจนในปีที่ 9 มีทางใบเพิ่มเพียง 23.2-24.1 และ 22.3–23.9 ทางใบต่อต้นต่อปี ตามลำดับ โดยแต่ละปีมีจำนวนทางใบที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 จำนวนทางใบเพิ่มต่อต้นต่อปี ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 อายุ 2-9 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี (a) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี (b)

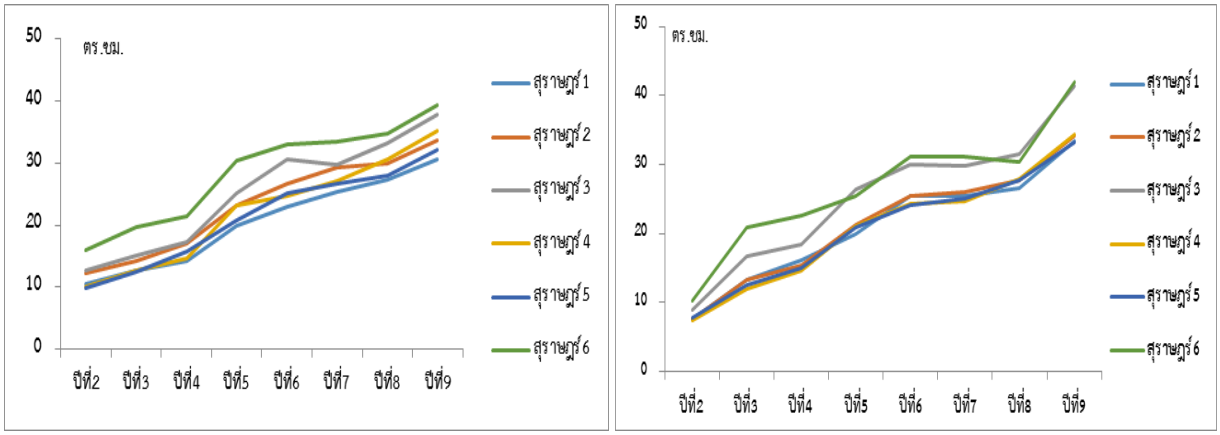
พื้นที่ใบ ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีพื้นที่ใบมากที่สุด (3.91 ตารางเมตร) รองลงมาคือปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2, 1, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ จากนั้นพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้นกระทั่งปีที่ 9 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีพื้นที่ใบมากที่สุด (11.52 ตารางเมตร) รองลงมาคือปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 5, 4, 3, 6 และ 1 ตามลำดับ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีพื้นที่ใบมากที่สุดทั้งปีที่ 2 และ 9 (4.83 และ 11.92 ตารางเมตร ตามลำดับ) โดยแต่ละปีนั้นมีพื้นที่ใบใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 พื้นที่ใบ (ตารางเมตร) ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 อายุ 2-9 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี (a) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี (b)

พื้นที่หน้าตัดแกนทาง ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานีและศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางมากที่สุด (15.88 และ 10.23 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) และปีที่ 9 ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 6 มีพื้นที่หน้าตัดแกนทางมากที่สุดเช่นกัน (39.29 และ 42.04 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) รองลงมาคือ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 3 ส่วนพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ นั้นมีพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติมตร) ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 อายุ 2-9 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี (a) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี (b)

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) (ตารางที่ 5)

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) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1-6 อายุ 4-9 ปี ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี

พันธุ์	**ผลผลิตปาล์มน้ำมัน (กิโลกรัม/ต้น/ปี)**						
	ปีที่ 4	**ปีที่ 5**	**ปีที่ 6**	**ปีที่ 7**	**ปีที่ 8**	**ปีที่ 9**	**เฉลี่ย**
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี							
สุราษฎร์ธานี 1	67.15 a	172.76 a	171.04 a	220.24 ab	130.39 b	169.25 a	**155.1a**
สุราษฎร์ธานี 2	74.20 a	179.20 a	176.08 a	220.88 ab	136.63 ab	137.97 ab	**154.2a**
สุราษฎร์ธานี 3	61.10 a	114.36 b	138.53 b	243.88 a	134.09 ab	94.34 c	**131.1b**
สุราษฎร์ธานี 4	63.62 a	132.12 b	150.08 b	204.61 b	125.38 bc	117.58 bc	**132.2b**
สุราษฎร์ธานี 5	68.94 a	168.45 a	178.62 a	214.44 b	148.60 a	150.66 a	**155.0a**
สุราษฎร์ธานี 6	65.45 a	134.25 b	145.57 b	224.27 ab	109.09 c	90.45 c	**128.2b**
CV (%)	**25.40**	**14.90**	**8.20**	**6.80**	**8.30**	**16.50**	**7.70**
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี							
สุราษฎร์ธานี 1	122.33 a	224.50 a	214.25 a	238.36 a	200.22 a	93.08 a	**182.1a**
สุราษฎร์ธานี 2	110.15 a	208.51 ab	164.74 b	217.96 a	127.83 d	105.81 a	**155.8b**

สุราษฎร์ธานี 3	103.24 a	180.21 b	137.70 bc	232.96 a	168.22 b	111.40 a	**155.6b**
สุราษฎร์ธานี 4	108.58 a	184.26 b	147.75 b	202.88 a	140.58 cd	81.25 a	**144.2b**
สุราษฎร์ธานี 5	103.91 a	193.35 b	160.59b	208.14 a	161.22 bc	102.33 a	**154.9b**
สุราษฎร์ธานี 6	106.70 a	207.22 ab	105.75 c	228.88 a	157.61bc	81.54 a	**148.0b**
CV (%)	**15.50**	**11.20**	**14.90**	**10.10**	**10.30**	**19.90**	**9.80**

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

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 วิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันตั้งแต่ปี 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 แต่ยังไม่ต้องใส่ปูนทางการเกษตรเนื่องจากระดับความเป็นกรด–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 ซึ่งปาล์ม

น้ำมันต้องการอย่างมากด้วย ในปี 2542-2558 บริษัทฯได้ประเมินความต้องการใช้ธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ดินและใบ สำหรับการวิเคราะห์ใบ ใช้ค่าวิกฤตของธาตุอาหารภายใต้สภาวะการขาดน้ำ 200 มิลลิเมตรต่อปี

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างใบตลอดระยะเวลาตั้งแต่ปี 2542 – 2558 ทางบริษัทฯได้วิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ผลวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 6 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

จากตารางที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนมีความแปรปรวนในช่วงแรก อย่างไรก็ตามเมื่อดำเนินการเพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง พบว่าตั้งแต่ปี 2548 ปริมาณไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตโดยตลอด ปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้กับบริษัทก็ปรับไปตามผลวิเคราะห์ โดยถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนต่ำกว่าค่าวิกฤตจะแนะนำให้เพิ่มปุ๋ยไนโตรเจน ในทางตรงกันข้ามถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนอยู่ในช่วงค่าวิกฤต จะแนะนำให้คงปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับปีที่ผ่านมา แต่ถ้าผลวิเคราะห์ไนโตรเจนสูงกว่าค่าวิกฤตจะแนะนำให้ลดปุ๋ยไนโตรเจนลง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีของบริษัทส่วนใหญ่จะเป็นไปตามคำแนะนำหรือมากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในช่วงก่อนวิเคราะห์ใบ (ตารางที่ 10) กับเมื่อมีการวิเคราะห์ใบเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีแล้ว ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี 21–0–0 มีปริมาณใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 7 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

จากตารางที่ 7 ปริมาณฟอสฟอรัสมีความแปรปรวนตลอดการเก็บตัวอย่างใบ โดยมีค่าสูงและต่ำสลับกันไป ปริมาณปุ๋ยเคมีที่แนะนำให้บริษัทปรับไปตามผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในใบปาล์มน้ำมันเช่นเดียวกับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจน 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

ตารางที่ 8 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

จากตารางที่ 8 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

ตารางที่ 9 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

แมกนีเซียมเป็นธาตุอาหารที่ส่วนใหญ่ไม่ได้ใส่โดยตรง มักอยู่ในรูปที่ผสมมากับปุ๋ยผสมสูตรต่างๆ จึงมักพบว่าต้นปาล์มน้ำมันแสดงอาการขาดแมกนีเซียมเสมอ เมื่อเริ่มวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันในปี 2542 นั้น ได้วิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วย ซึ่งทางบริษัทฯ ใส่ปูนโดโลไมท์ตามค่าความต้องการปูน ซึ่งทำให้แมกนีเซียมในใบตั้งแต่ปี 2542–2545 อยู่ในช่วงเบี่ยงเบนของค่าวิกฤต จึงไม่ต้องใส่ปุ๋ยกีเซอร์ไรท์ในปีที่ใส่ปูนโดโลไมท์ แต่ในปี 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 (ตารางที่ 9)

สำหรับการจัดการธาตุอาหารโบรอนนั้น ในกรณีที่ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการขาดโบรอนให้ใช้ปุ๋ยโบแรกซ์ 140 กรัม/ต้น แต่ถ้าพบว่าต้นปาล์มน้ำมันมีอาการขาดโบรอนมากกว่า 20% แนะนำให้ใช้โบแรกซ์ 210 กรัม/ต้น

ตารางที่ 10 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**

จากการใช้ผลวิเคราะห์ดินและใบในการจัดการธาตุอาหารให้กับปาล์มน้ำมัน มีผลทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อพื้นที่สูงขึ้น จาก 2.48 เป็น 3.61 ตัน/ไร่/ปี หรือเพิ่มขึ้น 45.6% ในขณะที่การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ลดลง 25.8% และ 32.0 % ตามลำดับ ในขณะที่การจัดการดินเช่น การใส่ปูนโดโลไมท์ นอกจากจะทำให้ pH ดินสูงขึ้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมแล้ว ทำให้ธาตุอาหารที่ถูกดินตรึงไว้ได้ปลดปล่อยออกเป็นประโยชน์มากขึ้น และให้แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมัน และเป็นแหล่งแมกนีเซียมราคาต่ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามหากใส่ปูนโดโลไมท์มากเกิน อาจทำให้ดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินด่าง หรือมีสภาพปูนเกิน (Over lime) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ดังนั้นการใส่ปูนโดโลไมท์จึงควรใส่ตามผลการวิเคราะห์ดินเป็นหลัก (ตารางที่ 10)

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 คือเกษตรกรไม่ค่อยบันทึกข้อมูลการปฏิบัติในระหว่างปี เช่น ผลผลิตทะลาย การใส่ปุ๋ยเคมีหรือการใส่ปูนทางการเกษตร ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 11 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**					-				

ระดับความเป็นกรด–ด่างของดิน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเหมาะสม ระหว่าง 4.2–5.5 มีบางรายที่มีค่าต่ำกว่า 4.2 ในขณะที่ความต้องการปูนทางการเกษตรในรายที่ความเป็นกรด–ด่างของดินต่ำ แนะนำให้ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน 3 กก./ต้น/ปี ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่เพียงพอตลอดทั้งปี เกษตรกรรายใดที่ใช้ปูนโดโลไมท์ในการปรับปรุงดิน pH ของดินจะสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความต้องการปูนจะลดลง แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยใส่ปูนโดโลไมท์ ทำให้ค่า pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 12 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**									

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือ มากกว่า 1.5% โดยกลุ่มดินที่มีเนื้อดินร่วนและดินร่วนปนดินเหนียว มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่ากลุ่มดินที่มีเนื้อดินที่มีดินทรายเป็นส่วนประกอบ สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 12)

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

ตารางที่ 13 ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจำนวน 20 ราย

เกษตรกร	ผลผลิตทะลายสด (กิโลกรัม/ไร่/ปี)				เฉลี่ย (กิโลกรัม/ไร่/ปี)
	ปี 54	ปี 55	ปี56	ปี 57	
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**

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 (Table 1)

Table 1 Soil properties at Surat Thani Oil Palm Research Center and Ubon Ratchathani Field Crop Research Center (June 2011)

Soil properties	Surat Thani Oil Palm Research Center	Ubon Ratchathani Field Crop Research Center
pH	5.04-7.76	4.80-5.86
Organic matter (%)	2.0-11.8	0.54-0.88
Available phosphorus (ppm)	0.40-3.70	36.3-86.3
Exchangeable potassium (ppm)	48.3-98.1	16-48
Magnesium (ppm)	8-68	

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 (Figure

1a) 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 (Figure 1b) 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) (Figure 1c)

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 (Figure 1d)

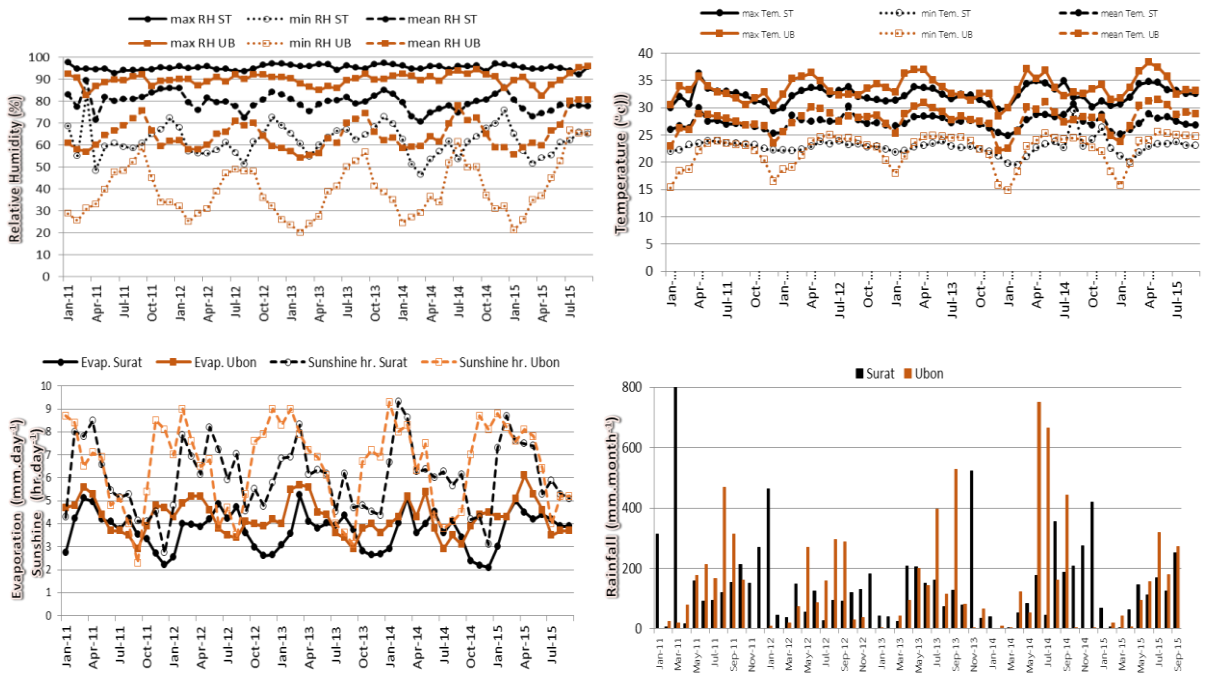


Figure 1 Relative humidity; max.-mean-min. (a), temperature; max.-mean-min. (b), evaporation and sunshine hours (c) and rainfall (d) at SuratThani Oil Palm Research Center and UbonRachathani Field Crop Research Center between January 2011-September 2015.

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

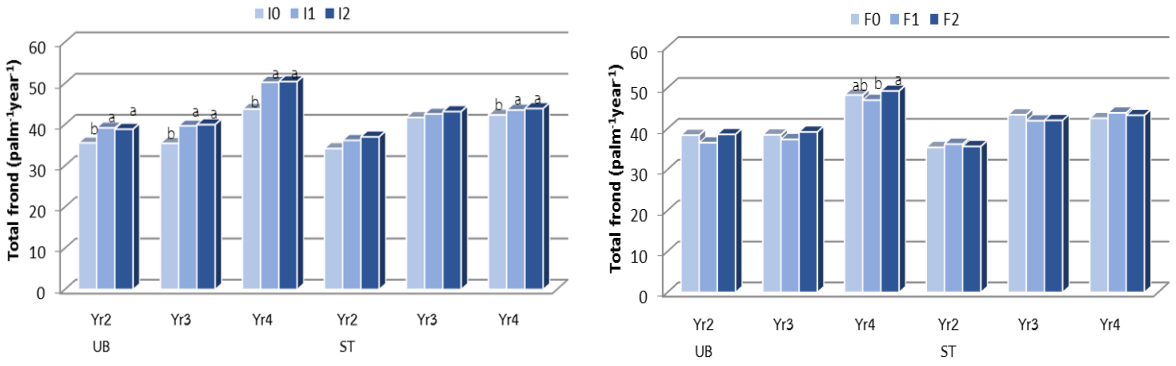
<u>จำนวนทางใบทั้งหมด</u> ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้จำนวนทางใบทั้งหมดสูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝนและแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานี

พบว่า แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 2-4 และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ปีที่ 4 (Figure 2a) สำหรับอิทธิพลของปุ๋ยพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อจำนวนทางใบทั้งหมด ยกเว้นที่ ศวร. อุบลราชธานี แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในปีที่ 4 (Figure 2b) ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อ ปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และที่สำคัญคือ จำนวนช่อดอกที่มีโอกาสเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนทางใบ ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตที่จะได้รับ

<u>ความยาวทางใบ</u> ใน ศวร.อุบลราชธานีพบว่า ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อความยาวทางใบและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้ความยาวทางใบแตกต่างกัน และพบว่า ปัจจัยน้ำไม่มีผลต่อความยาวทางใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปีที่ 1-4 (Figure 2c) แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยในปีที่ 3-4 และพบว่ามีอิทธิพลต่อความยาวทางใบใน ศวร.อุบลราชธานี เฉพาะปีที่ 3 (Figure 2d) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อปริมาณพื้นที่ใบที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

<u>พื้นที่หน้าตัดแกนทาง</u> ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทาง และแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ณ ศวร.อุบลราชธานีตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่หน้าตัดแกนทางแตกต่างกัน และไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำผลต่อพื้นที่หน้าตัดแกนทางใน ศวป.สุราษฎร์ธานีตั้งแต่ปีที่ 1-4 (Figure 2e) และพบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะใน ศวร.อุบลราชธานี ในปีที่ 4 (Figure 2f) และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดแกนทาง 2 สถานที่ พบว่า พื้นที่หน้าตัดแกนทางที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี มีขนาดใหญ่กว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีทุกปี ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อพื้นที่ในการรับส่งน้ำและธาตุอาหารในส่วนของ xylem และ phloem ซึ่งกระจายตัวอยู่ในพื้นที่แกนทางใบ

<u>พื้นที่ใบ</u> ปัจจัยการให้น้ำมีผลต่อพื้นที่ใบและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 สถานที่ ตั้งแต่ปีที่ 2-4 แต่ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับต่างกันไม่ทำให้พื้นที่ใบแตกต่างกัน และพบว่า ตั้งแต่ปีที่ 2 เป็นต้นมา พื้นที่ใบของปาล์มน้ำมันใน ศวป.สุราษฎร์ธานีมีค่าสูงกว่า ศวร.อุบลราชธานีในทุกกรรมวิธี (Figure 2g) สำหรับปริมาณปุ๋ยที่ให้ต่างกัน ไม่มีผลต่อพื้นที่ใบใน ศวร.อุบลราชธานี แต่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ใบใน ศวป.สุราษฎร์ธานี (Figure 2h) ซึ่งลักษณะการเจริญเติบโตดังกล่าวจะมีผลต่อจำนวนช่อดอก อัตราส่วนเพศและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน



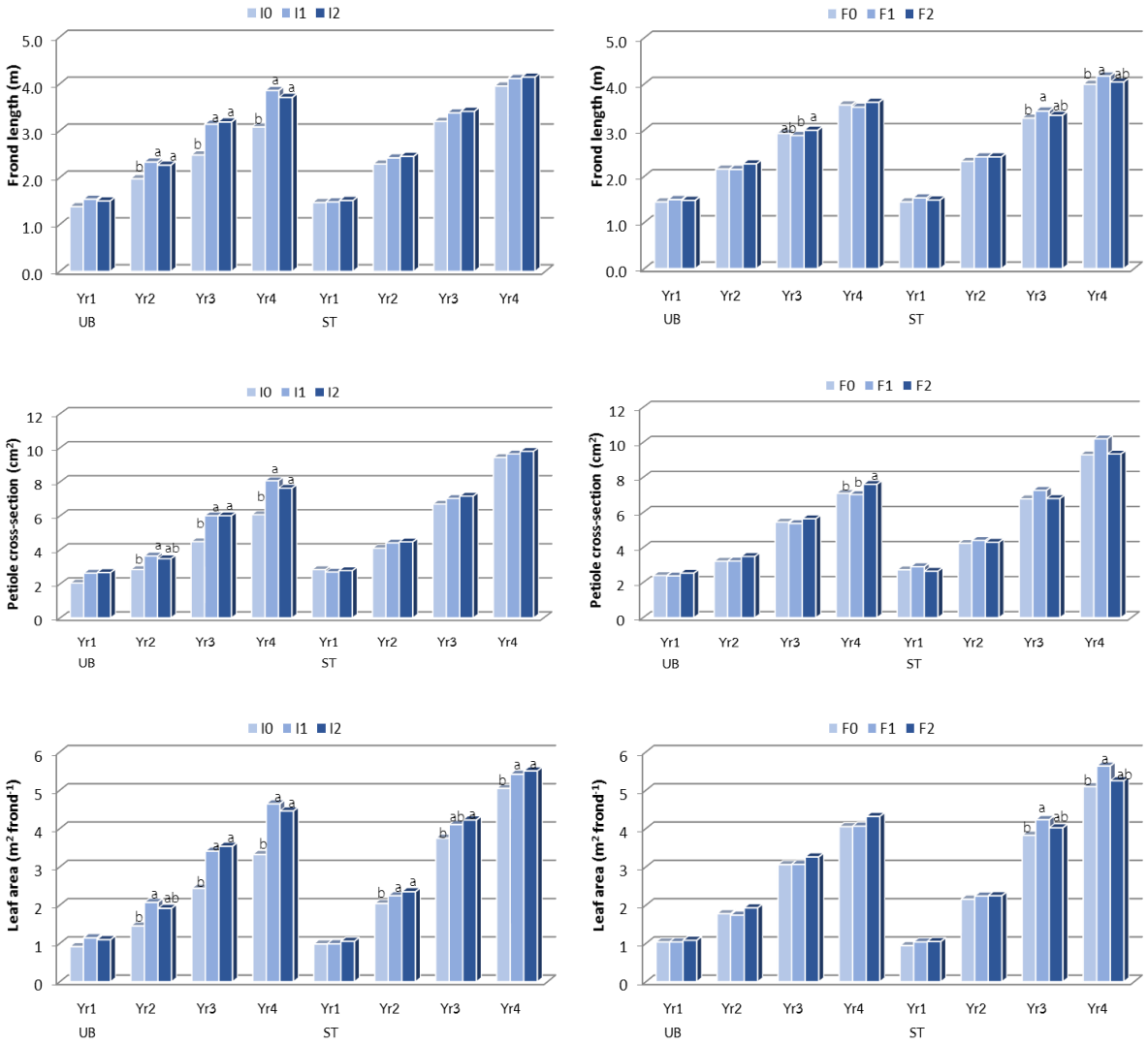


Figure 2 Total frond (a-b), frond length (c-d), petiole cross-section (e-f) and leaf area (g-h) of SuratThani 7 in 3 levels of irrigation (rain-fed, irrigated 0.8 and 1.2 times of evaporation) and 3 fertilizer rates (75 100 and 125% of DOA recommend rate) at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between July 2012-September 2015.

ช่อดอกและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

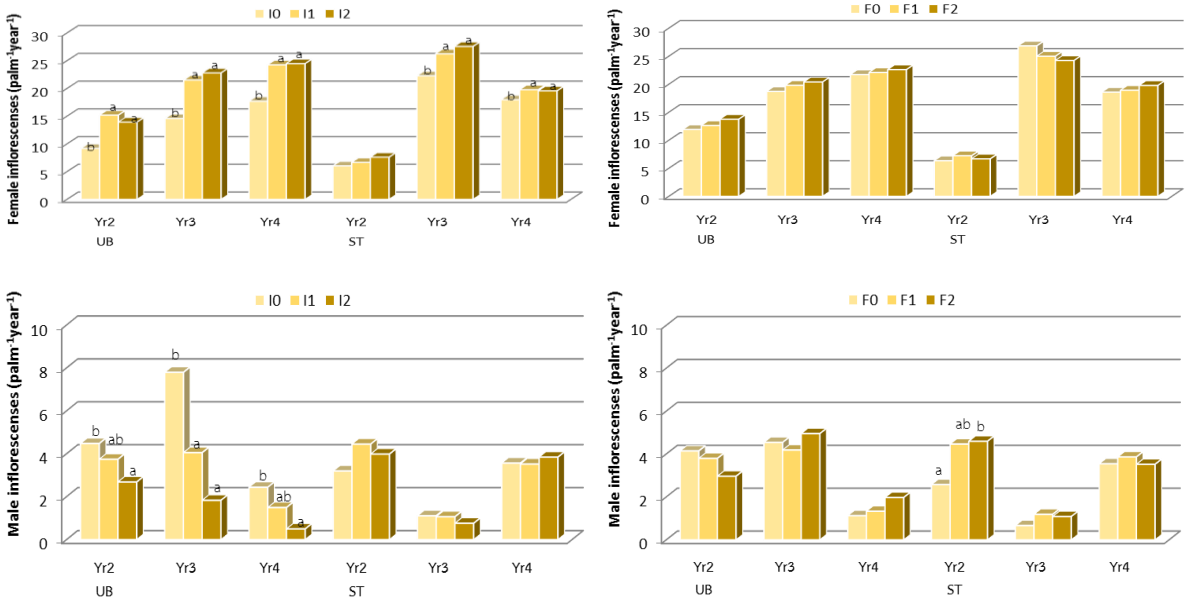
ช่อดอกตัวเมีย ปัจจัยการให้น้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณช่อดอกตัวเมียอย่างชัดเจนทั้ง 2 สถานที่ และพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญปีที่ 2-4 ณ ศวร.อุบลราชธานี และ ปีที่ 3-4 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของช่อดอกตัวเมียของการให้น้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนช่อดอกตัวเมียใน ศวป.สุราษฎร์ธานี ปีที่ 2 มีค่าน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานีอย่างชัดเจน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวปาล์มน้ำมันได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมแปลง (Figure 3a) สำหรับปริมาณปุ๋ยเคมีที่ให้ต่างกัน 3 ระดับ ไม่พบอิทธิพลของปุ๋ยต่อปริมาณช่อดอกตัวเมีย ทั้ง 2 สถานที่ (Figure 3b) จำนวนช่อดอกตัวเมียเป็นดัชนีที่

สามารถประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมัน และประเมินการจัดการได้อย่างดีจากอัตราการฝ่อของช่อดอกตัวเมีย (คิดจากจำนวนทะลาย)

<u>ช่อดอกตัวผู้</u> ไม่พบอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี สำหรับ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับความเครียดน้ำ (อาศัยเฉพาะน้ำฝน) จำนวนช่อดอกตัวผู้สูงมาก และจำนวนช่อดอกตัวผู้ของการให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำจะลดลงและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการอาศัยเฉพาะน้ำฝน (Figure 3c) สำหรับปัจจัยปุ๋ย ไม่พบความแตกต่างทางสถิติต่อจำนวนช่อดอกตัวผู้ ณ ศวร.อุบลราชธานี แต่พบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำท่วมในปี 2554 (Figure 3d)

<u>ช่อดอกทั้งหมด</u> ไม่พบอิทธิพลของปัจจัยน้ำต่อจำนวนช่อดอกทั้งหมด ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ซึ่งน่าจะเป็นผลจากสภาพแวดล้อมที่ความเครียดน้ำน้อยกว่า ศวร.อุบลราชธานี และพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 2 และ 4 ณ ศวร.อุบลราชธานี โดยปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำให้จำนวนช่อดอกทั้งหมดสูงกว่าอาศัยเฉพาะน้ำฝน (Figure 3e) ปัจจัยปุ๋ยพบความแตกต่างทางสถิติในปีที่ 4 เฉพาะที่ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 3f)

<u>อัตราส่วนเพศ</u> ณ ศวร.อุบลราชธานี พบความแตกต่างทางสถิติของอัตราส่วนเพศต่อปัจจัยน้ำ แต่ปริมาณน้ำที่ต่างกันไม่ทำให้อัตราส่วนเพศแตกต่างกันทางสถิติตลอด 3 ปี สำหรับที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี พบความแตกต่างทางสถิติของปัจจัยน้ำเฉพาะปีที่ 3 (Figure 3g) และไม่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ย ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี แต่พบอิทธิพลของปัจจัยปุ๋ยเฉพาะปีที่ 2 ณ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 3h)



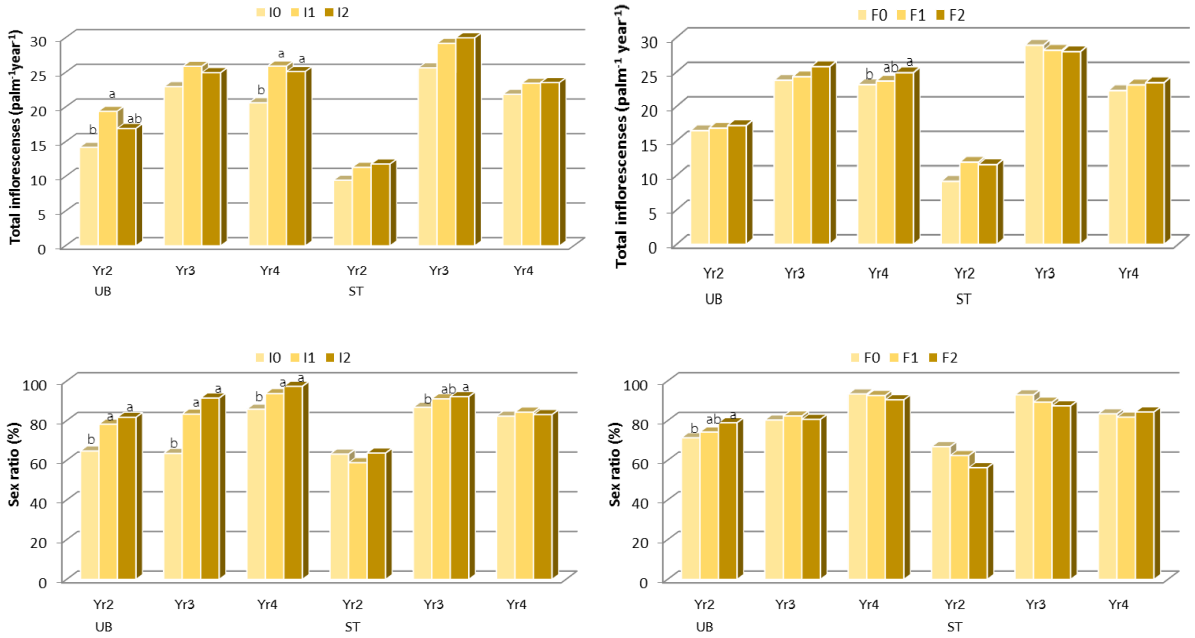


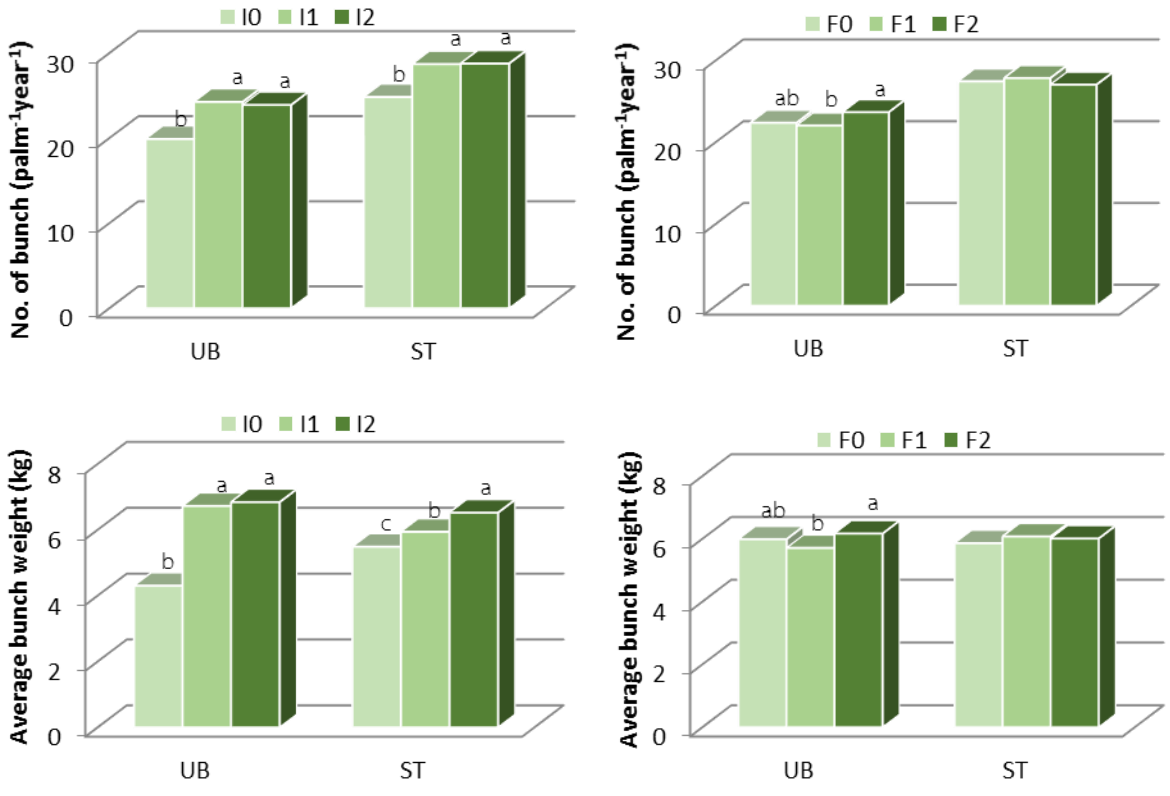
Figure 3 Female inflorescences (a), male inflorescences (b), total inflorescences (c) and sex ratio (d) of SuratThani 7 in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between January 2013-September 2015.

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 (Figure 4a) และพบอิทธิพลของปุ๋ย ณ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 4b)

<u>น้ำหนักทะลายเฉลี่ย</u> ปัจจัยน้ำมีอิทธิพลต่อขนาดทะลายทั้ง 2 สถานที่ แต่การตอบสนองของขนาดทะลายต่อปัจจัยน้ำจะต่างกัน ณ ศวร.อุบลราชธานี ปริมาณน้ำที่ให้แตกต่างกันไม่มีผลต่อขนาดทะลาย แต่การให้น้ำมีผลให้ขนาดทะลายใหญ่กว่าไม่ให้น้ำ 57.7 เปอร์เซ็นต์ ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปัจจัยน้ำทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ขนาดทะลายแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Figure 4c) และพบอิทธิพลปัจจัยปุ๋ย ณ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 4d) 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 (Figure 4f, 4h) แสดงว่า ถึงแม้การจัดการจะเป็นรูปแบบเดียวกันแต่หากสภาพแวดล้อมหรือสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน การตอบสนองของปาล์มน้ำมันจะต่างกันตามพื้นที่ ผลผลิตดังกล่าวถือว่าสูงมาก แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของปาล์มน้ำมันต้องใช้ระยะเวลานานในการศึกษา เนื่องจากเป็นพืชที่ให้ผลผลิตนาน 20-25 ปี และสภาพแวดล้อมและการจัดการมีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต



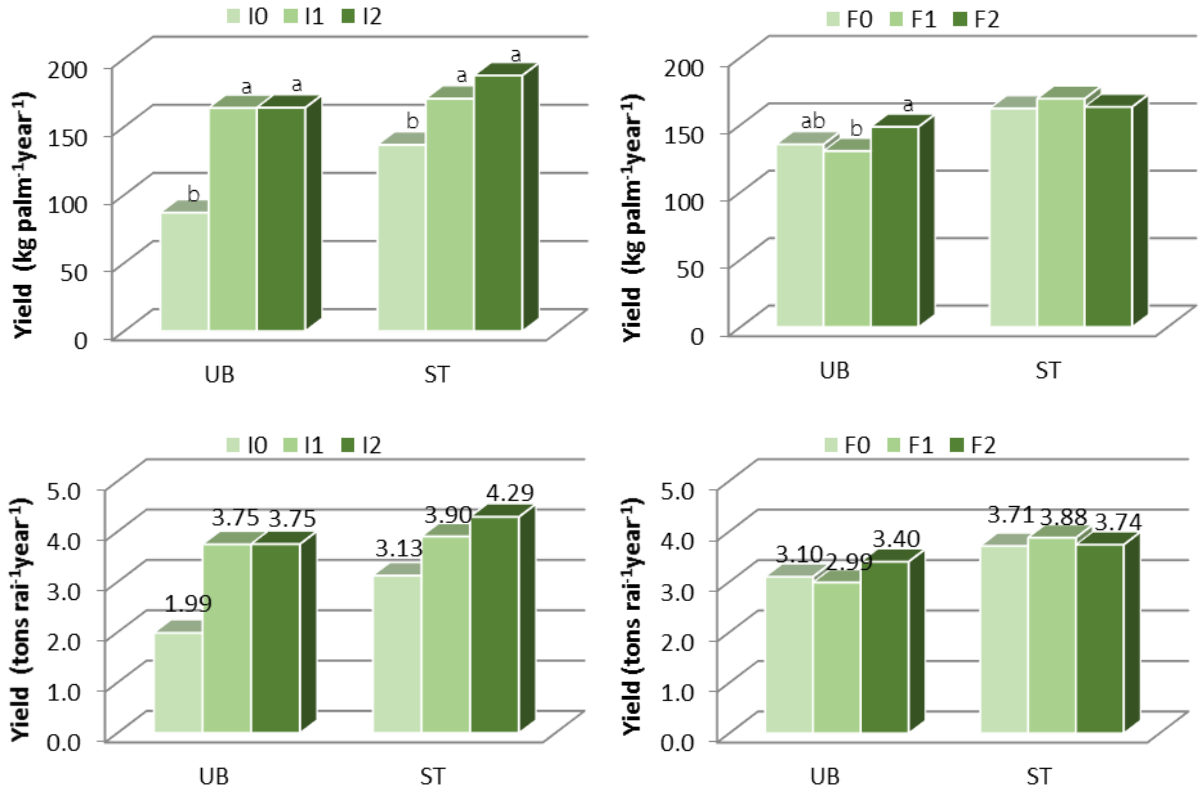


Figure 4 Bunch number (a), bunch weight (b) and yield (c-d) of oil palm var.SuratThani 7 in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center between July 2014-June 2015 (Year4)

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 (Table 2)

Table 2 SPAD unit and no. of stomata of oil palm var. SuratThani 7 (21 and 30 months) rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (March 2013 and January 2014).

Type of management	SPAD unit		No. of stomata	
	UbonRachathani	SuratThani	UbonRachathani	SuratThani
March 2013				
I0F0	54.2±7.39	61.4±6.86	20.7±4.34	20.4±3.91
I2F2	57.9±9.39	65.4±4.50	18.9±3.81	19.5±2.84
January 2014				
I0F0	63.3±5.12	66.7±4.19	27.5±2.11	25.4±3.45
I2F2	67.5±3.92	71.9±4.37	26.8±3.53	22.1±2.79

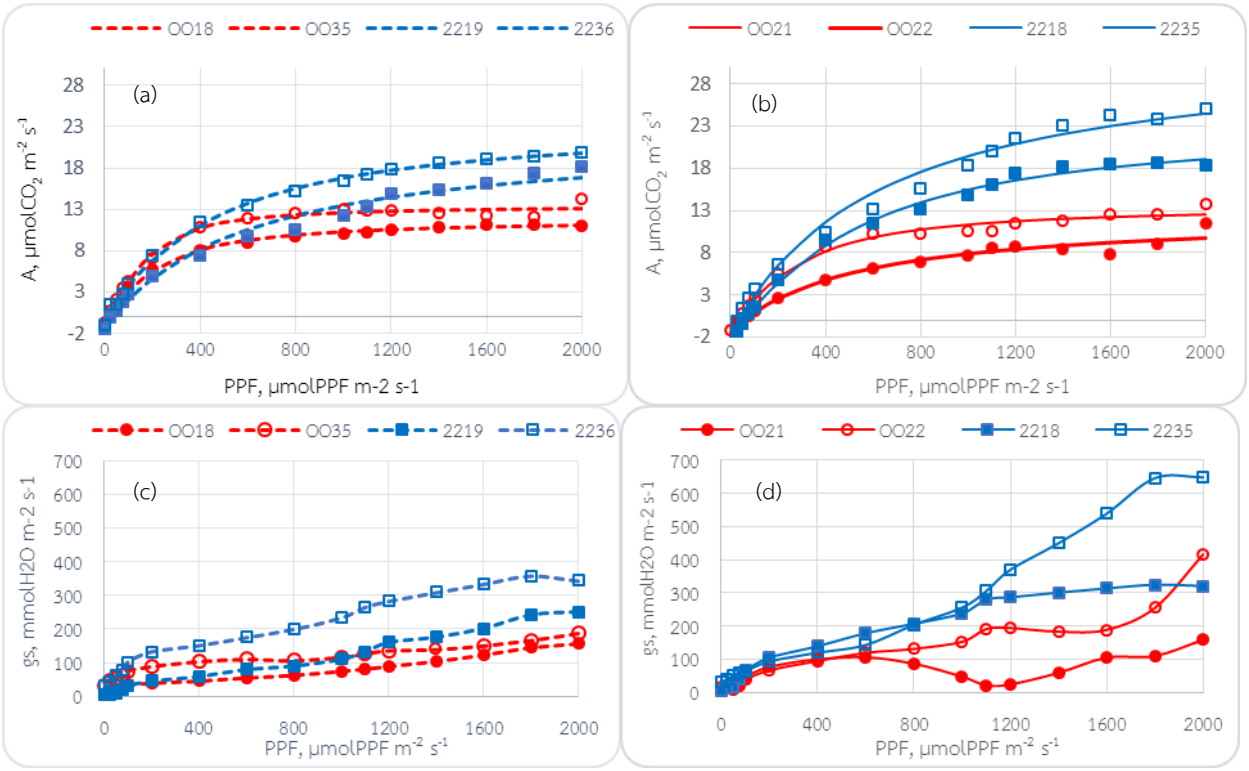


Figure 5 Light response curve (a-b) and stomatal conductance (c-d) of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0; red) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2; blue) at UbonRachathani Field Crop Research Center (dash line)and SuratThani Oil Palm Research Center (straight line) (March, 2013)

จาก Figure 5 (a-b) เป็นการเปรียบเทียบเส้นตอบสนองต่อแสงและค่านำไหลปากใบ Figure 5 (c-d) ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ที่มีการจัดการแตกต่างกัน (สีฟ้า:ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 เปอร์เซ็นต์; สีแดง:อาศัยน้ำฝนร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์) ระหว่าง ศวร.อุบลราชธานี (เส้นประ) และศวป.สุราษฎร์ธานี (เส้นตรง) และจากการคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้สมการ non rectangular hyperbola (Table 3) 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 $m^{-2}s^{-1}$

Table 3 Maximum photosynthetic rate, light use efficiency, light saturation point and light compensation point of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (Ubon) and SuratThani Oil Palm Research Center (Surat) (March, 2013)

Treatments	Max. Photosynthetic Rate ($\mu molCO_2 m^{-2}s^{-1}$)	Quantum Yield (mol mol^{-1})	Light Compensation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)	Light Saturation Point ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)
UbonRachathani				
I0F0R1	12.7	0.045	20.0	640
I0F0R3	14.0	0.051	8.6	456
I2F2R1	23.6	0.041	37.5	1165
I2F2R3	23.5	0.043	2.6	1005
SuratThani				
I0F0R2	14.7	0.038	25.4	776
I0F0R2	14.0	0.028	58.6	1143
I2F2R1	25.5	0.038	56.3	1132
I2F2R3	34.7	0.056	37.4	1189

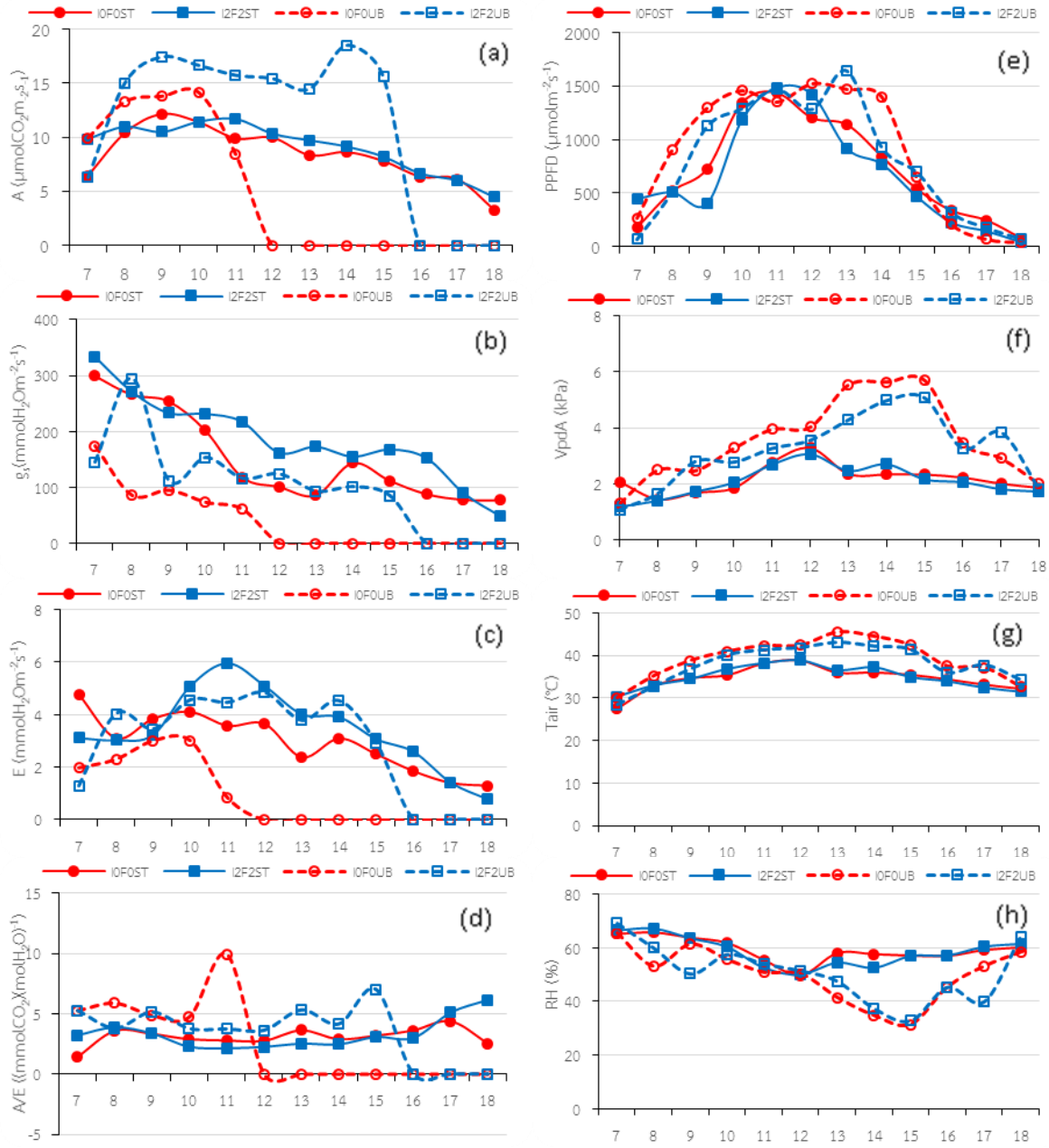


Figure 6 Photosynthetic rate (a) stomatal conductance (b) transpiration (c) water use efficiency (d) and climate (Phosynthetically Photon Flux Density; PPFD, Vapor Pressure Deficit; VPD, Temperature and Relative Humidity; RH (e-h)) between 07:00 am-18:00 pm of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend rate (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (Ubon) and SuratThani Oil Palm Research Center (Surat) (March, 2013)

การปรับตัวทางสรีรวิทยาในรอบวันของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการต่างกันในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (A) *ณ ศวร.อุบลราชธานี* การจัดการแบบ I2F2 ใบปาล์มน้ำมันสังเคราะห์แสงได้สูงและนานกว่าแบบ I0F0 (Figure 6a) สอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นผลจากการจัดการและประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบ *ณ ศวป.สุราษฎร์ธานี* อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก และสามารถสังเคราะห์แสงได้นานกว่าแต่อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดต่ำกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี ซึ่งปริมาณแสงที่ได้รับน้อยกว่าที่ ศวร.อุบลราชธานี (Figure 6a, 6e)

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. และปากใบปิดที่เวลา 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. (Figure 6c, 6g) 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. (Figure 6h) 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 (Figure 6d) โดยภาพรวมประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันที่ ศวร.อุบลราชธานีมีค่าสูงกว่าที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี เนื่องจากการปรับตัวต่อความเครียด โดยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี สูงกว่า ศวร.อุบลราชธานี 24.2 เปอร์เซ็นต์

ในปี พ.ศ. 2557-2558 หัววัดควบคุมปริมาณแสงชำรุด จึงวัดเฉพาะการตอบสนองในรอบวันและเสนอในรูปความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง (Figure 3) พร้อมนี้ได้บันทึกข้อมูลความเขียวของใบปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันเพิ่มความเข้มของสีเขียวของใบได้มากขึ้นทั้ง 2 รูปแบบการจัดการจาก 63.3 และ 67.5 (อายุ 30 เดือน) เป็น 67.8 และ 70.2 (อายุ 4 ปี) ณ ศวร.อุบลราชธานี และที่ ศวป.สุราษฎร์ธานีจาก 66.7 และ 71.9 (อายุ 30 เดือน) เป็น 75.4 และ 80.0 (อายุ 4 ปี) ซึ่งสอดคล้องกับปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นตามอายุปาล์มน้ำมัน (Table 4)

Table 4 SPAD unit of of oil palm var. SuratThani 7 (4 years) in 3 levels of irrigation and 3 fertilizer rates at UbonRachathani Field Crop Research Center and SuratThani Oil Palm Research Center (July 2015).

Location/Treatments	Rainfed	Irrigated 0.8 times of evaporation	Irrigated 1.2 times of evaporation	Mean
UbonRachathani (48 months)				
Fertilizer 75% of recommend rate	67.8	71.4	67.8	**69.0**
Fertilizer 100% of recommend rate	66.9	70.7	68.9	**68.8**
Fertilizer 125% of recommend rate	68.1	71.4	70.2	**69.9**
Mean	**67.6**	**71.2**	**69.0**	**69.2**
SuratThani (48 months)				
Fertilizer 75% of recommend rate	75.4	73.9	75.7	**75.0**

Fertilizer 100% of recommend rate	76.2	74.7	75.1	**75.3**
Fertilizer 125% of recommend rate	74.2	76.3	80	**76.8**
Mean	**75.3**	**75.0**	**76.9**	**75.7**

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการแตกต่างกันและพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับแสง พบว่า มีการตอบสนองต่อแสงไปในทิศทางเดียวกันเป็นเชิงบวก โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี ใบปาล์มน้ำมันสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,251 และ 1,267 $\mu molm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม y=4.3793ln(x)–10.67; R^2=0.776 และ y=6.7367ln(x)–23.475; R^2=0.862 ตามลำดับ ที่ ศวป.สุราษฎร์ธานี ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการรูปแบบที่ 1 และ 2 สามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 29.7 และ 41.7 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ ที่ปริมาณแสง 1,466 และ 1,216 $\mu molm^{-2} s^{-1}$ ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการลอการิทึม y=6.9966ln(x)–22.958; R^2=0.736 และ y=7.7477ln(x)–23.795; R^2=0.544 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบที่ปริมาณแสงเดียวกัน ปาล์มน้ำมันที่ได้รับปัจจัยน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมสามารถสังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงกว่า 5-10 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ และสังเคราะห์แสงได้นานกว่าที่ปริมาณแสงสูงกว่า (Figure 7a)

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า มีการตอบสนองต่อความชื้นสัมพัทธ์ ไปในทิศทางตรงกันข้าม โดยรูปแบบการจัดการที่ 1 และ 2 ที่ ศวร.อุบลราชธานี สังเคราะห์แสงสุทธิได้สูงสุด 23.8 และ 28.7 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ 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 $\mu molCO_2 m^{-2} s^{-1}$ 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 โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ 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 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 7b)

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.สุราษฎร์

ธานี ยังคงสังเคราะห์แสงสุทธิได้ 27.6 และ 31.6 $\mu molCO_2m^{-2}s^{-1}$ แม้อุณหภูมิจะสูงถึง 42.2 และ 46.5 องศาเซลเซียส (Figure 7c)

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 (Figure 7e)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่านำไหลปากใบและแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ โดยปกติในช่วงเช้าที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง แรงดึงระเหยน้ำในอากาศจะมีค่าต่ำ และเมื่อปริมาณแสงและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะลดลง ส่งให้แรงดึงระเหยน้ำในอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น หากปาล์มน้ำมันมีการจัดการน้ำที่ดี 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 (Figure 7f)

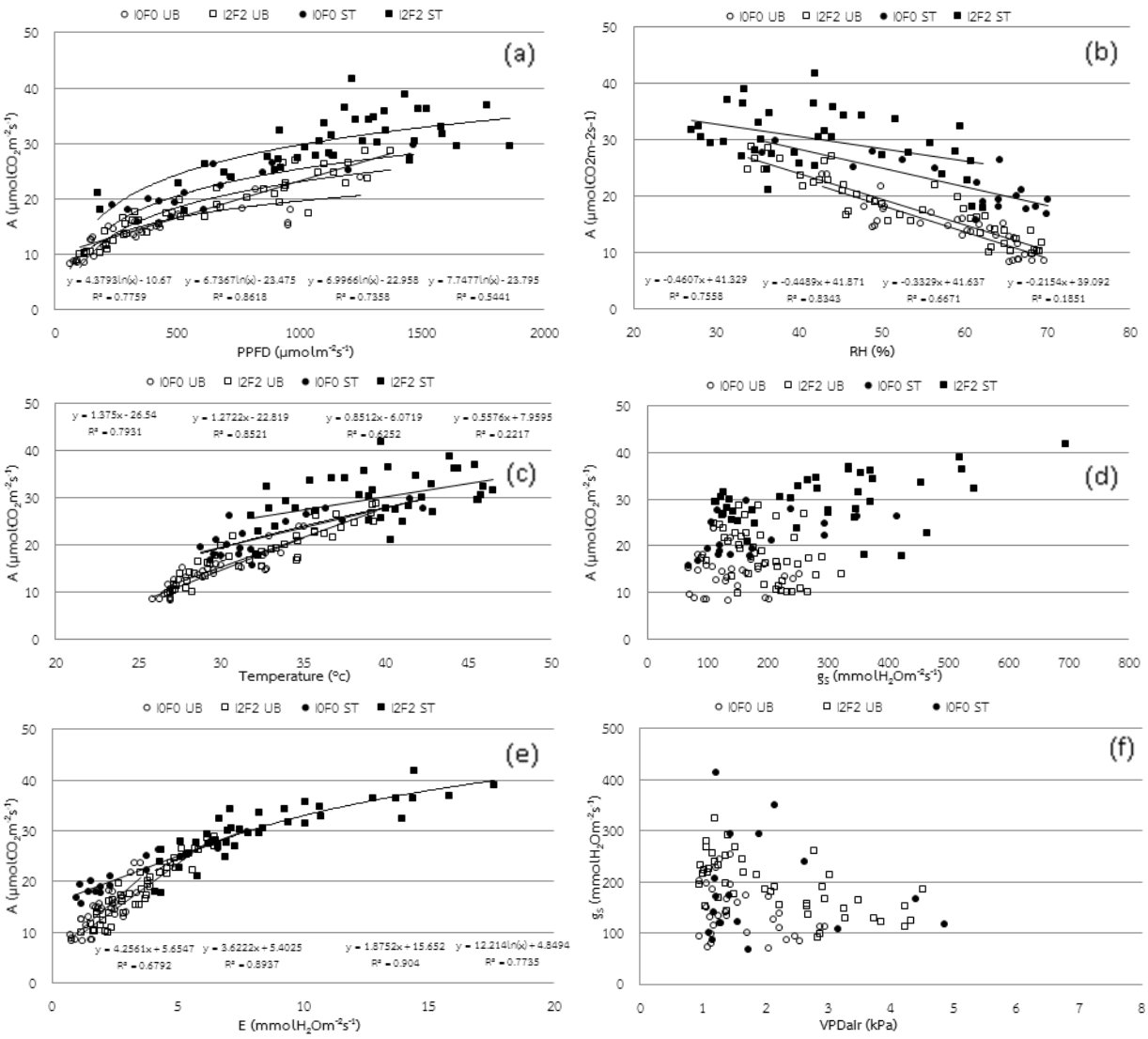


Figure 7 Relation between photosynthetic rate and Photosynthetically Photon Flux Density (a) relative humidity (b) temperature (c) stomatal conductance (d) and transpiration (e) and relation between stomatal conductance and air vapor pressure deficit (f) of oil palm var. SuratThani 7 : rainfed and fertilizer 75% of recommend rate (I0F0) compare with irrigated 1.2 times of evaporation and fertilizer 125% of recommend rate (I2F2) at UbonRachathani Field Crop Research Center (UB) and SuratThani Oil Palm Research Center (ST) (April, 2015)

การทดลองที่ 1.3 การศึกษาการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันกับพื้นที่ที่มีศักยภาพการผลิตในภาคใต้ตอนบน

การลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน โดยการจัดการปุ๋ยตามการประเมินความต้องการธาตุอาหารจากค่าวิเคราะห์ดิน ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตทะลายสดและติดตามสถานะธาตุอาหารพืชในต้นจากการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน นอกจากนั้นได้ศึกษาการทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีและการชะลอการใช้ปุ๋ยโดยการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและกากสะเดาร่วมกับการประเมินตามความต้องการธาตุอาหารพืชของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมต่อศักยภาพดินแปลงทดลองนี้ ซึ่งได้ประเมินผลการทดลองในด้านการเจริญเติบโตทางกิ่งก้าน จำนวนทะลายปาล์ม น้ำหนักทะลายปาล์มสด สถานะธาตุอาหารพืชในดินและในใบปาล์มน้ำมัน ค่าใช้จ่ายปุ๋ย และผลตอบแทนการผลิตต่อต้นต่อปี ติดต่อกัน 2 ฤดูกาลผลิต (2554 และ 2555)

1. การประเมินองค์ประกอบธาตุอาหารพืชในทะลายปาล์มสด

จากการสุ่มประเมินองค์ประกอบธาตุอาหารพืชในผลผลิตปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ในระยะเก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมัน จำนวน 5 ตัวอย่าง จากส่วนต่างๆของผลผลิต เช่น เปลือก เนื้อ เมล็ด พบว่า ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมันมีปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย ไปกับผลผลิตปาล์มน้ำมัน พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ซึ่งคิดเป็นปริมาณไนโตรเจน 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

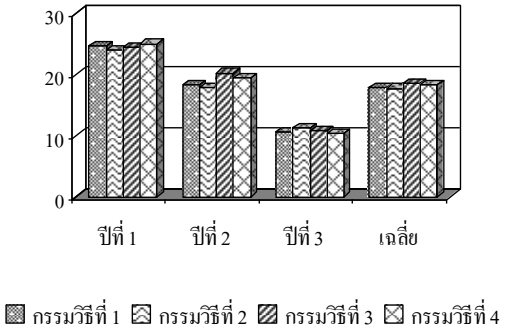
2. การเจริญเติบโตทางกิ่งก้านของปาล์มน้ำมัน

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 (ตารางที่ 2, 3 และ 4) โดยกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตอัตราการประเมินกรรมวิธีที่ 2 และ การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบและผลผลิตร่วมกับกากสะเดาตามกรรมวิธีที่ 4 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตของพื้นที่หน้าตัดแกนทางใบมากกว่ากรรมวิธีควบคุม

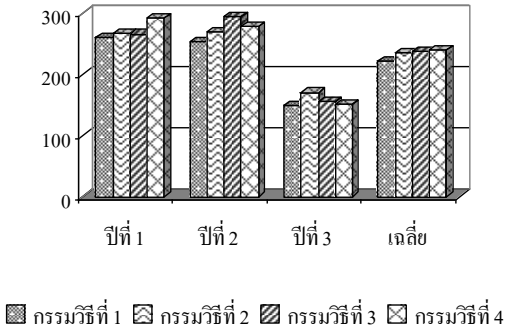
3. จำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายปาล์มสด

การบันทึกจำนวนทะลายและน้ำหนักทะลายสดทุกกรรมวิธี ติดต่อกัน 3 ฤดูกาลผลิต แสดงให้เห็นว่าผลผลิตปาล์มน้ำมันของต้นทดลองที่ทำการจัดการปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี มีจำนวนทะลายปาล์มต่อต้นต่อปีและน้ำหนักทะลายสดสะสมเฉลี่ยทั้ง 3 ฤดูกาลผลิตไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ดังแสดงในตารางที่ 5,6และ7) โดยฤดูกาลผลิต 2555 56มีน้ำหนักทะลายสดต่อต้นต่อปีสูงกว่า ในฤดูกาลผลิต 2556-57 เนื่องจากมีปริมาณฝนมากกว่า ฝนกระจายตัวได้ดี ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตในแต่ละกรรมวิธีนั้น พบว่า การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่า

วิเคราะห์ดิน 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



ภาพที่ 1 จำนวนทะลายปาล์มจากการจัดการปุ๋ย 4 กรรมวิธี 3 ฤดูกาลผลิต อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร



ภาพที่ 2 น้ำหนักทะลายปาล์มสด (กิโลกรัม) จากการจัดการปุ๋ย 4 กรรมวิธี 3 ฤดูกาลผลิต อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร

4. ประเมินค่าใช้จ่ายปุ๋ยและผลตอบแทนการผลิตปาล์มน้ำมัน

การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืช มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยเฉลี่ย 3 ฤดูกาลผลิตน้อยที่สุด คือ 195 บาทต่อต้นต่อปี (ตารางที่ 9) และการจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (กรรมวิธีที่ 3) การจัดการปุ๋ยตามอัตราการประเมินตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชร่วมกับกากสะเดา (กรรมวิธีที่ 4) มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยเฉลี่ย 202.99 และ 213.56 บาทต่อต้นต่อปี ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามกรรมวิธีมีค่าใช้จ่ายปุ๋ยต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม คือ 219.38 บาทต่อต้นต่อปี ในขณะเดียวกัน

ถึงแม้ว่าจะลดปริมาณการใส่ปุ๋ยลงต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมประมาณ 12-16 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงได้รับผลผลิตได้ดีไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ส่งผลให้มีดัชนีผลตอบแทน (รายรับ/ค่าใช้จ่ายปุ๋ย)สูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยกรรมวิธีที่2,3 และ 4มีดัชนีผลตอบแทนเฉลี่ยที่ 3.26, 3.29 และ 3.24 ส่วนกรรมวิธีควบคุมมีดัชนีผลตอบแทนต่ำกว่า คือ 2.58 (ตารางที่ 8)

5. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการทางกายภาพและเคมีของดินและความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในใบปาล์มน้ำมัน แปลงเกษตรกร อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร

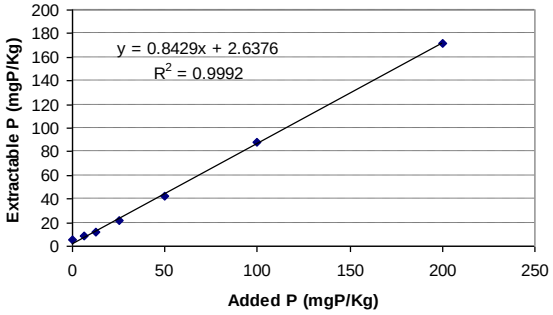
การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการทางกายภาพและเคมีของดินทั้งในฤดูกาลผลิตที่ 2554 และ ฤดูกาลผลิตที่ 2555 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสัดส่วนของธาตุอาหารประจุบวก มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกันทั้ง 4 กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย และยังคงมีปริมาณในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดินที่มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงมากกว่ากรรมวิธีการจัดการปุ๋ย 2,3 และ 4 ทั้งที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าประมาณ 10%(ดังแสดงในตารางที่ 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

6. การประเมินค่าสัมประสิทธ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมของดิน

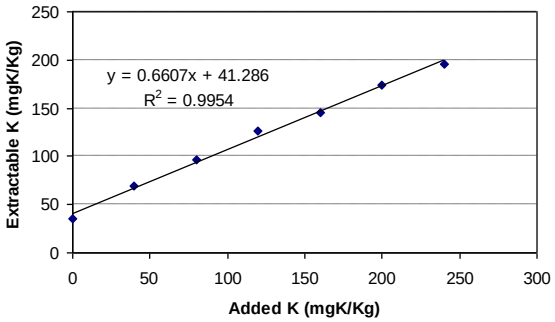
ดินแปลงปลูกปาล์มน้ำมันมาบ่มในห้องปฏิบัติการ นำมาบ่มในห้องปฏิบัติการ หาความสัมพันธ์ของปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปตามความเข้มข้นต่างๆ ที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7, 14, 21 และ 28 วัน เมื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินพบว่า มีค่าสัมประสิทธ์การปลดปล่อย 0.7640 (BC_P = 0.7640)(ดังแสดงในภาพที่ 3) นั่นคือ เมื่อใส่ฟอสฟอรัส 100 กรัม P ลงไปในดิน จะ

สามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสได้ 76.4 กรัม หรือกล่าวอีกนับหนึ่งคือ สามารถตรึงฟอสฟอรัสได้ 23.6 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดิน



ภาพที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร

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



ภาพที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยโพแทสเซียมของดินแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร

การคาดคะเนความต้องการปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินจากสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยที่เป็นประโยชน์ของปุ๋ยและดินออกสู่สารละลายดิน เป็นอีกแนวทางที่นำมาพัฒนาการใส่ปุ๋ยอย่างถูกต้องในแต่ละพื้นที่ตามชนิดดินและปริมาณที่พืชต้องการ (นัจภัค,2550)

7. รูปแบบการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชสำหรับปาล์มน้ำมัน

จากผลการสำรวจดินแบบค่อนข้างละเอียด และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เช่น ลักษณะเนื้อดิน ความหนาแน่นดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ฯลฯ นำมาเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาพื้นที่เฉาะแห่งและศึกษาความเหมาะสมของดิน และจากผลการทดลองการตอบสนองต่อปุ๋ยของปาล์มน้ำมันนี้ จึงอาจนำมาประยุกต์รูปแบบการประเมินอัตราการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและผลผลิตพืชสำหรับปาล์มน้ำมัน ได้ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1 โดยนำข้อมูลพืชเช่น ขนาดทรงพุ่ม ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อต้น ความหนาแน่นดินและสัมประสิทธิ์การดูดซับฟอสฟอรัส/โพแทสเซียมของดิน นำมาประเมิน

ร่วมกับผลวิเคราะห์ดินในรูปแบบของโปรแกรมคำนวณแบบง่ายนั้น สามารถกำหนดปริมาณการใช้ปุ๋ยต่างๆ ล่วงหน้าได้ เพื่อการวางแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณผลผลิตและพื้นที่การผลิตได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น

การทดลองที่ 1.4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน

แบ่งเป็น 3 งานทดลองย่อยตามอายุของปาล์มน้ำมัน

การทดลองย่อยที่ 1.4.1 ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน ผลของอาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตต่อการการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การสะสมน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนเหนือดินของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

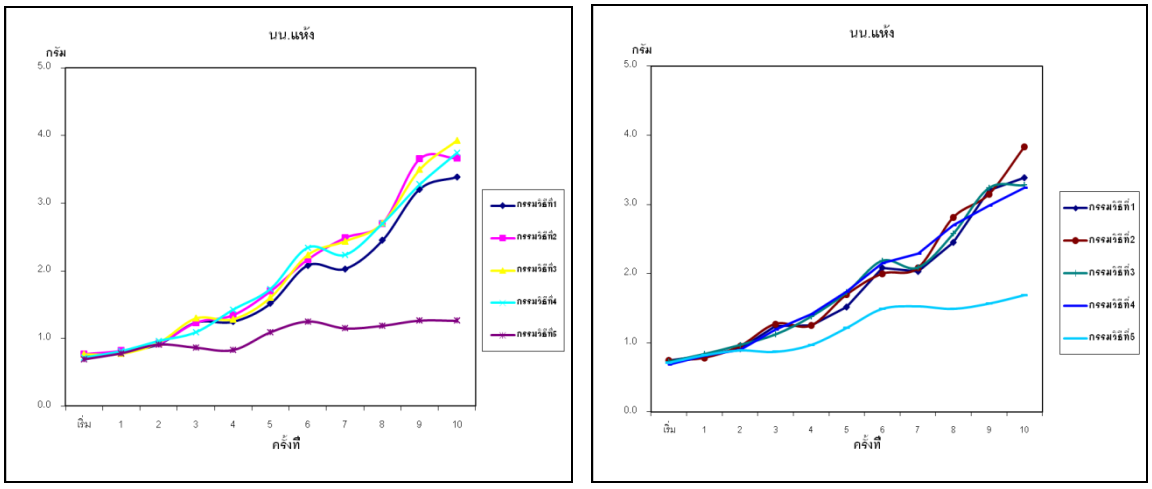
กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์หลังเพาะเมล็ดงอก 1 เดือน										
	เริ่ม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา											
1	0.60	0.68	0.74	0.99a	1.00ab	1.18a	1.65a	1.56b	1.95a	2.61a	2.78a
2	0.63	0.68	0.74	1.00a	1.11ab	1.40a	1.70a	2.06a	2.18a	3.12a	3.07a
3	0.63	0.64	0.75	1.05a	0.98b	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**

จากการวิเคราะห์สถิติพบว่า 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 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 2 การสะสมน้ำหนักแห้ง (กรัม) ส่วนที่อยู่ในดิน (ราก) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

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**

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 กับการใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอย่างเดียวชัดเจนขึ้น โดยกรรมวิธีที่ 1–4 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของรากมากกว่ากรรมวิธีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 มีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด (ตารางที่ 2) แต่เมื่อนำน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดินรวมกับส่วนรากแล้วพบว่า การใช้จุลินทรีย์อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี มีผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งของกล้าปาล์มน้ำมันต่ำกว่ากลุ่มต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้ปุ๋ยเคมีหรือใช้จุลินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผลของอาบัสคูลาร์ไมโคไรซา(a) ผลของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (b) ต่อการสะสมน้ำหนักแห้งของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การเพิ่มจำนวนใบและพื้นที่ใบ จำนวนใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโครไรซาเริ่มแตกต่างทางสถิติเมื่อต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 7 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ดงอก โดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 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

ตารางที่ 4 จำนวนใบปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

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 5 พื้นที่ใบปาล์มน้ำมันที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต

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	213.70a	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**

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

การทดลองย่อยที่ 1.4.2 ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันปลูกใหม่

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

จำนวนทางใบเพิ่ม พบว่า ผลของกรรมวิธีไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบเพิ่ม (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนทางใบเพิ่มของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	จำนวนทางใบเพิ่ม (ทางใบต่อต้นต่อ 6 เดือน)			
	เริ่มบันทึกข้อมูล	6 เดือน	12 เดือน	18 เดือน
1	0.00	17.14 a	16.39 a	15.03 a
2	0.00	17.14 a	15.67 a	15.11 a
3	0.00	17.42 a	15.97 a	14.50 a
4	0.00	17.93 a	16.30 a	14.52 a
5	0.00	16.20 a	16.00 a	14.25 a
6	0.00	17.92 a	16.08 a	14.97 a
7	0.00	16.78 a	16.06 a	14.75 a
8	0.00	17.28 a	16.25 a	14.11 a
9	0.00	16.76 a	16.59 a	14.66 a
C.V.(%)	-	5.00	4.90	4.60

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

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 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธี	จำนวนใบย่อยต่อทางใบ (ใบย่อย)		ความยาวทางใบ (ซม.)	
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1	188.22 a	227.00 a	236.31abc	297.25 abc
2	184.22 ab	223.72 a	234.22 abc	295.06 abc
3	187.94 a	228.06 a	242.86 a	309.28 a
4	184.65 ab	224.78 a	238.2 abc	298.60 abc
5	170.56 d	212.95 b	205.64 d	285.50 d
6	186.33 ab	226.50 a	240.28 ab	302.78 ab
7	183.00 abc	221.78 ab	230.28 abc	289.75 abc
8	176.44 cd	218.28 ab	222.67 bc	283.67 bc
9	178.67 bc	223.11 a	221.48 cd	280.75 c
C.V.(%)	2.80	2.70	4.80	4.60

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

กรรมวิธีที่ 5 มีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางน้อยที่สุด ทั้งปีที่ 2 และปีที่3 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

กรรมวิธี	พื้นที่ใบ(ตารางเมตร)		พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตารางเซนติเมตร)	
	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 2	ปีที่ 3
1	2.30 ab	2.95 bc	7.26 ab	9.54 a
2	2.19 ab	2.97 bc	7.06 ab	9.41 ab
3	2.26 ab	3.22 ab	6.85 ab	8.95 abc
4	2.55 a	3.69 a	7.04 ab	8.38 abc
5	1.69 c	2.34 c	5.85 b	7.41 c
6	2.30 bc	3.06 b	7.83 a	9.44 ab
7	2.05 bc	2.71 bc	6.76 ab	7.74 bc
8	2.00 bc	2.68 bc	6.75 ab	8.57 abc
9	1.88 bc	2.71 bc	6.29 b	8.09 abc
C.V.(%)	14.10	13.50	12.00	11.90

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 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลผลิตและจำนวนทะลายปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธี	ผลผลิตทะลายสด (กก./ต้น)	จำนวนทะลายปาล์มน้ำมัน(ทะลาย/ต้น)
1	25.88 a	10.36 a
2	25.14 a	8.81 ab
3	24.79 a	10.00 a
4	27.68 a	10.47 a
5	12.44 c	4.53 c
6	24.10 ab	8.84 ab
7	23.64 ab	8.67 ab
8	16.79 bc	6.58 bc
9	11.68 c	4.50 c
C.V.(%)	23.20	19.20

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

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 (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 จำนวนทางใบเพิ่ม

กรรมวิธี	จำนวนทางใบเพิ่ม (ทางใบต่อต้นต่อปี)		
	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
1	15.86a	14.08a	13.13a
2	15.84a	12.11a	14.00a
3	15.11a	12.75a	13.22a
4	16.10a	13.64a	13.50a
5	15.50a	11.75a	12.00a
6	15.36a	11.86a	13.50a
7	15.60a	12.13a	13.60a
8	15.55a	11.64a	13.04a
9	15.86a	12.17a	12.53a
C.V.(%)	5.92	14.92	10.18

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จำนวนใบย่อยและความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน

จำนวนใบย่อยเมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำอย่างเดียว กับการใช้ปุ๋ยชีวภาพทั้งอาบัสคูลาร์ไมโคไรซาและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์ฯ และการใช้ปุ๋ยชีวภาพเพียงอย่างเดียว จำนวนใบย่อยไม่แตกต่างกัน สำหรับความยาวทางใบก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับจำนวนใบย่อย คือมีความยาวทางใบใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 จำนวนใบย่อย และความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธี	จำนวนใบย่อยต่อทางใบ(ใบย่อย)			ความยาวทางใบ(ซม.)		
	ปี56	ปี57	ปี58	ปี56	ปี57	ปี58
1	373.06 a	380.63 a	320.28 a	592.00 a	540.73 a	504.34 a
2	404.51 a	381.82 a	301.22 a	557.10 a	581.09 a	535.23 a
3	395.22 a	388.68 a	319.78 a	547.28 a	562.33 a	524.35 a
4	392.89 a	390.44 a	355.17 a	535.44 a	552.05 a	510.07 a
5	381.67 a	371.50 a	309.28 a	522.89 a	529.22 a	481.39 a
6	405.22 a	379.66 a	338.27 a	531.36 a	549.28 a	516.94 a

7	390.00 a	383.08 a	329.22 a	528.42a	547.82 a	515.53 a
8	388.11 a	377.66 a	335.44 a	545.45 a	544.97 a	509.68 a
9	414.06 a	400.75 a	358.72 a	545.31 a	578.31 a	525.84 a
C.V.(%)	6.64	5.75	12.76	6.67	8.35	7.62

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางมีลักษณะคล้ายคลึงกับจำนวนใบย่อยและความยาวทางใบปาล์มน้ำมัน นั่นคือ ทุกกรรมวิธีมีพื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทางใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 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 ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 1 ซึ่งเป็นการให้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ในขณะที่กรรมวิธีที่ 5 ที่ใช้อาบัสคูลาร์ไมโคราซาอย่างเดียวให้ผลผลิตต่ำสุด คล้ายกับกรรมวิธีที่ 8 ซึ่งใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีร้อยละ 25 ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ การใช้ปุ๋ยจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยเคมีในกรรมวิธีที่ 3, 4, 7 และ 9 มีผลผลิตใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 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 ค่าการนำไฟฟ้า หรือความเค็มของดินอยู่ในระดับเหมาะสม 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 ใช้อาบัสคูลาร์ไมโคไรซาเพียงอย่างเดียวและใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์ฯ 25 % ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตราตามคำแนะนำของกลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดินตามลำดับ เหลือต่ำกว่า 100 ส่วนต่อล้าน ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 9 คือใช้ปุ๋ยเคมี 50 % ร่วมกับไมโคไรซา และใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี) มีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินใกล้เคียงก่อนการทดลอง 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 ไร่เกษตรกร บ้านห้วยลึก 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./ต้นได แอมโมเนียมฟอสเฟต (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** 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) 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 ปุ๋ยเคมีที่ต้องการใช้ 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

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

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) ร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพลังงานและธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ตำบลบ้านพริก อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ

Pedon 5/2557 ชุดดินคลองซาก (Khlong Chak soil series; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandihumults) ณ แปลงเกษตรกรนายธีรพงศ์ เลาหะวงศ์เกษม 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 แปลงเกษตรกรหมู่ที่ 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 ตำบล คลองตาล อำเภอ ศรีสำโรง สุโขทัย พิกัด 47Q 0590311N 1897598E 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

ตารางที่ 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

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----------)							
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+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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

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 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
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

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดินของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคใต้

	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

	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 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
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

	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
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
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

ตารางที่ 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

	Depth	pH	EC	O.M.	Avail.P	Avail.K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	CEC	BS
	(cm)		dS/m	(%)	(----------mg/kg----------)										(%)
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
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

	Depth	pH	EC	O.M.	Avail.P	Avail.K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	CEC	BS
	(cm)		dS/m	(%)	(----------mg/kg----------)										(%)
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
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

ตารางที่ 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

ตารางที่ 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
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

	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
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
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

ตารางที่ 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
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

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} ----------)							
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	8.3	5.2	-	20
Btc1	15-30	4.1	0	17.8	1.50	66.6	1.97	0.57	0.02	0.17	7.5	7.4	-	27
Btc2	30-55	4.2	0	4.3	0.50	105.7	0.36	0.36	0.04	0.27	8.3	7.5	-	11
Btc3	55-80	4.1	0	2.9	1.10	121.0	0.28	0.40	0.04	0.31	9.4	6.8	-	10
Btc4	80-120	4.1	0	2.9	0.68	120.4	0.13	0.36	0.04	0.31	7.9	7.8	-	10
Btc5	120-160	4.0	0	2.4	1.00	72.2	0.03	0.59	0.04	0.18	8.4	7.2	-	9
Btc6	160-200+	4.0	0	2.2	0.98	104.9	0.03	0.66	0.04	0.27	7.8	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
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

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} ----------)							
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

ตารางที่ 7 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก

Sample	Depth	Permeability	B.D.	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
	(cm)	(mm/hr)	(g/cm^3)	(----------%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

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----------)							
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
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

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 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
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

ตารางที่ 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

	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 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
Pedon 5/2557 ชุดดินคลองชาก (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 ชุดดินคลองชาก (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

	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
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
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

ตารางที่ 9 สมบัติทางเคมี ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันตก

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 1/2557 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

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} ----------)							
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	35
Apg2	30-70	5.9	nd	15.0	nd	508	11	18	4.5	1.3	48	32	1.8	42
ABg	70-90	6.4	nd	15.0	nd	391	19	26	11	1.0	26	29	1.4	69
Bssg1	90-110	5.7	nd	15.0	nd	391	18	23	12	1.0	42	28	1.3	56
Bssg2	110-130	5.9	nd	26.0	nd	586	15	18	7.4	1.5	40	28	1.5	51
Bssg3	130-170	4.4	nd	27.0	nd	547	9.7	12	3.3	1.4	48	25	1.8	35
Bssg4	170-200+	5.4	nd	27.0	nd	547	12	20	4.0	1.4	44	29	1.5	46
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	12.6	50
Ap2	10-35	3.6	nd	36.2	7.2	0.08	0.001	0.0003	0.001	0.0002	41	27	12.3	50
Ap3	35-60	3.6	nd	47.8	10.2	0.04	0.001	0.0002	0.001	0.0001	45	31	14.8	50
Bwg	60-80	3.5	nd	20.7	0.7	0.08	0.001	0.0004	0.001	0.0002	37	26	14.2	50
Bjg1	80-100/105	3.5	nd	12.1	0.4	0.16	0.001	0.0005	0.001	0.0004	35	23	14.4	50
Bjg2	100/105-120	3.4	nd	4.7	<0.1	0.16	0.001	0.0006	0.001	0.0004	30	21	15.2	50
Bjg3	120-150	3.4	nd	5.4	<0.1	0.16	0.001	0.0007	0.001	0.0004	29	23	12.9	50
Bjg4	150-180	3.4	nd	5.4	<0.1	0.16	0.001	0.0008	0.001	0.0004	31	23	14.5	50
Bjg5	180-200+	3.4	nd	8.9	<0.1	0.20	0.001	0.0009	0.001	0.0005	31	22	13.3	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	110-150	5.3	0.01	2.7	4.5	16.4	0.19	0.06	0.24	0.04	4.4	4.2	-	11

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} ----------)							
C	150-200	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	120-150	5.5	0.01	1.7	1.61	16.7	0.12	0.07	0.56	0.04	8.2	4.9	-	9
BC2	150-200	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	13.7	3.09	14.81	13.2	15.4	22.0	0.04	53	33	-	49
ABgb	10/15-30	3.0	0.29	19.6	3.23	19.70	12.8	15.3	12.10	0.05	52	32	-	44
Bjgb1	30-50/55	3.0	0.38	14.8	3.30	14.15	10.2	14.8	14.4	0.04	49	29	-	45
Bjb2	50/55-80	2.2	3.1	51.7	3.30	15.3	4.5	9.8	9.9	0.04	55	28	-	31
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
Apgb1	30-40	4.1	0.30	8.4	0.3	23.8	8.8	12.0	10.6	0.06	51	25	-	38
Apgb2	40-50	5.0	0.20	12.3	0.5	24.4	7.9	11.9	10.0	0.06	44	19	-	40
Apgb3	50-70	4.9	0.20	1.6	0.6	23.2	8.3	10.8	11.2	0.06	33	31	-	48
Apgb4	70-110	5.1	0.20	1.6	0.1	19.8	8.0	11.2	9.0	0.05	58	29	-	33
Apgb5	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	15.4	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	100-130	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

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} ----------)							
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	110-130	6.8	0.05	0.6	1.0	29.3	0.89	1.11	0.88	0.07	6.8	18.5	-	30
Btg5	130-150	7.1	0.03	1.4	2.0	29.8	0.86	0.91	0.56	0.08	7.8	19.2	-	24
BC	150-200	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

ตารางที่ 10 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ pF ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

Sample	Depth	Permeability	B.D.	pF0	pF1.0	pF1.5	pF2.0	pF2.5	pF3.0	pF4.2	AWC
	(cm)	(mm/hr)	(g/cm^3)	(----------%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

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----------)							
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
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

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----------)							
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
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

ตารางที่ 11 สมบัติทางฟิสิกส์ ความเสถียรของเม็ดดิน และเนื้อดิน ของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

	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

	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 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
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

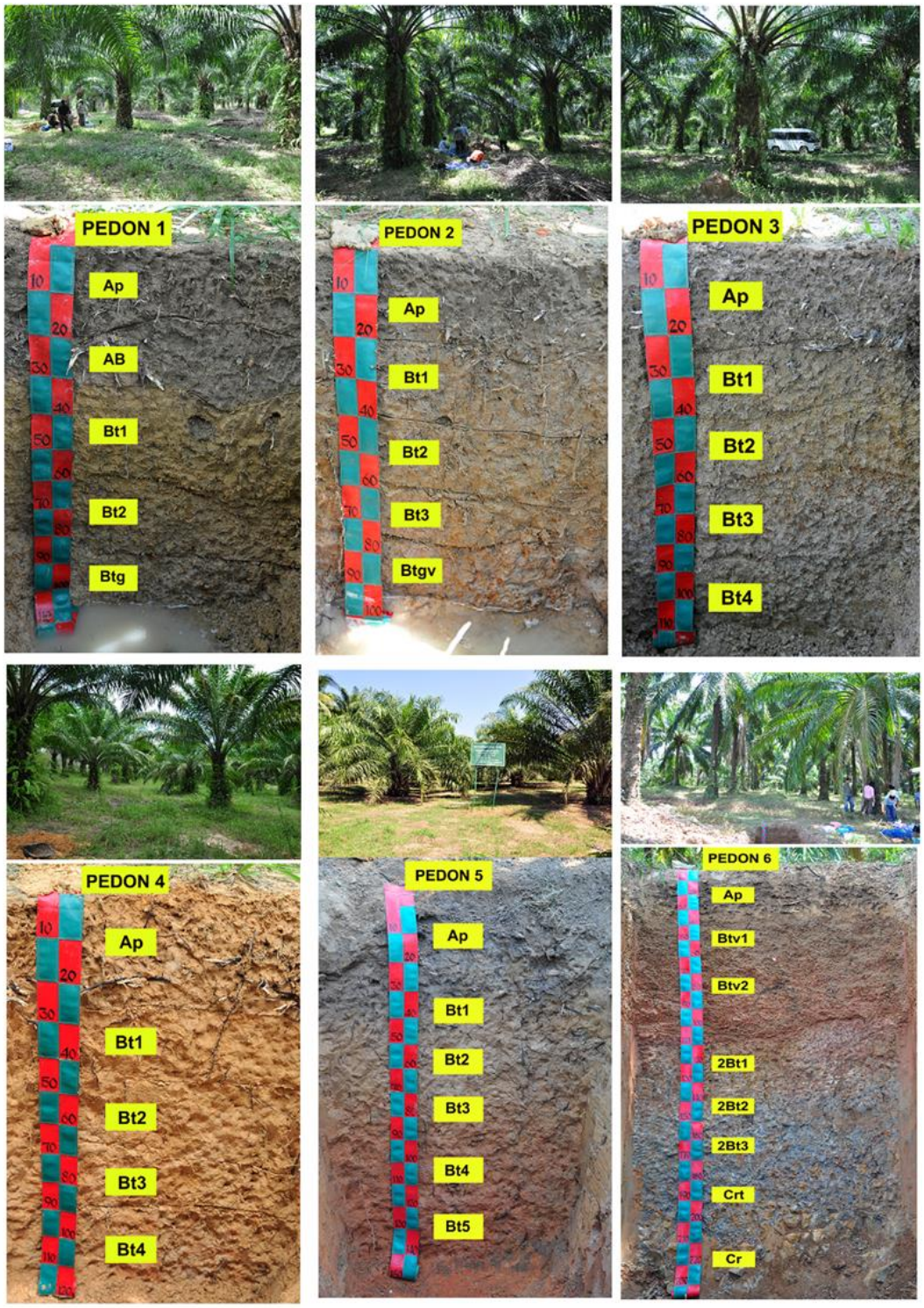
	Depth	Aggregate stability							Soil Texture					
	(cm)	Particle size distribution (%wt)							Particle size distribution (%wt)					
		8-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	0.5-0.25 mm	0.25-0.1 mm	<0.1 mm	MWD (mm)	Coarse Sand (%)	Fine Sand (%)	Total Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture
Btg2	35-60	0.3	0.9	3.4	9.4	41.7	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
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

ตารางที่ 12 สมบัติทางเคมีของดินปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก

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 1/2558 ชุดดินกำแพงเพชร (Kamphaeng Phet soil series: Kp)														
Ap	0-25	5.4	0.03	16.5	18.0	131.0	3.8	1.8	0.50	0.34	3.10	6.5	-	68
Bw	25-60	5.8	0.04	12.4	14.0	60.4	4.4	1.3	0.40	0.15	3.30	5.5	-	65
AB	60-80	6.0	0.03	13.7	15.0	59.7	5.0	1.6	0.30	0.15	5.90	8.3	-	54
Btb1	80-110	6.1	0.03	11.1	18.2	51.5	3.8	1.3	0.35	0.13	5.80	7.9	-	49
Btb2	110-150	6.5	0.01	10.1	17.5	47.4	4.1	1.5	0.40	0.12	5.70	8.0	-	52
Btb3	150-180	6.7	0.01	8.7	16.2	57.5	5.1	1.9	0.45	0.15	4.80	8.4	-	61
Btb4	180-200+	6.6	0.02	10.5	12.0	60.0	5.7	2.0	0.40	0.15	5.20	9.0	-	61
Pedon 2/2558 ชุดดินสรรพยา (Sapphaya soil series: Sa)														
Apg	0-30	6.4	0.01	20.9	18.0	143.5	4.6	1.5	0.60	0.37	4.2	18.0	-	63
Btg1	30-55	6.7	0.01	12.9	16.8	62.8	4.4	1.5	0.80	0.16	5.1	19.0	-	57
Btg2	55-75	6.6	0.01	12.8	18.6	59.3	3.8	1.5	0.70	0.15	5.0	12.0	-	55
Btg3	75-100	6.6	0.01	13.7	15.7	61.1	4.6	1.3	1.20	0.16	4.9	10.0	-	60
Btg4	100-130	6.5	0.01	10.1	17.4	52.4	4.6	1.5	1.10	0.13	5.2	10.8	-	58
Btg5	130-170	6.7	0.01	11.1	19.3	56.6	3.9	1.3	0.98	0.14	4.7	11.2	-	57
Btg6	170-200+	6.5	0.02	14.2	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	17.6	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	12.9	2.6	25.1	2.3	1.4	0.30	0.06	4.3	18.1	-	49
2Bt2	80-120	7.0	0.01	13.6	3.1	32.6	2.8	1.6	0.25	0.08	5.5	20.2	-	46
2Bt3	120-150	7.2	0.01	5.1	3.9	24.3	1.7	1.3	0.30	0.06	6.6	20.1	-	34
2Bt4	150-200	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	23.7	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	170-200+	5.7	0.01	4.1	0.8	17.9	0.3	0.7	0.30	0.05	11.8	8.6	-	10
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

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}----------)							
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	160-200+	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	26.6	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	12.6	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	175-200+	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	170-200+	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	13.8	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	100-135	6.0	0.01	0.5	1.3	22.7	0.9	0.44	4.2	0.06	8.4	19.0	-	40
Bv2	135-170	5.9	0.01	0.4	1.0	29.8	1.1	0.41	5.1	0.08	8.5	18.2	-	44
Bv3	17-210+	5.7	0.01	0.1	1.7	19.4	1.1	0.42	5.2	0.05	8.9	15.0	-	43
Pedon 9/2558 ชุดดินท่าม่วง (Tha Muang soil series: Tm)														
Ap	0-35	6.0	0.01	10.6	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	170-200+	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

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}----------)							
Btg2	16-200+	7.2	0.02	0.0	0.6	68.4	1.6	0.59	0.20	0.17	4.8	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	135-180+	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	150-180+	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)

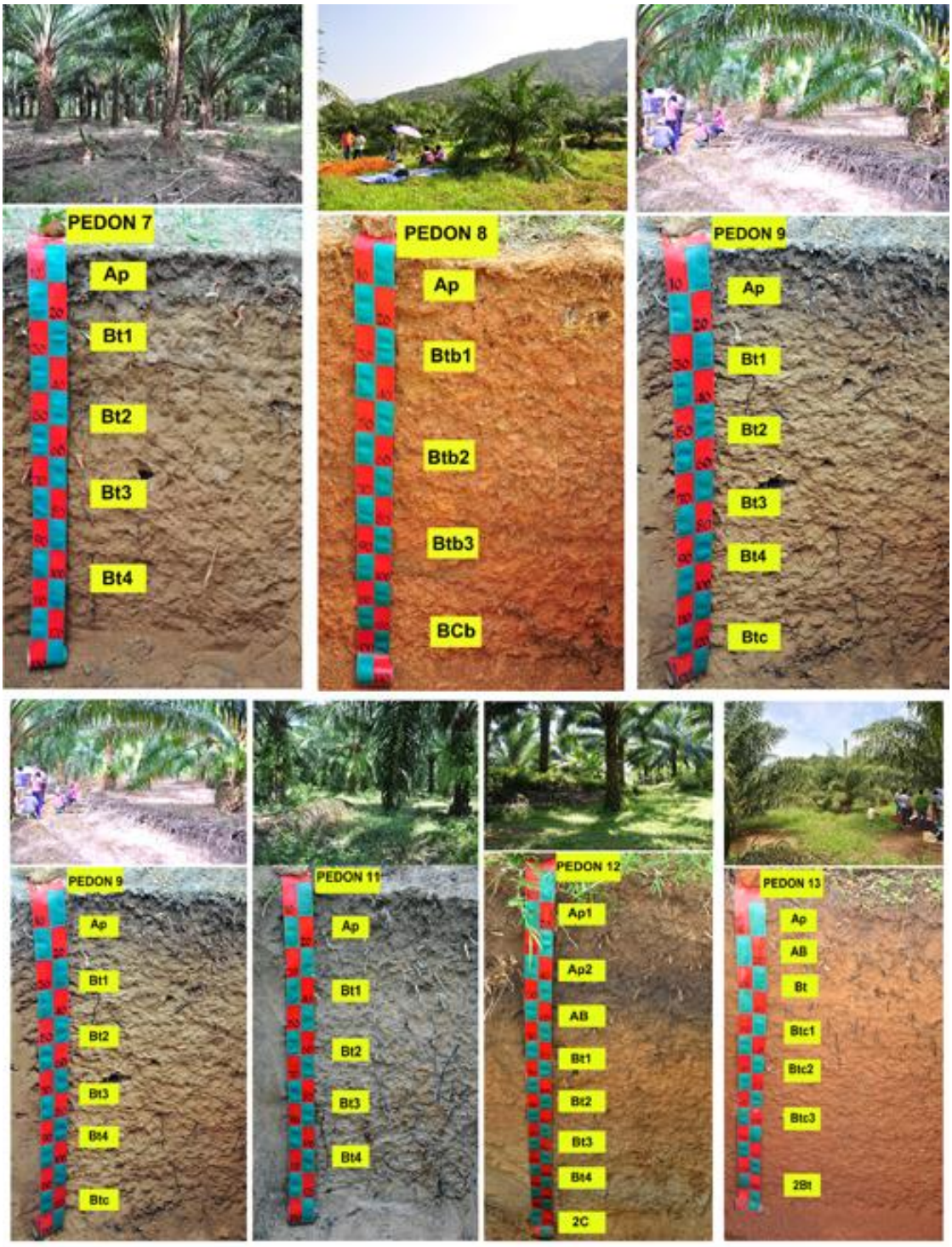
Pedon 3/2554 ชุดดินผักกาด (Phak Kat soil series: Pat)

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

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

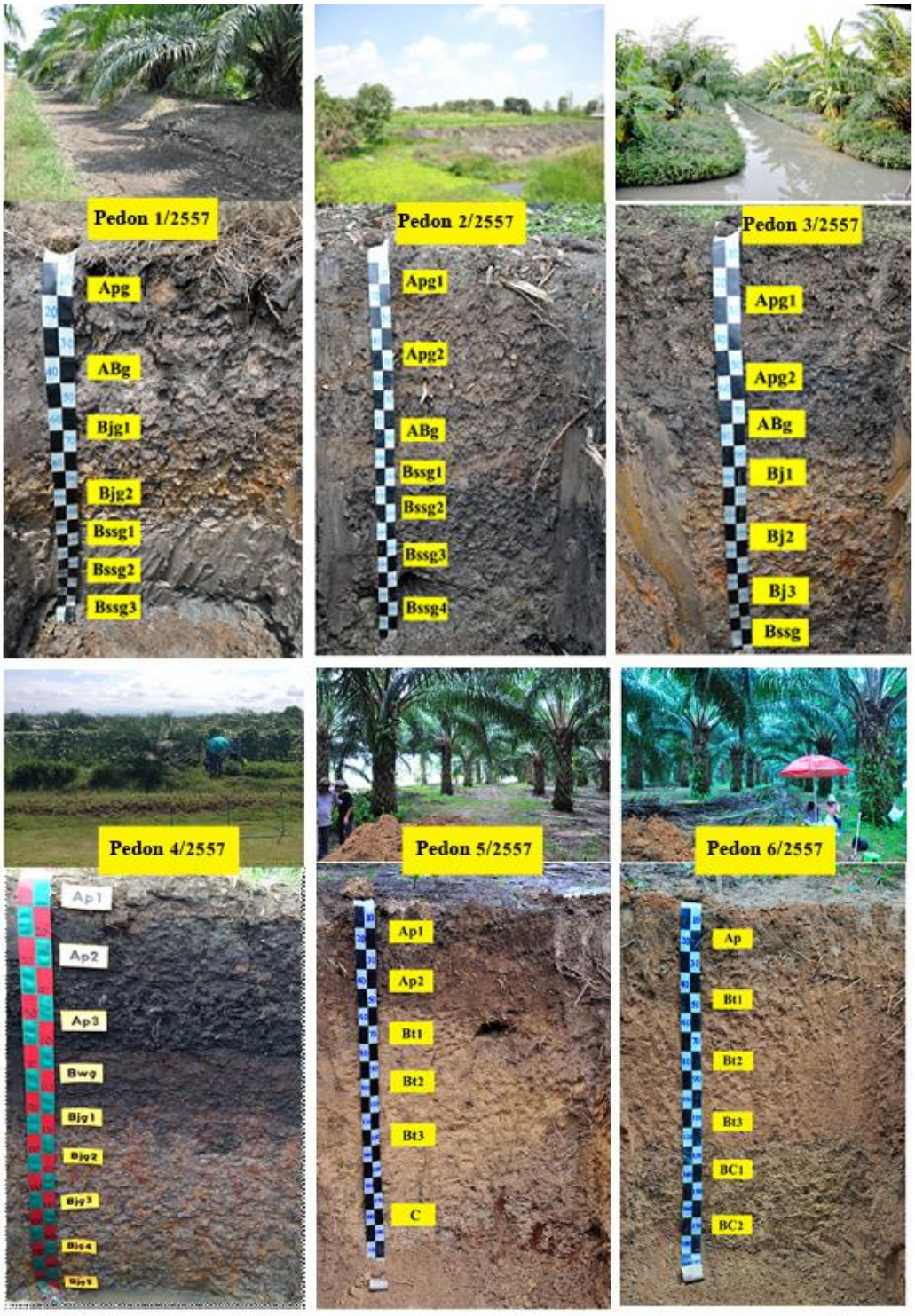
Pedon 6/2554 ชุดดินเขาขาด (Khao Khat soil series: Kkt, andesite derived variant)

ภาพที่ 1 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)

ภาพที่ 2 หน้าตัดดิน Pedon 7/2554 - Pedon 13/2554 ของพื้นที่ภาคใต้ที่ทำการศึกษา



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

Pedon 2/2557 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)

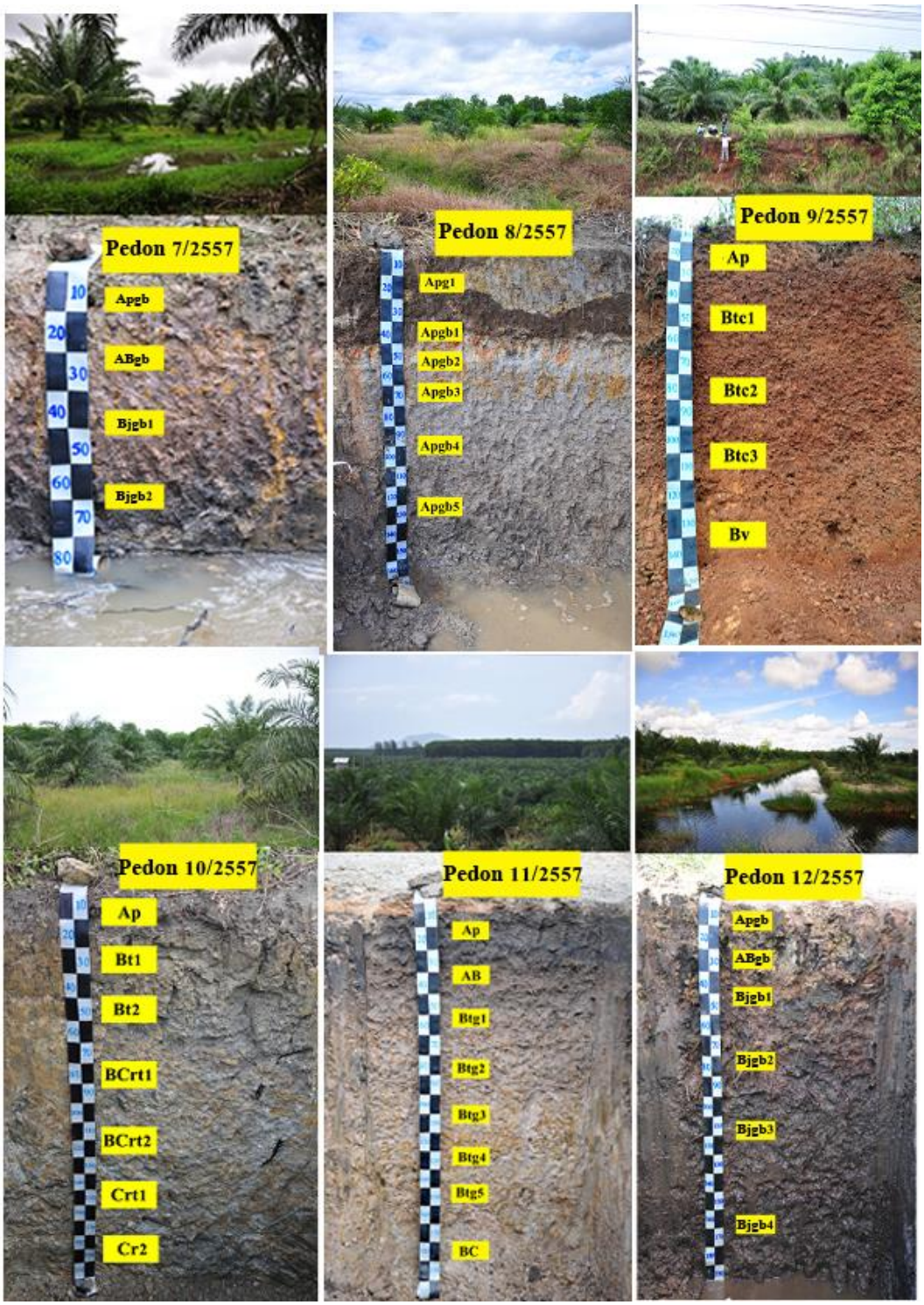
Pedon 3/2557 ชุดดินองครักษ์ (Ongkharak Series: Ok)

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

ภาพที่ 3 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)

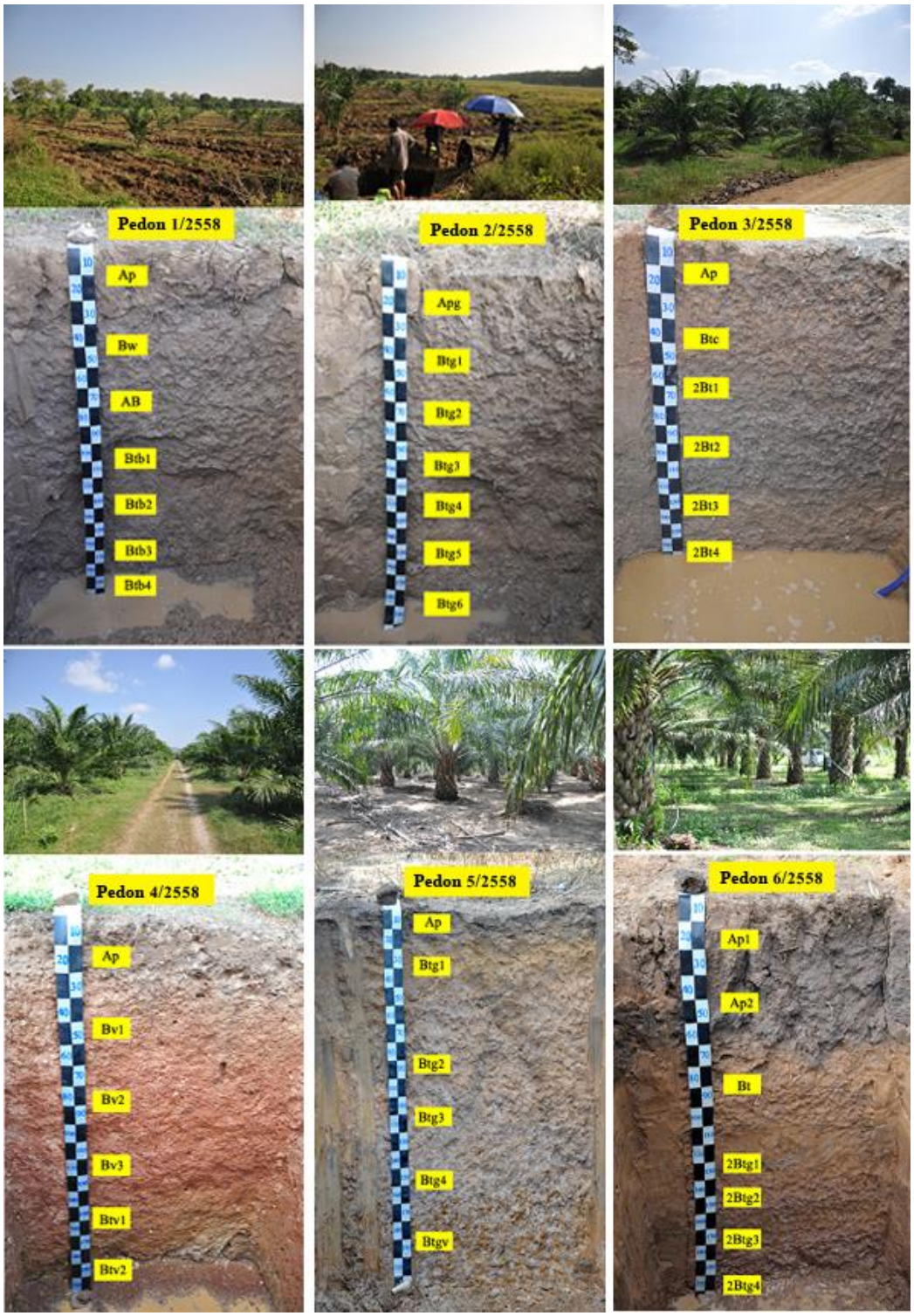
Pedon 9/2557 ดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex)

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)

ภาพที่ 4 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)

ภาพที่ 5 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)

ภาพที่ 6 หน้าตัดดิน Pedon 7/2558 - Pedon 12/2558 ของพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตกที่ทำการศึกษา

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 ผลผลิตได้แก่ 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**	$\hat{y}_{54}= 15.343X^{-0.306}$ (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 (ตารางที่ 1-7) ซึ่งสรุปได้ว่ามาตรฐานแปลงทดลองของปาล์มน้ำมันเมื่อต้องการศึกษา

ความยาวใบ ให้เก็บ 4 ต้น ซึ่งผลการทดลอง 3 ปี ให้ผลเหมือนกัน โดยเฉพาะปี 2555–2556 เส้นถดถอยเกือบทับกันสนิท (coincide) (ตารางที่ 1) 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 (ตารางที่ 2)

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 (ตารางที่ 3)

พื้นที่ใบและพื้นที่หน้าตัดแกนทาง ผลการทดลอง 3 ปีของ 2 ลักษณะพบว่า ให้ผลเหมือนกันคือ จำนวนต้นที่เหมาะสม 8 ต้นหรือขนาดแปลง 561.2 ตารางเมตร (ตารางที่ 4 และ 5)

จำนวนทะลายต่อต้น เก็บข้อมูลปี 2555–2556 ผลการทดลอง 2 ปี ให้ผลเหมือนกันคือ จำนวนต้นที่เหมาะสมสำหรับจำนวนทะลายต่อตันให้เก็บ 12 ต้นหรือขนาดแปลง 841.8 ตารางเมตร (ตารางที่ 6)

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 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 1 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของความยาวใบ ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง (ตารางเมตร)	จำนวนต้น	E(C.V.(%)) ปี			E(I) ปี		
		54	55	56	54	55	56
40.20	1	9.68	8.02	9.38	-	-	-
140.30	2	8.18	6.71	8.01	1.50	1.31	1.37
210.44	3	7.42	6.05	7.31	0.77	0.66	0.70
280.59	4	6.92	5.61	6.84	0.50	0.43	0.46
420.89	6	6.27	5.06	6.24	0.28	0.24	0.26
561.18	8	5.85	4.70	5.85	0.19	0.16	0.18
631.33	9	5.69	4.56	5.69	0.16	0.14	0.15
841.78	12	5.30	4.23	5.33	0.11	0.10	0.11
1122.37	16	4.95	3.93	4.99	0.08	0.07	0.07
1262.67	18	4.81	3.81	4.86	0.07	0.06	0.06
1683.55	24	4.48	3.54	4.56	0.05	0.04	0.04
1893.99	27	4.36	3.44	4.44	0.04	0.03	0.04
2525.30	36	4.06	3.19	4.15	0.03	0.02	0.03

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของความยาวใบ ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 2 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของจำนวนทางใบทั้งหมด ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง	จำนวน	E(C.V.(%)) ปี			E(I) ปี		
(ตารางเมตร)	ต้น	54	55	56	54	55	56
40.20	1	11.18	5.60	5.95	-	-	-
140.30	2	8.06	4.15	4.56	3.75	1.45	1.39
210.44	3	6.45	3.48	3.90	1.61	0.67	0.66
280.59	4	5.50	3.07	3.49	0.95	0.41	0.41
420.89	6	4.40	2.57	2.99	0.47	0.21	0.22
561.18	8	3.76	2.27	2.68	0.29	0.14	0.14
631.33	9	3.52	2.16	2.56	0.24	0.11	0.12
841.78	12	3.00	1.90	2.29	0.15	0.07	0.08
1122.37	16	2.56	1.68	2.05	0.09	0.05	0.05
1262.67	18	2.40	1.60	1.96	0.08	0.04	0.04
1683.55	24	2.05	1.41	1.76	0.05	0.03	0.03
1893.99	27	1.92	1.34	1.68	0.04	0.02	0.02
2525.30	36	1.64	1.18	1.50	0.03	0.01	0.01

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนทางใบ ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 3 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่า E(C.V.(%)) กับจำนวนต้นของจำนวนทางใบเพิ่ม ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง	จำนวน	E(C.V.(%)) ปี		E(I) ปี	
(ตารางเมตร)	ต้น	55	56	55	56
40.20	1	3.93	11.09	-	-
140.30	2	2.96	8.19	0.97	2.90
210.44	3	2.50	6.86	0.45	1.33
280.59	4	2.22	6.04	0.28	0.81
420.89	6	1.88	5.06	0.15	0.42
561.18	8	1.67	4.46	0.09	0.27
631.33	9	1.59	4.24	0.08	0.22
841.78	12	1.42	3.74	0.05	0.15
1122.37	16	1.26	3.29	0.03	0.09
1262.67	18	1.20	3.13	0.03	0.08
1683.55	24	1.07	2.76	0.02	0.05
1893.99	27	1.02	2.62	0.01	0.04
2525.30	36	0.90	2.31	0.01	0.03

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนทางใบเพิ่ม ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 4 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของพื้นที่ใบ ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง	จำนวน	E(C.V.(%)) ปี			E(I) ปี		
(ตารางเมตร)	ต้น	54	55	56	54	55	56
40.20	1	16.42	16.24	18.11	-	-	-
140.30	2	12.88	11.99	12.96	3.54	4.25	5.15
210.44	3	11.18	10.04	10.65	1.70	1.95	2.30
280.59	4	10.11	8.85	9.27	1.07	1.19	1.38
420.89	6	8.77	7.41	7.62	0.58	0.62	0.70
561.18	8	7.93	6.53	6.63	0.38	0.39	0.44
631.33	9	7.61	6.20	6.27	0.32	0.33	0.37
841.78	12	6.88	5.47		0.21	0.21	0.23
1122.37	16	6.22	4.82		0.14	0.14	0.15
1262.67	18	5.97	4.58		0.12	0.12	0.13
1683.55	24	5.40	4.04		0.08	0.08	0.08
1893.99	27	5.18	3.83		0.07	0.06	0.07
2525.30	36	4.68	3.38		0.05	0.04	0.04

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนพื้นที่ใบ ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 5 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของพื้นที่หน้าตัดแกนทาง ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง	จำนวน	E(C.V.(%)) ปี			E(I) ปี		
(ตารางเมตร)	ต้น	54	55	56	54	55	56
40.20	1	15.34	19.71	17.32	-	-	-
140.30	2	12.41	14.69	13.39	2.93	5.02	3.99
210.44	3	10.96	12.37	11.50	1.45	2.32	1.89
280.59	4	10.04	10.95	10.32	0.92	1.42	1.18
420.89	6	8.87	9.22	8.86	0.51	0.74	0.63
561.18	8	8.12	8.16	7.95	0.34	0.47	0.41
631.33	9	7.83	7.76	7.61	0.29	0.40	0.34
841.78	12	7.18	6.87	6.83	0.19	0.26	0.23
1122.37	16	6.57	6.08	6.13	0.13	0.17	0.15
1262.67	18	6.34	5.78	5.86	0.11	0.14	0.13
1683.55	24	5.80	5.12	5.26	0.08	0.09	0.08
1893.99	27	5.60	4.87	5.03	0.06	0.08	0.07
2525.30	36	5.13	4.31	4.52	0.04	0.05	0.05

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนพื้นที่หน้าตัดแกนทาง ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 6 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของจำนวนทะลายต่อต้น ปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง (ตารางเมตร)	จำนวนต้น	E(C.V.(%)) ปี		E(I) ปี	
		55	56	55	56
40.20	1	25.67	28.20	-	-
140.30	2	19.91	23.03	5.75	5.17
210.44	3	17.17	20.46	2.75	2.57
280.59	4	15.45	18.81	1.72	1.65
420.89	6	13.32	16.71	0.92	0.91
561.18	8	11.99	15.37	0.60	0.61
631.33	9	11.48	14.85	0.51	0.52
841.78	12	10.33	13.65	0.33	0.35
1122.37	16	9.30	12.55	0.22	0.24
1262.67	18	8.91	12.13	0.19	0.20
1683.55	24	8.02	11.15	0.12	0.14
1893.99	27	7.68	10.77	0.10	0.12
2525.30	36	6.91	9.90	0.07	0.08

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจำนวนทะลายต่อตัน ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 7 ขนาดแปลงทดลอง จำนวนต้น ค่า E(C.V.(%)) และค่า E(I) ของน้ำหนักทะลายปี 2554–2556

ขนาดแปลงทดลอง (ตารางเมตร)	จำนวนต้น	E(C.V.(%)) ปี			E(I) ปี		
		54	55	56	54	55	56
40.20	1	57.28	29.22	21.16	-	-	-
140.30	2	41.84	22.34	17.88	15.44	6.88	3.28
210.44	3	34.82	19.10	16.21	7.02	3.24	1.68
280.59	4	30.57	17.08	15.11	4.25	2.01	1.09
420.89	6	25.44	14.60	13.69	2.19	1.07	0.62
561.18	8	22.33	13.06	12.77	1.39	0.69	0.42
631.33	9	21.17	12.48	12.41	1.16	0.58	0.36
841.78	12	18.58	11.17	11.57	0.75	0.38	0.25
1122.37	16	16.31	9.99	10.79	0.48	0.25	0.17
1262.67	18	15.46	9.54	10.48	0.41	0.21	0.15
1683.55	24	13.57	8.54	9.78	0.26	0.14	0.10
1893.99	27	12.87	8.16	9.50	0.22	0.12	0.09
2525.30	36	11.29	7.30	8.86	0.14	0.08	0.06

E(C.V.(%)) = ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของน้ำหนักทะลาย ที่คำนวณได้จากสมการ $y=ax^b$

E(I) = อัตราการลดลงของค่า E(C.V.(%)) เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้น 1 ต้น

ตารางที่ 8 ขนาดแปลงทดลองมาตรฐานขององค์ประกอบการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมัน ระหว่างปี 2554-2556

การเจริญเติบโต/ผลผลิต	ปี			สรุป 3 ปี
	2554	2555	2556	
ความยาวใบ	4	4	4	4
จำนวนทางใบทั้งหมด	6	4	4	6
จำนวนทางใบเพิ่ม	-	4	6	6
พื้นที่ใบ	8	8	8	8
พื้นที่หน้าตัดแกนทาง	8	8	8	8
จำนวนทะลายต่อต้น	-	12	12	12
น้ำหนักทะลาย	16	12	12	12

การทดลองที่ 1.7 การศึกษาการฟื้นฟูความสมบูรณ์ของปาล์มน้ำมันที่ขาดการดูแลรักษา

ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน นำค่าวิเคราะห์ใบที่ได้ (ตารางที่ 1) มาแปลผลและกำหนดปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบในปี 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

นำค่าวิเคราะห์ใบที่ได้ (ตารางที่ 2) 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

นำค่าวิเคราะห์ใบที่ได้ (ตารางที่ 3) มาแปลผลและกำหนดปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบในปี 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

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันปี 2554

กรรมวิธี	N	P	K	Ca	Mg
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.72	0.12	0.50	3.18	0.27
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	1.93	0.12	0.73	2.37	0.21
ใส่ทะลายเปล่า	1.83	0.12	0.65	2.76	0.23
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	1.82	0.12	0.67	2.62	0.22

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันปี 2555

กรรมวิธี	N	P	K	Ca	Mg
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.96	0.13	0.54	2.63	0.30
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	1.97	0.13	0.81	1.93	0.29
ใส่ทะลายเปล่า	1.94	0.13	0.76	2.23	0.25
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	1.94	0.13	0.74	2.56	0.26

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันปี 2556

กรรมวิธี	N	P	K	Ca	Mg
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.83	0.16	0.85	1.69	0.30
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	1.96	0.15	1.18	1.35	0.26
ใส่ทะลายเปล่า	2.00	0.17	1.28	1.23	0.24
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	1.91	0.15	1.08	1.37	0.25

การเจริญเติบโตปาล์มน้ำมัน

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

ปี 2555 การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบทำให้พื้นที่ใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางและความยาวทางใบเฉลี่ยสูงกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบเพียงครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีที่ 2 ร่วมกับการใส่ทะลายเปล่าครึ่งหนึ่งของกรรมวิธีที่ 3 นั้น มีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบย่อยทางเดียว มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ค่าเฉลี่ยคือ 81.69 ซม. และ 184.47 ใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

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 ปีนั้น มีปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมในช่วง 2.60-2.80 % โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในใบที่เหมาะสมในช่วง 0.16-0.19% โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบที่เหมาะสมในช่วง 1.10-1.30% โดยน้ำหนักแห้ง การให้ธาตุอาหารปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบนั้น เป็นการชดเชยธาตุอาหารที่สูญเสียไปในรูปของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในแต่ละปี (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 10-12 ปี ในปี 2554-2556

กรรมวิธี	พื้นที่ใบ (ตารางเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร)	พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ซม.^{2})	จำนวนใบย่อย (ใบ)	ความยาวทางใบ (เซนติเมตร)
ปี 2554					
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	9.00b	81.7a	25.8a	180a	554a
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	9.84a	82.3a	25.9a	181a	558a
ใส่ทะลายเปล่า	9.14ab	83.7a	26.6a	180a	565a
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	9.79a	83.6a	28.3a	177a	572a
C.V. (%)	5.6	2.0	7.4	2.7	3.5
ปี 2555					
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	8.73c	80.7a	21.7b	183a	486c
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	11.5a	80.4a	27.3a	183a	550a
ใส่ทะลายเปล่า	9.46bc	81.1a	21.7b	183a	512bc
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	10.2b	81.7a	25.1ab	184a	540ab
C.V. (%)	8.7	1.6	14.8	2.0	4.7
ปี 2556					
ควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	8.06b	81.1a	23.1b	185a	484b
ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบ	9.92a	81.7a	32.7a	188a	579a
ใส่ทะลายเปล่า	10.0a	81.4a	30.3a	184a	540a
ใส่ทะลายเปล่า+ปุ๋ย 50% ของค่าวิเคราะห์ใบ	10.2b	81.7a	25.1ab	184a	540ab
C.V. (%)	8.7	1.6	14.8	2.0	4.7

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละสดมภ์ ไม่มีความต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

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 (ตารางที่ 5) สุรกิตติ และคณะ (2547) รายงานว่านอกจากปุ๋ยเคมี การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินโดยใส่ทะลายเปล่า ช่วยปรับโครงสร้างของดินให้ร่วนซุยมากขึ้น ทำให้สภาพดินโปร่งขึ้น เพิ่ม

ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 5-7 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพได้ดี เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดิน และมีธาตุอาหารเสริมมากกว่าปุ๋ยเคมี แต่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักในการใช้ปุ๋ยสูง การใช้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตได้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (สุรกิตติและคณะ, 2553)

ตารางที่ 5 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 เดือน มีความเข้มสีใบสูงที่สุด 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 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนปากใบด้านบนและล่างของต้นปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

อายุต้นปาล์มน้ำมัน (เดือน)	จำนวนปากใบ (ปากใบ)	
	ด้านบน	ด้านล่าง
8	2.67ab	16.29c
12	3.00a	20.38b
18	1.81bc	24.14a
24	1.00c	23.10a
C.V. (%)	**40.8**	**11.1**

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

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 (ตารางที่ 2) ผลต่างของการเจริญเติบโตพบว่า เมื่อขังน้ำนานขึ้นอัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนมีค่าต่ำสุด และอายุ 8 เดือนมีค่าสูงสุด นั่นคือในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันอายุมากมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุต่างๆ ในสภาวะน้ำท่วมขัง 0-120 วัน

อายุต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (เดือน)	พื้นที่ใบ (ตร.ม.)	พื้นที่หน้าตัดแกนทาง (ตร.ซม.)	ความยาวทางใบ (ซม.)
8	0.28d	1.39d	62.01d
12	0.62c	3.35c	110.72c
18	1.22b	5.20b	167.95b
24	1.74a	6.98a	193.32a
C.V. (%)	17.7	14.7	10.7

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

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)

ภาพที่ 12 ลักษณะต้นและรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือน หลังน้ำท่วมขังนาน 120 วัน

การทดลองที่ 1.9 เทคโนโลยีการจัดการน้ำในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานีเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การเจริญเติบโต ปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี การเจริญเติบโตด้านต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อให้น้ำที่ระดับที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 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 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนช่อดอกตัวเมีย ช่อดอกตัวผู้และอัตราส่วนเพศ (sex-ratio) ของปาล์มน้ำมันที่ให้น้ำต่างกัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย

กรรมวิธี	ปี7 (ต.ค.56-ก.ย.57)	ปี8 (ต.ค.57-ก.ย.58)	สะสม/เฉลี่ย
		ช่อดอกตัวเมีย	
ไม่ให้น้ำ	8.9	6.8	16.0
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	9.3	7.4	16.3
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	9.5	7.8	18.2
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	10.3	9.1	18.6
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	11.86	13.88	10.66
		ช่อดอกตัวผู้	
ไม่ให้น้ำ	4.5	4.5	9.4
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	4.2	4.4	9.1
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	3.9	3.8	9.1
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	3.8	3.7	8.5
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	25.29	1.63	10.2
		อัตราส่วนเพศ (sex-ratio); เปอร์เซนต์	
ไม่ให้น้ำ	67.1	62.5	63.4
ให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหย	70.8	64.8	63.9
ให้น้ำ 1.0 เท่าของค่าระเหย	70.9	67.1	66.9
ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหย	74.3	72.9	68.7
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	8.11	9.14	4.65

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี LSD

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 3 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

ภาพที่ 1 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 1 เดือน

ภาพที่ 2 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 3 และ 6 เดือน

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

ภาพที่ 3 การเตรียมพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและวางระบบน้ำ

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) ในดินล่างข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ของดินนี้ คือ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อินทรียวัตถุต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำด้วย เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ

การทดลองที่ 1.11 ศึกษาเทคนิคการให้ธาตุอาหารทางลำต้นปาล์มน้ำมันทดแทนการให้ปุ๋ยเคมีทางดิน

การเจริญเติบโต พบว่า การให้ธาตุอาหารทางลำต้นไม่มีผลต่อการเพิ่มของจำนวนทางใบและจำนวนทางใบทั้งหมด จำนวนใบย่อย ความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทางและพื้นที่ใบ ตลอดเวลา 3 ปีที่ทดลอง

ผลผลิต พบว่า การให้ธาตุอาหารในแต่ละรูปแบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของผลผลิต ตลอดเวลา 3 ปีที่ทดลอง (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับ yield profile พบว่าผลผลิตที่ได้ต่ำกว่า yield profile ในทุกกรรมวิธี ปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดลองอายุ 10 ปี โดยปีที่ 6–10 ไม่มีการดูแลรักษาหรือให้ปุ๋ย ผลผลิตที่ได้ในปีแรกจึงมีค่าต่ำเนื่องจากการปฏิบัติดูแลรักษาก่อนหน้านี้ ปีที่ 2 ผลผลิตยังคงต่ำจากสภาวะแล้งช่วงแล้งยาวนาน ปีที่ 3 ผลผลิตยังต่ำกว่า yield profile ค่อนข้างมากเช่นกัน

ตารางที่ 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–ด่าง เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสม ความต้องการปูนลดลงเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้า หรือความเค็มของดิน ยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มีผลกระทบกับปาล์มน้ำมัน ปริมาณอินทรียวัตถุคงอยู่ในระดับต่ำใกล้เคียงกับก่อนทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงอย่างมาก ซึ่งต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในทุกกรรมวิธีลดลงเช่นกัน กรรมวิธีที่ 1 อยู่ในระดับเหมาะสม ส่วนกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 อยู่ในระดับต่ำ แสดงว่าปาล์มน้ำมันที่ได้รับธาตุอาหารทางลำต้นในทุกกรรมวิธี ได้รับธาตุอาหารโดยเฉพาะโพแทสเซียม และแมกนีเซียมไม่เพียงพอ จนต้นปาล์มน้ำมันต้องนำธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดจากดินไปใช้ในปริมาณมาก

กิจกรรมการอารักขาปาล์มน้ำมัน

Oil Palm Protection

ยิ่งนิยม ริยาพันธ์ ชนินทร ดวงสะอาด พรพิมล อธิปัญญาคม จรัญญา ปิ่นสุภา
จรรยา มณีโชติ สิริชัย สาธุวิจารณ์ พิพัฒน์ เชี่ยงหลิว วรกร สิทธิพงษ์

บทคัดย่อ

การผลิตปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน เกษตรกรได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ราคาปุ๋ยเคมี สารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันและต้นทุนการผลิตอย่างมาก การที่เกษตรกรจะได้รับผลผลิตสูงและลดต้นทุนการผลิตได้ นอกจากการใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีและการเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมแล้ว เทคโนโลยีการผลิตต้องเหมาะสมกับพื้นที่นั้นด้วย 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 **ประเมินการเปลี่ยนแปลงประชากรแมลงศัตรูปาล์มน้ำมัน** ศัตรูปาล์มน้ำมันที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ด้วงแรด ด้วงกุหลาบ หนอนปลอกเล็ก หนอนปลอกใหญ่ หนอนร่าน แมลงค่อมและหนูกัดทะลาย โดยเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายและความเสียหายจะแตกต่างกันไปมากน้อย ขึ้นกับฤดูกาล และสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ **ชนิดและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมัน** แตนเบียนและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมันในผักยาง พวงชมพู และถั่วบราซิลพบแตนเบียน 2 ชนิด **การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก** พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชพ่นรอบโคนต้นปาล์มน้ำมัน ควรใช้ในปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปีขึ้นไป สารกำจัดวัชพืชที่ปลอดภัย ไม่แสดงอาการเป็นพิษและไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตปาล์มน้ำมัน ได้แก่ 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

บทนำ

ความสำคัญและที่มา

ปาล์มน้ำมัน *(Elaeis guineensis* jacq.) เป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ทั้งด้านการผลิตและการตลาด ส่วนแบ่งการผลิตน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันพืชของโลก มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จากร้อยละ 11.7 ในช่วงปี 2519-2543 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 27.5 ในช่วงปี 2544-2548 และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 31.2 ในช่วงปี 2549-2563 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกปาล์มน้ำมันคือศัตรูพืช โดยเฉพาะโรคพืชได้แก่ โรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมัน มีสาเหตุจากเชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. ซึ่งเป็นเห็ดในตระกูลเดียวกับเห็ดหลินจือ มีรายงานพบโรคนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2458 และอีก 20 ปีต่อมาจึงพบว่าเชื้อเห็ดทำความเสียหายในหลายประเทศที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย (Ariffin *et al*., 1995) นอกจากนี้มีรายงานพบโรคในประเทศแซร์ โรดีเซียเหนือ คาเมรูน เซนต์เทมส์ พริ้นซิปเป้ แองโกล่า กานา ไนจีเรีย แทนซาเนีย ปาปัวนิวกินี อินเดีย และประเทศไทย (ศรีสุรางค์, 2536; Turner, 1981; Kochu and Kalidas, 2004) โดยทั่วไปเชื้อเห็ดจะเข้าทำลายต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 25-30 ปี ในปี พ.ศ. 2534 Singh ได้รายงานถึงความเสียหายของโรคนี้ว่า ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันแถบชายฝั่งทะเลของมาเลเซียที่มีอายุ 25 ปี เป็นโรคลำต้นเน่าตายถึง 85% และเมื่อทำการปลูกแทนในที่เดิมก็ทำให้ปาล์มน้ำมันที่ปลูกแทนนั้นเป็นโรค โดยแสดงอาการของโรคได้ตั้งแต่อายุ 4-5 ปี และความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นถึง 40-50% เมื่อปาล์มน้ำมันอายุ 15 ปี (Singh,1991) ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งในการปลูกทดแทนของปาล์มน้ำมันในประเทศมาเลเซีย ซึ่งจะต้องมีการปลูกแทนในปี พ.ศ. 2540-2543 ปีละ 82,000 เฮกตาร์ (Mohamad *et al*., 1985) โรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันมีความสำคัญเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่มีการปลูกทดแทนในพื้นที่เดิมของปาปัว นิวกินี และหมู่เกาะโซโลมอน (Flood and Hasan, 2004) ในพื้นที่ป่าธรรมชาติจะพบโรคที่เกิดจากเชื้อ *Ganoderma* spp. ในปริมาณน้อย ทั้งๆ ที่มีเชื้อสาเหตุอยู่ในพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ป่าธรรมชาติมีความสมดุลย์ของจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมกล่าวคือ เชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. ถูกควบคุมโดยเชื้อจุลินทรีย์อื่น จากการศึกษาถึงเชื้อจุลินทรีย์ในดินโดยเฉพาะเชื้อรา *Aspergillus* spp. พบว่าเชื้อราจะอาศัยอยู่ที่ระดับผิวดิน ในพื้นที่ป่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีอยู่ปริมาณมากและสามารถควบคุมเชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. ได้ แต่ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันพื้นผิวดินถูกรบกวนโดยการเตรียมพื้นที่ปลูก เชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลายทำให้มีปริมาณลดลง เป็นโอกาสของเชื้อสาเหตุเจริญเติบโตเข้าทำลายพืชได้ ปัจจุบันได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างมากในการนำเชื้อจุลินทรีย์เอ็นโดไฟท์และราไมคอร์ไรซา มาใช้ประโยชน์ในด้านการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรง ความทนทานต่อโรคและแมลงได้ดี และทนทานต่อความแห้งแล้ง ความเค็ม และอุณหภูมิได้ดี (Belanger,1996; Phosr *et al*., 2010) Suslow (1982) รายงานว่าจุลินทรีย์ควบคุมโรคสามารถใช้แทนสารเคมีในกรณีที่ไม่สามารถใช้สารเคมีหรือมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งจุลินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณและคงทนอยู่ในดินในระยะเวลาที่ยาวนานกว่าสารเคมี

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีไม่ใช่เรื่องง่าย โดยเฉพาะในการจัดการควบคุมโรคที่เข้าทำลายในระบบหรือลำต้นของพืช (Ploetz, 2007) เชื้อราที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. ในธรรมชาติมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น *Trichoderma* spp., *Actinomycetes* sp. และ *Bacillus* spp. ในประเทศอินโดนีเซียมีรายงาน

การศึกษาชนิดของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แสดงปฏิกิริยาปฏิปักษ์ต่อเชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. พบว่า *T. koningii* isolate Marihat (MR14) ให้ผลดีที่สุด และมีการผลิตเป็น biofungicides เพื่อควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อเห็ด *Ganoderma* spp. ได้ (Soepena and Purba, 1998) เชื้อรา *Trichoderma* ชนิดอื่น เช่น *T. viride*, *T. harzianum* และ *Gliocladium virens* จะมีปฏิกิริยาเป็นเชื้อราที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุมากกว่า ดังนั้นการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ร่วมกับเชื้อราที่ช่วยในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดเชื้อเห็ด *Ganoderma*s spp. ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. สามารถอยู่รอดในสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ในรูปของ chlamydospore ซึ่งมีความต้านทานต่อ pesticides และสารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตามเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราที่ต้องการน้ำในการงอกและเจริญเติบโต ดังนั้นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* ควรใช้ในช่วงฤดูฝน ในแปลงที่มีการปลูกแทนเมื่อขุดต้นที่เป็นโรคออกแล้วควรใส่เชื้อรา *Trichoderma* ลงในหลุมเพื่อป้องกันโรคที่จะเกิดกับต้นปลูกใหม่ สำหรับต้นแม่พันธุ์หรือต้นที่ให้ผลผลิตสูงที่เป็นโรคควรใช้ biofungicide ฉีดอัดลงในดิน ต้นละ 3 จุด เพื่อควบคุมโรคเพื่อให้ได้ผลเต็มที่ (Soepena *et al*., 2000) ในปี ค.ศ. 2005 Susanto และคณะ แนะนำแนวทางป้องกันกำจัดโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมัน 2 ทาง คือ หาพันธุ์ต้านทานโรค และการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ จากนั้นได้คัดเลือกและทดสอบเชื้อรา *T. harzianum* และ *Gliocladium vriide* ในแปลงปลูกพบว่าสามารถลดการเกิดโรคในแปลงปลูกได้ และให้คำแนะนำว่าควรขุดหลุมรอบต้นปาล์มและใส่ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันลงไปในหลุมเพื่อเป็นการกระตุ้น และเป็นแหล่งอาศัยของเชื้อราปฏิปักษ์ในดิน Shamala *et al.* (2008) ศึกษาการใช้ *T. harzianum* ในการยับยั้งโรคลำต้นเน่าปาล์มที่มีสาเหตุจากเชื้อเห็ด *G. boninense* พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง แต่เมื่อผสมเชื้อ *Trichoderma* 2 สายพันธุ์ เพื่อทดสอบการยับยั้งพบว่าความสามารถในการควบคุมโรคลดลง Sujinda *et al.* (2009) นำเชื้อราเอ็นโดไฟท์ที่แยกได้จากกะพ้อ (palm: *Licuala spinosa*) จาก อำเภอกันตรัง จังหวัดตรัง มาทำการทดสอบความเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อเห็ด *G. boninense* โดยวิธี dual culture จำนวน 300 ไอโซเลท พบว่าเชื้อราเอ็นโดไฟท์ 86 ไอโซเลท มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าเชื้อราเอ็นโดไฟท์ 17 ไอโซเลท มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* สูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhizal fungi; AMF) หรือราวี-เอ ไมคอร์ไรซาเป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) กับพืช โดยเส้นใยราที่อยู่ภายนอกรากจะทำหน้าที่ในการดูดซับธาตุอาหารจากดิน และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารของราที่อยู่ในเซลล์ในชั้นคอร์เท็กของพืชเพื่อส่งให้กับพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส ซึ่งราสามารถเปลี่ยนฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ในขณะเดียวกันราจะได้รับสารประกอบคาร์บอนจำพวกน้ำตาลจากพืชผ่านทางโครงสร้างแลกเปลี่ยนนี้เช่นเดียวกัน (Smith and Read, 1997) ดังนั้นราสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช และพบว่าพืชชั้นสูงจำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันกับราไมคอร์ไรซา (Harley and Smith 1983; Smith and Read 1997; Phosri *et al*., 2010) ในต่างประเทศได้มีการผลิตราวี-เอ ไมคอร์ไรซาในเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อ (inoculum) หรือปุ๋ยชีวภาพ(biofertilizers/microbial fertilizers) ให้กับพืชทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชป่าไม้มากมายหลายชนิด (Miyasaka et al. 2003) พรพิมล (2531) ศึกษาการแพร่กระจายของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินปลูกส้มในประเทศไทย พบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดที่พบแพร่กระจายมากที่สุดคือ ราในสกุล

Glomus sp. และ *Acaulospora* sp. Sharma (2010) ศึกษาใช้ราวี-เอ ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันเปรียบกับกรรมวิธีควบคุมซึ่งไม่ใส่ราวี-เอ ไมคอร์ไรซา พบว่าความสูงของต้นกล้าปาล์มน้ำมันสูงกว่า 21 เปอร์เซ็นต์ เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น 36 เปอร์เซ็นต์ จำนวนพื้นที่ใบมากกว่า 11 เปอร์เซ็นต์ โดยวัดผลหลังปลูกราวี-เอ ไมคอร์ไรซา 12 เดือน

การแก้ปัญหาโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันนั้นเป็นปัญหาที่ยากจะแก้ไขได้โดยสมบูรณ์ มีคำแนะนำทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ในการชะลอการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุบนตอของต้นปาล์มน้ำมันที่ทิ้งไว้ในแปลงปลูกเพื่อเป็นการลดการเกิดโรคในการปลูกแทน ในระยะสั้นการป้องกันมุ่งที่การใช้สารเคมี ส่วนในระยะยาวเพื่อให้การป้องกันกำจัดได้ผลอย่างสมบูรณ์จะเน้นการกำจัดเศษซากตอปาล์มในแปลงเพื่อลดจำนวน inoculum ของเชื้อ ในขณะเดียวกันควรมีการศึกษาคัดหาพันธุ์ต้านทานโรค วิธีการตรวจโรคตั้งแต่ในระยะแรกของการเข้าทำลาย การป้องกันกำจัดโรคควรจะทำทั้งต้นที่แสดงอาการของโรค และต้นที่ไม่แสดงอาการในบริเวณใกล้เคียงกัน เทคนิคการป้องกันกำจัดโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันมีหลายวิธี ได้แก่ การเขตกรรม การตัดเอาส่วนที่เป็นโรคออก การใช้สารเคมี พันธุ์ต้านทาน และการใช้ชีววิธีโดยใช้จุลินทรีย์ที่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อเห็ด *G. boninense* สาเหตุของโรค

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการการดูแลตั้งแต่เริ่มปลูกจนให้ผลผลิต วัชพืชนับเป็นอุปสรรคสำคัญในสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากสวนปลูกใหม่มีพื้นที่ว่างระหว่างแถวทำให้วัชพืชขึ้นได้มาก วัชพืชเหล่านี้แก่งแย่งธาตุอาหาร น้ำ แสงสว่าง และเป็นที่อาศัยของศัตรูพืช กีดขวางการเข้าปฏิบัติงานต่อต้นปาล์มน้ำมัน การจัดการวัชพืชที่ดีและเหมาะสมช่วยให้ปาล์มน้ำมันโตเร็ว ให้ผลผลิตสูงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุเก็บเกี่ยว การป้องกันกำจัดวัชพืชตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งปาล์มน้ำมันอายุ 3-4 ปี จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง (พัชรินทร์, 2545) การควบคุมวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน แบ่งพื้นที่การควบคุมออก 2 ส่วน คือ บริเวณรอบโคนและบริเวณระหว่างแถวปาล์ม ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น การดายด้วยจอบ การตัดวัชพืช การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชแซม และการใช้สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชที่แนะนำให้ใช้ในสวนปาล์มน้ำมัน เลือกใช้ตามสภาพการปลูก อายุปาล์ม การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมติดต่อกันเป็นเวลานานอาจส่งผลให้เกิดการต้านทานสารกำจัดวัชพืชในกลุ่มดังกล่าว

ดังนั้นกิจกรรมนี้จึงนี้มีวัตถุประสงค์ ให้ได้เชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อเห็ด *G. boninense* ซึ่งใช้แก้ปัญหาโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยวิธีการทางชีววิธี และได้ราวี-เอ ไมคอร์ไรซา เพื่อทำให้พืชแข็งแรงและทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อเห็ด *G. boninense* ศึกษาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ที่มีกลไกการเข้าทำลายต่างออกไป เพื่อเป็นตัวเลือกให้เกษตรกรใช้สำหรับป้องกันการระบาดของวัชพืช และได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปรับใช้สารกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน

ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับโรคของปาล์มน้ำมัน

1. การคัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีศักยภาพในการยับยั้งเชื้อเห็ด *G. boninense* และรวบรวม จำแนก และคัดเลือกราวี-เอ ไมคอร์ไรซา จากแหล่งพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน

2. การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อเห็ด *G. boninense* วางแผนการทดลองแบบ RCB 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ โดยนำเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงจากห้องปฏิบัติการมาทดสอบ 6 กรรมวิธี โดยมีกรรมวิธีเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธีคือ ไม่ให้เชื้อราปฏิปักษ์-ไม่ปลูกเชื้อเห็ด และไม่ให้เชื้อราปฏิปักษ์-ปลูกเชื้อเห็ด การทดสอบประสิทธิภาพราวี-เอ ไมคอร์ไรซา วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ราวี-เอไมคอร์ไรซา พร้อมกับปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense* ในดินปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ราวี-เอไมคอร์ไรซา ในดินปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense* ในดินปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ราวี-เอไมคอร์ไรซาในดินปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 1 เดือน แล้วจึงปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense*

กรรมวิธีที่ 5 ปลูกต้นกล้าปาล์มน้ำมันโดยไม่ใส่ราวี-เอไมคอร์ไรซา และไม่ปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense*

บันทึกลักษณะอาการ เกิดตามระดับความรุนแรงของโรค คำนวณตามสูตรคือ

สูตรคำนวณดัชนีการเกิดโรค (Disease Severity Index: DSI) (Abdullah *et al.,* 2003)

$$\text{Disease severity index (\%)} = \frac{\sum (A \times B) \times 100}{\sum B \times 4}$$

A คือ ระดับการเกิดโรค ระดับ 1 2 3 และ 4 B คือ จำนวนพืชที่แสดงอาการ

โดยระดับการเกิดโรค (Disease Class) มีดังนี้

ระดับ 0 พืชปกติ ไม่พบการแสดงอาการหรือเส้นใยของเชื้อเห็ดบนส่วนใดๆของพืช

ระดับ 1 พบเส้นใยสีขาวของเชื้อเห็ดบนส่วนใดๆของพืช และใบเหลืองเล็กน้อย

ระดับ 2 พบเส้นใยสีขาวหรือ basidioma ของเชื้อเห็ดบนส่วนใดๆของพืช และใบเหลือง 1-3 ใบ

ระดับ 3 พบเส้นใยสีขาวหรือ basidioma ของเชื้อเห็ดบนส่วนใดๆของพืช และใบเหลืองมากกว่า 3 ใบ

ระดับ 4 พบเส้นใยสีขาวหรือ basidioma ของเชื้อเห็ดบนส่วนใดๆของพืช และต้นปาล์มแห้ง

การศึกษาเกี่ยวกับแมลงและสัตว์ศัตรูของปาล์มน้ำมัน

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการวัชพืชของปาล์มน้ำมัน

วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 14 กรรมวิธี ประกอบด้วยการพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate, fluroroxypyr, oxyfluorfen, metribuzin, haloxyfop-R-methyl, ametryn, quizalofop-p-ethyl, fenoxaprop-p-ethyl, nicosulfuron, pyroxasulfone และ 2,4-D อัตรา 240, 400, 480, 160, 80, 120, 20, 480, 10, 15, 17, 50 และ 190 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช การบันทึกข้อมูล ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อปาล์มน้ำมัน 4 ครั้ง ที่ระยะ 7 15 30 และ 60 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยให้คะแนน 0-10 โดย 0 = normal; 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic และ 10 = plant death

ผลการวิจัย (Results)

การทดลองที่ 2.1 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยชีววิธี

การทดลองย่อย 2.1.1 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยใช้รา endophyte และ *Trichoderma* sp.

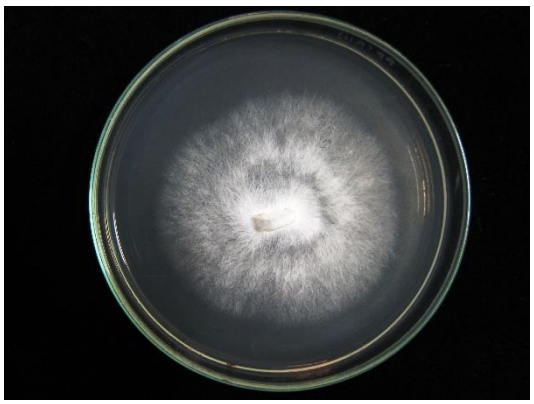
การทดลองย่อย 2.1.2 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยใช้รา วี-เอ ไมคอร์ไรซา

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 กาบและ ลำต้น ได้ทั้งหมด 85 ไอโซเลท *จำแนกชนิดของเชื้อราเอ็นโดไฟท์* ที่แยกได้เบื้องต้นเป็นเชื้อรา *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 สักกะหล่ำดอก พริก อ้อย น้อยหน่า มะขามเทศ ปอเทือง จามจุรี พิกุล มะเดื่อ มะม่วง ยางพารา มะขาม ขนุน ส้มโอ มะนาว มะขาม พุทรา ลิ้นจี่ ตะขบ ยูคาลิปตัส มะเม่า กะบก กะถินเทพา ข่อย แค องุ่น 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 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เชื้อรา *G. boninense* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ภาพที่ 2 การแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากดินด้วยวิธี soil dilution plate

4) การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้ 85 ไอโซเลท ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี dual culture พบว่า เชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4 (ภาพที่ 3) ซึ่งแยก

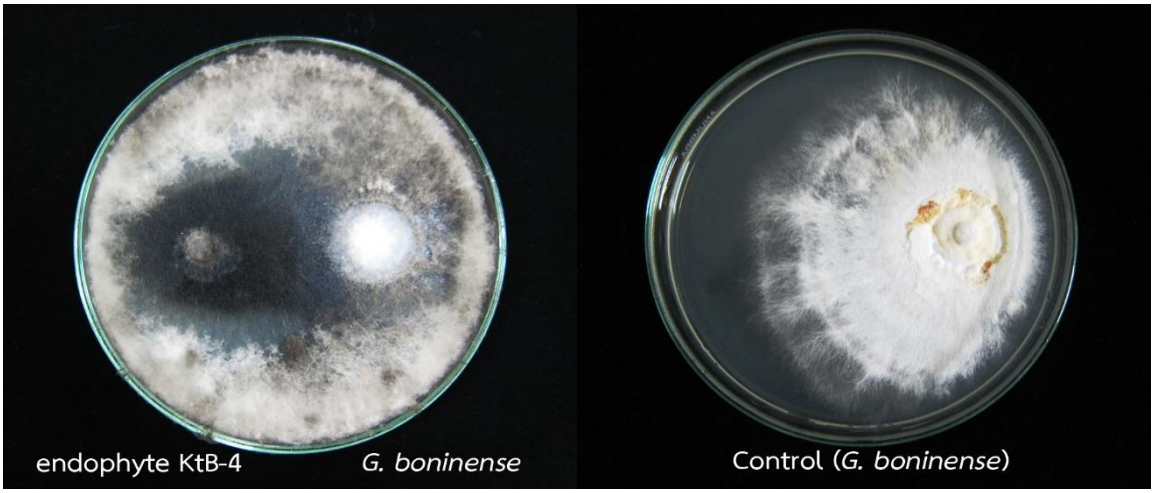
ได้จากก้านกระถินเทพา จากอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* (ตารางที่ 1) และเชื้อราเอ็นโดไฟท์ชนิดนี้ไม่สร้างสปอร์ จึงไม่สามารถจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ จากนั้นทดสอบการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้ 158 ไอโซเลท กับเชื้อเห็ด *G. boninense* โดยวิธี dual culture พบ 5 ไอโซเลท ที่แยกได้จากดินบริเวณรอบรากพืช 5 ชนิดแสดงปฏิกิริยาปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพต่อเชื้อเห็ด *Ganoderma* (ตารางที่ 1) คือ ไอโซเลท St-Pr-1 แยกได้จากดินปลูกยางพารา (ภาพที่ 4) ไอโซเลท St-Ta-3 จากดินปลูกมะขาม (ภาพที่ 5) ไอโซเลท St-Ct-2 จากดินปลูกขี้เหล็ก (ภาพที่ 6) ไอโซเลท St-Te-5 จากดินปลูกสัก (ภาพที่ 7) และ St-Srb-3 จากดินปลูกต้นข่อย (ภาพที่ 8) โดยพบว่า เชื้อราปฏิปักษ์ไอโซเลท endophyte KtB-4 และ *Trichoderma* St-Te-5 มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* สูงสุดคือ 68.10 และ 60.46 % ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไฟท์และเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยังยั้งการเจริญของเชื้อเห็ด *G. boninense* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมัน หลังจากวางเชื้อ 3 5 7 9 และ 12 วัน

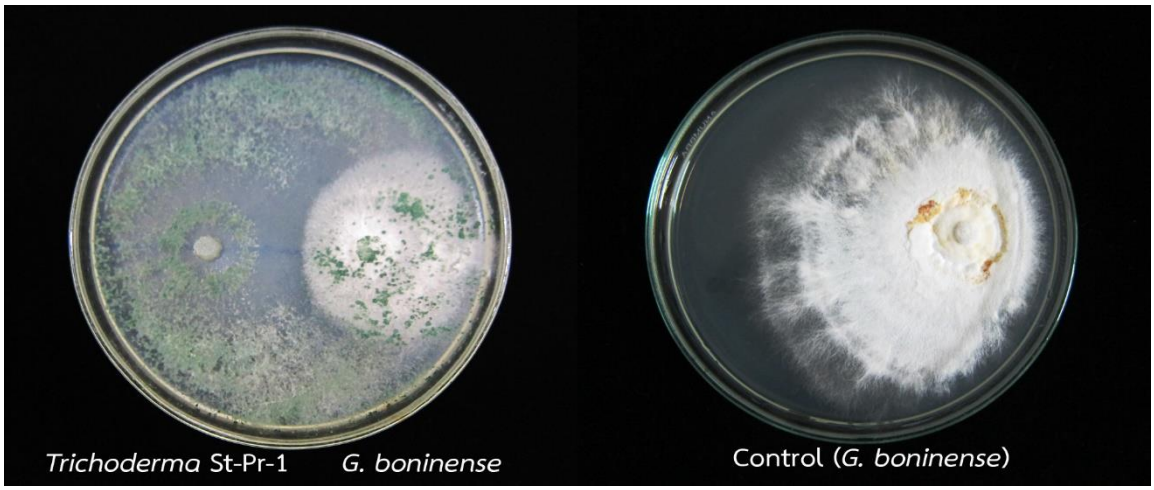
ไอโซเลท	แหล่ง	ประสิทธิภาพในการยับยั้ง (%)*				
		3 วัน	5 วัน	7 วัน	9 วัน	12 วัน
endophyte KtB-4	กระถินเทพา	32.10**	45.70	53.35	60.82	68.10
Trichoderma St-Pr-1	ยางพารา	13.20	30.78	40.46	49.97	59.31
Trichoderma St-Ta-3	มะขาม	12.29	29.91	39.87	49.46	58.86
Trichoderma St-Ct-2	ขี้เหล็ก	12.93	30.16	40.03	49.62	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

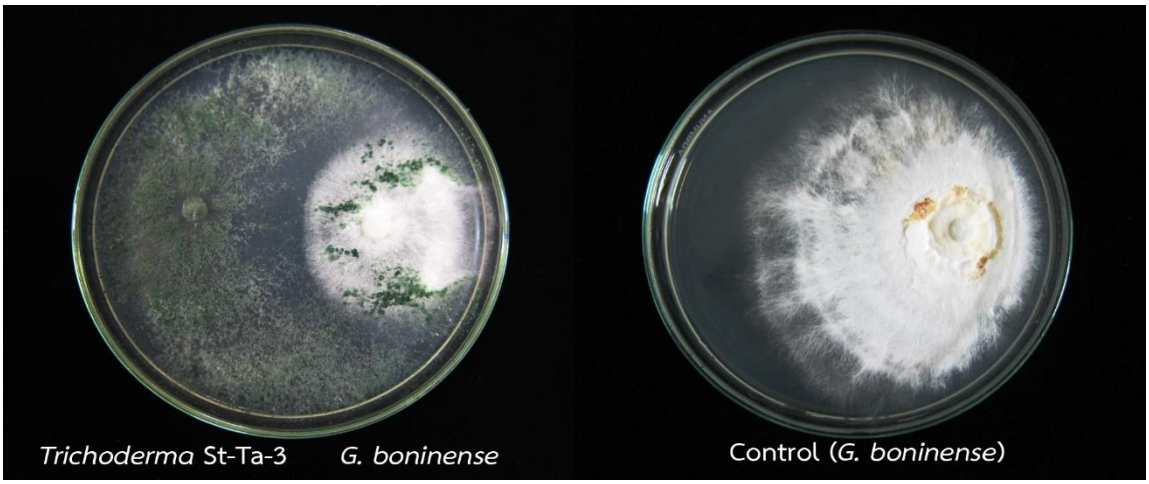
** ค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ



ภาพที่ 3 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อราเอ็นโดไฟท์ ไอโซเลท KtB-4

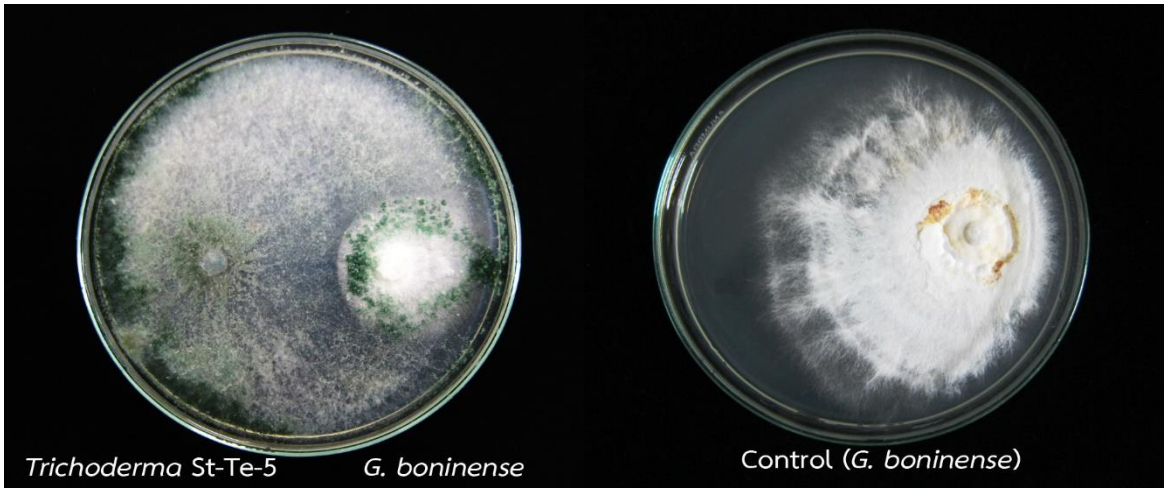


ภาพที่ 4 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Pr-1

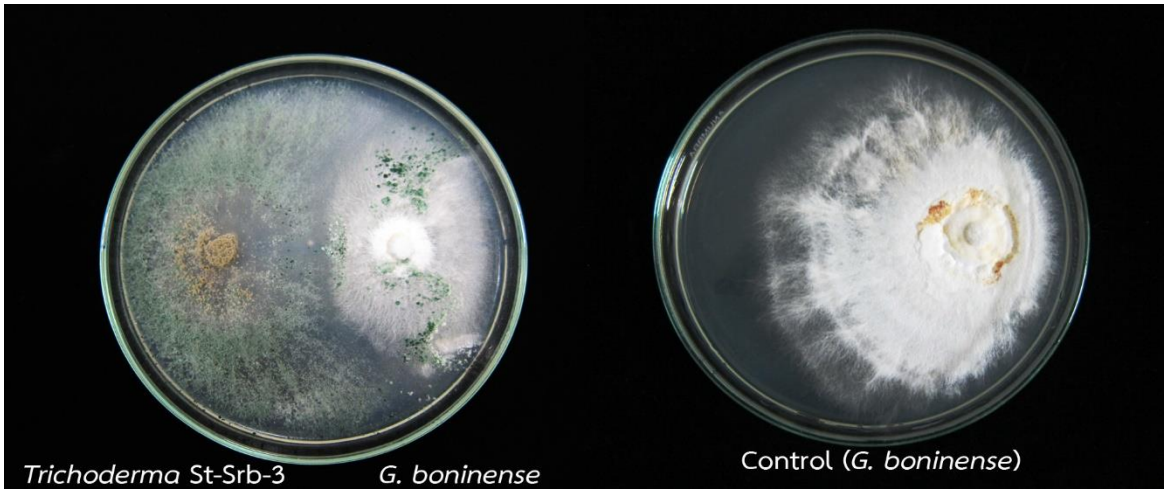


ภาพที่ 5 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Ta-3

ภาพที่ 6 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Ct-2



ภาพที่ 7 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Te-5



ภาพที่ 8 การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *G. boninense* โดยเชื้อรา *Trichoderma* ไอโซเลท St-Srb-3

2.1.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อเห็ด *G. boninense* ในระยะกล้า เตรียมท่อนไม้ยางพาราที่มีเชื้อ *Ganoderma* เพื่อใช้เป็น innoculum 250 ชิ้น ตรวจการปนเปื้อนเพื่อแยกถุงที่ปนเปื้อนออก กระทั่งเชื้อเห็ดบนท่อนไม้อายุ 2 เดือน เตรียมต้นกล้าปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 4 เดือน 250 ต้น ดูแลให้น้ำและปุ๋ยตามปกติ *การเตรียมเชื้อราปฏิปักษ์* เลี้ยงเชื้อราเอ็นโดไฟท์ 1 ไอโซเลท และเชื้อรา *Trichoderma* 5 ไอโซเลท ทำส่วนผสมของน้ำกับเชื้อราแต่ละชนิดโดยขูดเชื้อบนอาหารลงในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ นำส่วนผสมที่ได้ปริมาตร 1 ลิตร ไปราดบนผิวดินรอบๆ ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ปลูกเชื้อเห็ด *Ganoderma* จำนวน 4 ครั้ง ทุก 2 สัปดาห์

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อเห็ด *G. boninense* ของปาล์มน้ำมันในระยะกล้า 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 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่ปลูกเชื้อเห็ด แต่ไม่ปลูกเชื้อราปฏิปักษ์ โดยพบโรคถึง 14.58 % และไม่พบการเกิดโรคในกรรมวิธีที่ไม่มีการปลูกเชื้อใดๆ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 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%

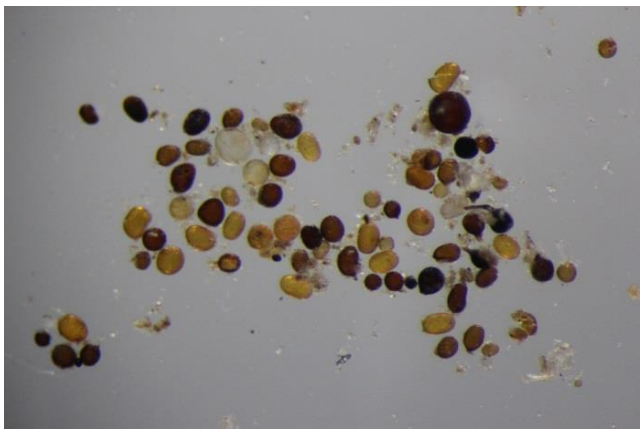
ภาพที่ 9 อาการของโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อเห็ด *G. boninense* บนต้นกล้าปาล์มน้ำมัน; a พืชปกติ, b-c แสดงอาการใบเหลือง, d-e แสดงอาการใบเหลืองและใบแห้ง, f ต้นกล้าปาล์มแห้ง

ภาพที่ 10 เส้นใยของเชื้อเห็ด *G. boninense* บนรากของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

การทดลองย่อยที่ 2.1.2 การควบคุมโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันโดยใช้ วี-เอ ไมคอร์ไรซา

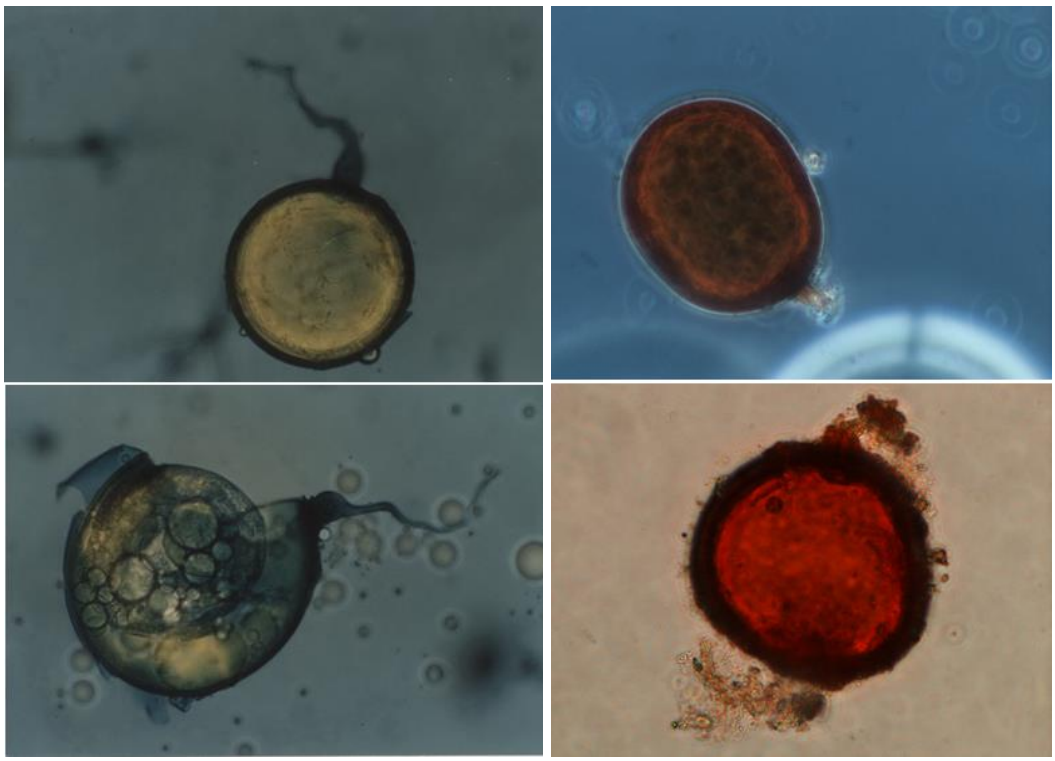
2.1.2.1 รวบรวม จำแนกและคัดเลือกราวี-เอ ไมคอร์ไรซาจากแหล่งพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน

1) เก็บตัวอย่างราวี-เอไมคอร์ไรซา จากตัวอย่างดินและรากของต้นพืชบริเวณรอบลำต้นปาล์มน้ำมัน 22 ตัวอย่าง แยกราวี-เอไมคอร์ไรซาได้ราวี-เอไมคอร์ไรซาจากดิน 11 ตัวอย่าง นอกนั้นไม่พบราวี-เอไมคอร์ไรซา แยกลักษณะราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ราวี-เอไมคอร์ไรซาทั้งหมด 56 ไอโซเลท (ภาพที่ 11) *จำแนกชนิดราวี-เอไมคอร์ไรซา* ได้ 4 สกุล ได้แก่ *Acaulospora* 11 ไอโซเลท, *Gigaspora* 2 ไอโซเลท, *Glomus* 32 ไอโซเลท และ *Scutellospora* 11 ไอโซเลท

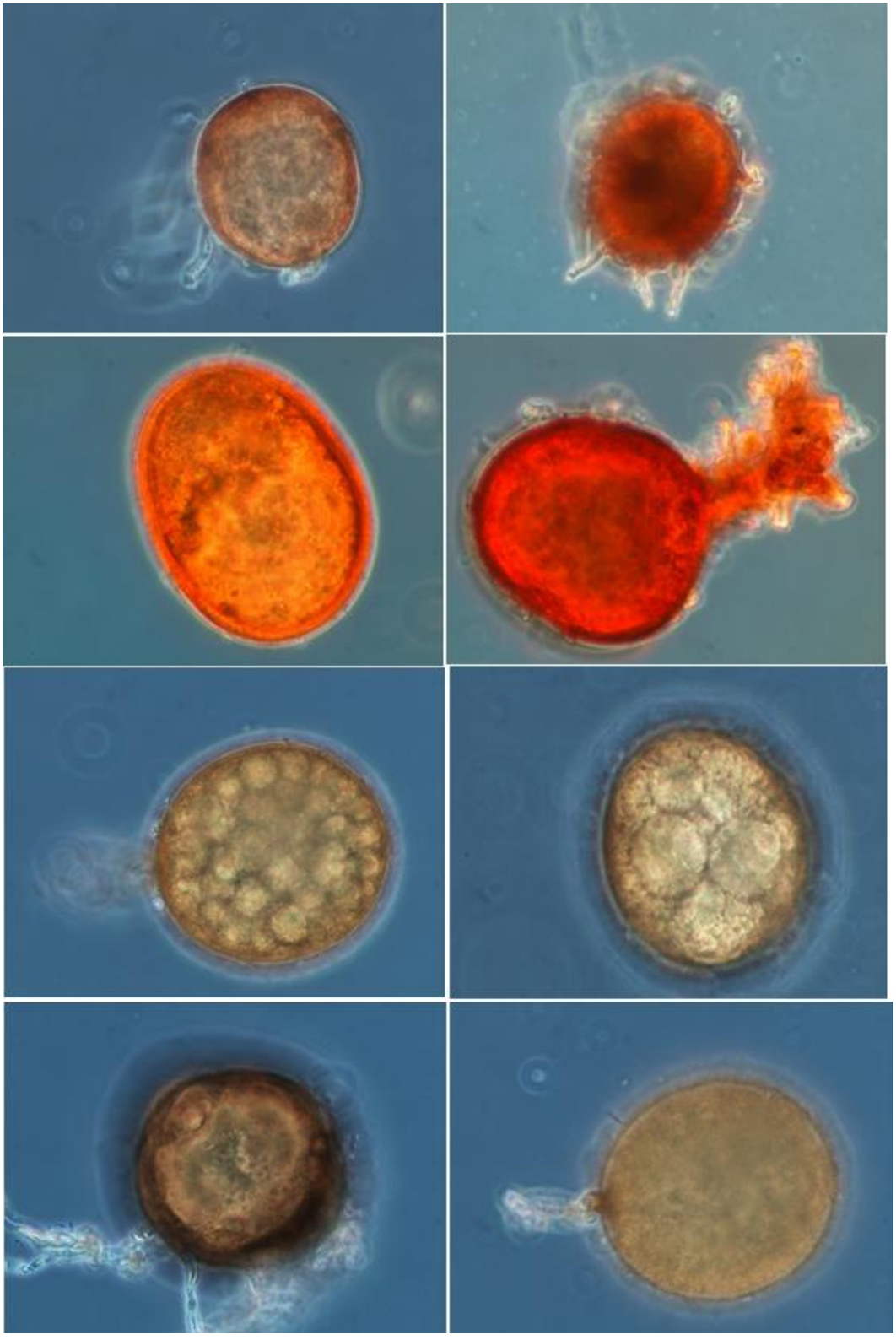


ภาพที่ 11 ราวี-เอไมคอร์ไรซาที่แยกได้จากดินปาล์มน้ำมัน

ภาพที่ 12 ราวี-เอไมคอร์ไรซา สกุล *Acaulospora* แยกได้จากดินปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 13 ราวี-เอไมคอร์ไรซา สกุล *Gigaspora* และสกุล *Scutellospora* แยกได้จากดินปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 14 ราวี-เอไมคอร์ไรซา สกุล *Glomus* แยกได้จากดินปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 4 ราวี-เอไมคอร์ไรซาที่แยกได้จากดินในแต่ละพื้นที่

ราวี-เอไมคอร์ไรซา	ราวี-เอไมคอร์ไรซา (ไอโซเลท)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
Acaulospora	VAM 03	อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 46	ต.ประสงค์ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 12, VAM 13	อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 27, VAM 42, VAM 43, VAM 44	ต.เสวียด อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 10, VAM 11	อ.อ่าวลึก จ.กระบี่
	VAM 66	ต.เขาชก อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี
Gigaspora	VAM 08	อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 48	ต.ประสงค์ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี
Glomus	VAM 01, VAM 02, VAM 04	อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 47, VAM 49	ต.ประสงค์ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 54, VAM 55, VAM 58, VAM 59, VAM 61	บ้านท่าหัก ต.ป่าเว อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 26, VAM 28, VAM 29, VAM 31, VAM 32, VAM 33, VAM 34, VAM 37, VAM 38, VAM 39, VAM 40, VAM 41	ต.เสวียด อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 05, VAM 06, VAM 07	อ.คลองท่อม จ.กระบี่
	VAM 14, VAM 15	อ.ปะทิว จ.ชุมพร
	VAM 50, VAM 51, VAM 52	ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร
	VAM 64, VAM 65	ต.เขาชก อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี
Scutellospora	VAM 56, VAM 57, VAM 60	บ้านท่าหัก ต.ป่าเว อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 30, VAM 35, VAM 36, VAM 45	ต.เสวียด อ.ท่าฉาง จ.สุราษฎร์ธานี
	VAM 09	อ.อ่าวลึก จ.กระบี่
	VAM 53	ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ จ.ชุมพร
	VAM 62, VAM 63	ต.เขาชก อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี

2.1.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพราวี-เอ ไมคอร์ไรซาในการควบคุมรา *Ganoderma boninense* ในระยะกล้า

1) การเตรียมราวี-เอ ไมคอร์ไรซา เพิ่มปริมาณราวี-เอไมคอร์ไรซาในดินปลูกข้าวโพดนาน 3 เดือน เก็บตัวอย่างดอกเห็ดของ *G. boninense* และรากของต้นปาล์มน้ำมันที่เป็นโรคลำต้นเน่าจากแปลปาล์มน้ำมันจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกระบี่ 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* วางท่อนไม้ยางพาราที่มีเชื้อเห็ดลงที่ก้นถุงปลูก นำต้นกล้าปาล์มน้ำมันพร้อมดินปลูกวางลงบนท่อนไม้ยางพารากลบดินให้ทั่ว ส่วนกรรมวิธีเปรียบเทียบไม่มีการปลูกเชื้อ ย้ายต้นกล้าลงถุงปลูกสีดำ ผลทดสอบพบว่า 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 ต้นกล้าปาล์มน้ำมันเริ่มแสดงอาการใบเหลืองแต่ยังเห็นผลไม่ชัดเจนเนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างในการทำให้เกิดโรค โดยเฉพาะการปลูกเชื้อเห็ด *G. boninense* ในต้นกล้าปาล์มน้ำมัน จะต้องใช้เวลา กว่าที่โรคจะแสดงอาการเห็นผลชัดเจน จึงขอต่อระยะเวลาเพื่อให้ผลการทดลองสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 2.2 ประเมินการเปลี่ยนแปลงประชากรแมลงศัตรูปาล์มน้ำมัน และการป้องกันกำจัด

สำรวจประเมินประชากรแมลงศัตรูปาล์มน้ำมัน 10% ของพื้นที่สำรวจ *ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี* พบว่า กรกฎาคมมีแมลงค่อมปริมาณมาก ด้วงกุหลาบและหนอนปลอกเล็กปานกลาง หนอนปลอกใหญ่และด้วงแรดน้อย ในเดือนสิงหาคมและกันยายนมีแมลงค่อมปริมาณมาก ด้วงกุหลาบปานกลาง หนอนปลอกเล็ก หนอนปลอกใหญ่และด้วงแรดน้อย *ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย* พบว่า กรกฎาคมมีด้วงกุหลาบและแมลงค่อมปริมาณปานกลาง หนอนปลอกเล็กและด้วงแรดน้อย สิงหาคมมีด้วงกุหลาบ ด้วงแรด แมลงค่อม และหนอนร่านปริมาณเล็กน้อย กันยายนมีด้วงกุหลาบปานกลาง แมลงค่อมและหนอนร่านเล็กน้อย (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 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

ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรกฎาคมพบว่า มีด้วงกุหลาบปริมาณมากระบาดเต็มพื้นที่ ด้วงแรดและแมลงค่อมน้อย สิงหาคมมีด้วงกุหลาบระบาดมากเต็มพื้นที่ ด้วงแรดและแมลงค่อมเล็กน้อย กันยายนด้วงกุหลาบยังระบาด

รุนแรงทั่วพื้นที่ และมีด้วงแรดและแมลงค่อมปริมาณน้อย *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่* พบว่า มีด้วงแรดน้อยในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีหนูกินทะลายและแมลงค่อมน้อยในเดือนกรกฎาคม-กันยายน *ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี* พบว่า กรกฎาคม-กันยายนมีหนูกินทะลายปริมาณปานกลาง สิงหาคม-กันยายนมีแมลงค่อมเล็กน้อย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 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

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

ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย *ธันวาคม* พบรอยทำลายของด้วงแรดเดือนไม่ถึง 1% พฤศจิกายน ด้วงกุหลาบเข้าทำลายสูงสุด 33% หนอนปลอกเล็กเข้าทำลาย 4–35% ไม่พบในเดือนมกราคม–มีนาคม 2558 หนอนปลอกใหญ่เข้าทำลาย 2–8% ไม่พบในเดือนมีนาคม–มิถุนายน 2558 หนูกินทะลายเข้าทำลาย 1-12% ไม่พบในเดือนมกราคม 2558 แมลงค่อมเข้าทำลาย 1–6% ไม่พบเดือนธันวาคม 2557 และมีนาคม–มิถุนายน 2558 หนอนร่านกินใบเข้าทำลายไม่เกิน 5% ในเดือนพฤศจิกายน 2557 และมิถุนายน 2558 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 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

ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี พบรอยเข้าทำลายของด้วงแรดไม่เกิน 10% เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เป็นรูเจาะ 6% ทางพับ 1.33% รอยกัด 1.67% ด้วงกุหลาบเข้าทำลาย 15–30% ความเสียหายของใบไม่ถึง 1.5% สูงสุดเดือนมิถุนายน หนอนปลอกเล็กเข้าทำลาย 5–35% ความเสียหายน้อยกว่า 1% และพบหนอน 0.29–0.64 ตัวต่อต้น หนอนปลอกใหญ่เข้าทำลาย 3–40% แต่ความเสียหายของใบน้อยกว่า 1% พบเฉลี่ย 0.03-0.14 ตัวต่อต้น หนูกินทะลายพบไม่ถึง 1% ในเดือนตุลาคม 2557 แมลงค่อมเข้าทำลาย 55–90% ความเสียหายของใบไม่ถึง 5% หนอนร่านกินใบเข้าทำลายเดือนมิถุนายน 2558 3% ยังไม่พบความเสียหาย และในเดือนกรกฎาคมมีแมลงค่อมปริมาณมาก ด้วงกุหลาบและหนอนปลอกเล็กปานกลาง ส่วนหนอนปลอกใหญ่และด้วงแรดพบน้อย ในเดือนสิงหาคมและกันยายนมีแมลงค่อมปริมาณมาก ด้วงกุหลาบปานกลาง และหนอนปลอกเล็ก หนอนปลอกใหญ่ ด้วงแรดปริมาณน้อย (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 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

ตารางที่ 5 ความเสียหายจากศัตรูปาล์มน้ำมันและค่าเฉลี่ยจำนวนศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี ระหว่างเดือนมีนาคม-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

ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย พบรอยเข้าทำลายของด้วงแรดไม่ถึง 5% ความเสียหายที่เป็นรูเจาะ 1.5–3.5% ทางพับ 1.5-5% รอยกัด 1.5% ด้วงกุหลาบเข้าทำลาย 25–50% แต่ความเสียหายของใบไม่ถึง 1% หนอนปลอกเล็กเข้าทำลาย 5–20% พบเฉลี่ย 0–0.13 ตัวต่อต้น หนอนปลอกใหญ่เข้าทำลาย 3–40% แต่ความเสียหายไม่ถึง 2% ค่าเฉลี่ยพบเพียงเดือนเมษายน 0.03 ตัวต่อต้น หนูกินทะลายเข้าทำลายน้อยกว่า 2% ความเสียหายไม่ถึง 1% แมลงค่อมเข้าทำลาย 8–30% ความเสียหาย 1% หนอนร่านกินใบเข้าทำลาย 5-35% ความเสียหายไม่ถึง 1% และในเดือนกรกฎาคมมีด้วงกุหลาบและแมลงค่อมปริมาณปานกลาง มีหนอนปลอกเล็กและด้วงแรดปริมาณน้อย ในเดือนสิงหาคมมีด้วงกุหลาบ ด้วงแรด แมลงค่อม และหนอนร่านปริมาณเล็กน้อย ในเดือนกันยายนมีด้วงกุหลาบปริมาณปานกลาง มีแมลงค่อมและหนอนร่านเล็กน้อย (ตารางที่ 6)

ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท พบรอยเข้าทำลายของด้วงแรด 3-13% พบรูเจาะ 4–15% ทางพับไม่ถึง 1% ด้วงกุหลาบเข้าทำลายเกือบ 100% ความเสียหาย 1–6% หนอนปลอกเล็กเข้าทำลายน้อยมาก 1 หนอนปลอกใหญ่ หนอนร่านกินใบ หนูกินทะลาย และหนูกัดต้นไม่พบการเข้าทำลาย แมลงค่อมเข้าทำลาย 1–15% ความเสียหายไม่ถึง 1% ในเดือนกรกฎาคม-กันยายน มีด้วงกุหลาบปริมาณมากระบาดเต็มพื้นที่ ด้วงแรดและแมลงค่อมน้อย (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 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

ตารางที่ 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

ตารางที่ 8 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมันที่ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 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	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

ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี พบรอยเข้าทำลายของด้วงแรดเดือนเมษายน 2558 3.33% พบรูเจาะ 3.33% ทางพับ 3.33% ด้วงกุหลาบ หนอนปลอกเล็กและหนอนปลอกใหญ่ไม่พบการเข้าทำลาย หนูกินทะลายเข้าทำลาย 1–30% ความเสียหายเดือนเมษายน–พฤษภาคม 2558 0.67–3.67% หนูกัดต้น ไม่พบการเข้าทำลาย แมลงค่อมเข้าทำลาย 6–20% ความเสียหาย 2% ในเดือนเมษายน–พฤษภาคม 2558 หนอนร่านกินใบไม่พบการเข้าทำลาย ในเดือนกรกฎาคม-กันยายนมีหนูกินทะลายปานกลาง 30-33 เปอร์เซ็นต์ สิงหาคมและกันยายนมีแมลงค่อมเล็กน้อย 6.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ พบรอยเข้าทำลายของด้วงแรด 4–25% พบรูเจาะ 3.33% พบทางพับ 3.33% ไม่พบการเข้าทำลายของด้วงกุหลาบและหนอนปลอกเล็ก หนอนปลอกใหญ่เข้าทำลาย 1% เดือนกุมภาพันธ์ 2558 ไม่มีความเสียหาย เดือนพฤษภาคม 2558 พบหนูกินทะลายเข้าทำลาย 3–30% ความเสียหายไม่ถึง 1% หนูกัดต้น

ไม่พบการเข้าทำลาย แมลงค่อมเข้าทำลาย 15–50% ความเสียหายไม่ถึง 1% หนอนร่านกินใบ เข้าทำลาย 2–15% ความเสียหายไม่ถึง 1% กรกฎาคม-สิงหาคมพบด้วงแรดปริมาณน้อย มีหนูกินทะลายและแมลงค่อมปริมาณน้อยในเดือนกรกฎาคม-กันยายน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การเข้าทำลาย (เปอร์เซ็นต์) ของศัตรูปาล์มน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ ระหว่างเดือนตุลาคม 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

การทดลองที่ 2.3 ศึกษาชนิดและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมัน

ปลูกไม้ดอกล่อแตนเบียน รอดอกเพื่อวางกับดักแตนเบียน เก็บตัวอย่างหนอนปลอกเล็กจากธรรมชาติ มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อเตรียมนำไปปล่อยในแปลงทดลอง จากการเลี้ยงหนอนปลอกเล็ก ไม่พบแตนเบียนเข้าทำลาย จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างชนิดของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กได้ จึงนำหนอนปลอกเล็กที่เหลือมาเลี้ยงบนต้นปาล์มน้ำมันในสภาพธรรมชาติ โดยตัดทางใบต้นปาล์มน้ำมัน ไม่ให้เชื่อมต่อกับต้นอื่น สร้างโครงเหล็กเพื่อครอบตาข่ายละเอียดที่หนอนปลอกเล็กออกไม่ได้แต่แตนเบียนเข้าออกได้ ใกล้กับแปลงที่ปลูกพืชเพื่อเป็นน้ำหวานของแตนเบียนตัวเต็มวัย ต้องรอให้หนอนปลอกเล็กขยายพันธุ์ 3-6 เดือน บนต้นปาล์มน้ำมันจะได้มีปริมาณพอที่จะล่อและเพิ่มปริมาณแตนเบียนจากหนอนปลอกเล็กที่เลี้ยงไว้หรือจากกับดักกาวเหนียวต่อไป จากกการศึกษาชนิดแตนเบียนและพืชอาหารของแตนเบียนหนอนปลอกเล็กศัตรูปาล์มน้ำมันในผักยาง, พวงชมพู และถั่วบราซิลพบแตนเบียน 2 ชนิด

การทดลองที่ 2.4 ศึกษาปฏิกิริยาของพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตในประเทศไทยต่อเชื้อกาโนเดอมา

ศึกษาและจำแนกชนิดของเชื้อ *Ganoderma* sp.**ที่ทำให้เกิดโรคลำต้นเน่า** เก็บตัวอย่างของดอกเห็ดของเชื้อ *Ganoderma* sp. ที่พบบนโคนต้นปาล์มน้ำมัน 21 ตัวอย่าง นำมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์พบว่า เป็นเชื้อรา *Ganoderma boninense* โดยลักษณะของดอกเห็ดมีรูปร่างไม่แน่นอน ผิวหน้าเป็นสีน้ำตาล เป็นมันขอบขาว

ฐานดอกมีรูพรุน โดยในแปลงที่พบอาการของโรคพบว่า ต้นที่เป็นโรคมีลักษณะ อาการใบยอดไม่คลี่ คล้ายอาการขาดน้ำ ทรงพุ่มโปร่งและทางใบสั้นลงเมื่อเปรียบเทียบกับทางใบเดิม และต้นที่พบเชื้อเห็ดบนลำต้น ส่วนใหญ่จะมีอาการโคนต้นเน่า ผุพังเป็นโพรง และดอกเห็ดที่พบบนลำต้นมีสีน้ำตาล เป็นมันขอบขาว

เตรียมเชื้อ *Ganoderma* sp.**ในแท่งไม้ยางพาราเพื่อใช้ในการปลูกเชื้อ** จากการปลูกเชื้อบนท่อนไม้ยางพารา พบว่า เชื้อรา *Ganoderma boninense* สามารถเจริญเติบโตได้บนท่อนไม้ยางพารา พบเส้นใยสีขาวบนปรากฏท่อนไม้ยางพารา และผลการปลูกเชื้อ *Ganoderma boninense* ในต้นกล้าปาล์มน้ำมันทั้ง 18 กรรมวิธี พบว่า มีลักษณะการเจริญเติบโตปกติ ไม่ปรากฏอาการใบเหลือง และเส้นใยสีขาวหรือดอกเห็ดของเชื้อ *Ganoderma boninense* บนส่วนต่างๆ ของปาล์มน้ำมัน เมื่อผ่าลำต้นไม่พบลักษณะรอยแผลสีน้ำตาล (necrotic lesion) บนลำต้น เมื่อนำรากมาแยกเชื้อบนอาหาร Ganoderma Selective Media พบว่า ไม่สามารถแยกเชื้อจากรากปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งอาจเกิดจากระยะเวลาที่ใช้ในประเมินความเสียหายจากเชื้อไม่เหมาะสม เนื่องจากในสภาพธรรมชาติเชื้อ *Ganoderma*sp. มีลักษณะเป็น facultative parasites (Turner, 1981) คือ เชื้อราที่สามารถอาศัยเศษซากพืชและพืชอาศัยเป็นอาหาร ดังนั้นระยะเวลาการตรวจวัดความเสียหายที่เกิดจากเชื้อราอาจไม่เพียงพอที่ทำให้เชื้อเปลี่ยนสภาพ จาก saprophyte ไปสู่ parasites (เชื้อราใช้ท่อนไม้ยางพาราเป็นแหล่งอาหารในการดำรงชีวิต ทำให้เชื้อราไม่เข้าทำลายต้นปาล์มน้ำมัน)

การทดลองที่ 2.5 ศึกษาวิธีการจัดการวัชพืชในสวนปาล์มน้ำมัน

การทดลองที่ 2.5.1 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก

การพ่นสาร oxyfluorfen อัตรา 24 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ sulfentrazone 96 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แสดงอาการเป็นพิษที่ใบอ่อน มีรอยไหม้ที่ใบย่อย แสดงอาการความเป็นพิษเล็กน้อย ระยะ 5 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นใบมีรอยไหม้ชัดเจน แสดงอาการความเป็นพิษปานกลาง สาร pendimethalin, metribuzin, petilachlor, alachlor, bromacil, ametry, diuron และ atrazine อัตรา 264, 150, 240, 320, 480, 300, 240 และ 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่แสดงอาการเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน

วัชพืชที่พบรอบโคนต้นปาล์มน้ำมันได้แก่ ผักแครด ตำแยแมว กระถิน หญ้าขัดมอญ หญ้าดอกขาว และหญ้าตีนติด ผักแครดพบมากที่สุดมีความหนาแน่น 62 เปอร์เซ็นต์ของวัชพืชทั้งหมด *ที่ระยะ 45 วันหลังพ่นสาร* พบว่า สาร oxyfluorfen, sulfentrazone, metribuzin, bromacil, ametry, diuron และ atrazine ควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงดีมากที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ส่วนสาร pendimethalin, petilachlor และ alachlor ควบคุมได้ดีที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร หลังจากนั้นประสิทธิภาพลดลง ที่ระยะ 45 วันหลังพ่นสาร สาร bromacil, atrazine และ diuron ควบคุมวัชพืชได้ดีถึงดีมาก สาร metribuzin และ ametry ควบคุมได้ปานกลาง ส่วนสาร oxyfluorfen, sulfentrazone และ petilachlor ควบคุมได้เล็กน้อย ส่วนสาร pendimethalin และ alachlor ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ *ส่วนที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร* สาร bromacil และ atrazine ควบคุมวัชพืชได้ดี สาร metribuzin, diuron และ ametry ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง ส่วนสาร oxyfluorfen, pendimethalin, sulfentrazone, petilachlor และ alachlor ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ สารกำจัดวัชพืชในทุกกรรมวิธีไม่ส่งผล

กระทบต่อต้นปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปี โดยมีจำนวนใบ และความยาวใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร กำจัดวัชพืชที่ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร

ผลของสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอกต่อต้นปาล์มน้ำมัน หลังพ่นสารที่ระยะ 5, 10 และ 15 วัน พบว่าสารทุกชนิดเป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน โดยสาร oxdiazone, atrazine, ametry และ metribuzin อัตรา 150, 300, 300 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เป็นพิษเล็กน้อย diuron อัตรา 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในระยะ 5 วันหลังพ่น แสดงอาการใบไหม้เป็นแผลจุดสีน้ำตาลบนใบปาล์มเช่นเดียวกับสาร oxdiazone , atrazine, ametry และ metribuzin อัตรา 24, 300, 300 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แต่หลังจาก 10 และ 15 วันหลังพ่น พบอาการใบเหลืองเกือบทั้งต้น หลังจากระยะ 30 วันหลังพ่น ต้นปาล์มน้ำมันฟื้นตัวได้ เจริญเติบโตได้อย่างปกติ แต่กรรมวิธีที่พ่นสาร bromacil อัตรา 480 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ หลังพ่นที่ระยะ 5 วัน พบว่าอาการใบไหม้เป็นแผลจุดสีน้ำตาลบนใบปาล์มเช่นเดียวกัน และใบอ่อนมีอาการใบไหม้และค่อยๆ แห้งตายที่ระยะ 15 วันหลังพ่น และพบใบมีสีซีดเหลือง มีการเจริญเติบโตปกติที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารเมื่อเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ส่วนสาร alachlor, acetochlor, petilachlor, metolachlor และ pendimetaline อัตรา 320, 300, 240, 320 และ 264 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พบอาการเป็นพิษเล็กน้อยที่ระยะ 5, 10 และ 15 วันหลังพ่น หลังระยะ 30 วันหลังพ่น ไม่พบรอยใบไหม้เพิ่มขึ้น ระยะ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า ใบที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่หงิกงอ การคลี่ใบผิดปกติ หลังจากนั้นใบที่เกิดขึ้นใหม่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ

ผลของสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกต่อต้นปาล์มน้ำมันในสภาพแปลง พบว่า สาร bromacil อัตรา 480 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชรอบโคนต้นได้ดีถึงระยะ 60 วันหลังพ่น แต่เป็นพิษ ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันตาย ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้นานถึง 60 วันหลังพ่น สาร atrazine และ diuron อัตรา 300 และ 240 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชได้ดีที่ระยะ 45 วันหลังพ่น แต่ diuron เป็นพิษทำให้ใบเหลืองเกิดขึ้นที่ใบแก่ จนถึงระยะ 60 วันหลังพ่น การเจริญเป็นปกติ ส่วนสารที่ควบคุมวัชพืชได้ดีถึง 30 วันหลังพ่นได้แก่ pendimetaline, acetochlor, oxadiazon และ metribuzin อัตรา 264, 320, 150 และ 150 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แต่พบว่า metribuzin เป็นพิษที่ระยะ 15 วันหลังพ่น ใบเหลือง หลังระยะ 30 วัน ปลายใบย่อยไหม้พบในใบแก่ จนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นยังมีอาการใบเหลืองเล็กน้อย ไม่พบใบไหม้เพิ่มขึ้น ส่วนสารกำจัดวัชพืช alachlor และ ametry อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชได้ปานกลางที่ระยะ 30 วันหลังพ่นเท่านั้น วัชพืชที่พบได้แก่ หญ้าขโย่ง ผักยาง กระดุมใบใหญ่ หญ้าสาบ ถั่วเซ็นโตร หญ้าปากควาย หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนนก หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืช ตามกรรมวิธีการทดลองพบว่า ทุกกรรมวิธียกเว้นการพ่นสาร bromacil ไม่กระทบต่อจำนวนใบและความยาวใบหลังพ่นสารระยะ 60 วัน

การทดลองย่อยที่ 2.5.2 ทดสอบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอกต่อปาล์มน้ำมัน

ในสภาพสวนทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดกาฬสินธุ์ พ่นสารระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน พบว่าสารทุกชนิดไม่เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน และสาร paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate, และ fluroxypyr มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีในสภาพสวน

ในเรือนทดลองพบว่า การพ่นสาร paraquat dichloride, glyphosate, fluroroxypy และ glufosinate ammonium เป็นพิษรุนแรงต่อต้นกล้าปาล์มน้ำมัน การพ่นสาร oxyfluorfen เป็นพิษปานกลาง และการพ่นสาร pyroxasulfone เป็นพิษเล็กน้อย

ในสภาพสวน สาร paraquat dichloride, glufosinate ammonium, glyphosate และ ametryn มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชใบแคบ วัชพืชใบกว้างและกก ได้ดี อาทิเช่น หญ้าชันกาด หญ้าปากควาย ผักปราบ สาบม่วง ผักยาง แห้วหมู และกกทราย สาร haloxyfop-R-methyl, quizalofop-p-ethyl และ fenoxaprop-p-ethyl ควบคุมวัชพืชใบแคบได้ดี เช่น หญ้าชันกาด และ หญ้าปากควาย ส่วนสาร 2,4-D ควบคุมวัชพืชใบกว้างได้ดี เช่น สาบม่วง และผักยา

กิจกรรมวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน

Pre-Post Harvest and Agricultural Machinery for Oil Palm Processing

เพ็ญศิริ จำรัสฉาย วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน สุจิตรา พรหมเชื้อ วัชรี ศรีรักษา
พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์ วุฒิพล จันทร์สระคู กลวัชร ทิมินกุล เวียง อากรชี
คุรุวรรณ์ ภามาตย์ ทองพูล โยธาทูล ประยูร จันทองอ่อน

บทคัดย่อ

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, ปริมาณวิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีค่าใกล้เคียงกัน **การวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์ม** สำหรับเป็นทางเลือกให้เกษตรกรลดค่าขนส่ง เพิ่มราคาจำหน่ายผลปาล์ม และสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่ต้องการแยกผลปาล์มจากทะลายโดยเครื่องต้นแบบประกอบด้วย 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

บทนำ

ความสำคัญและที่มา

ปาล์มน้ำมัน (*Elais guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าเรพซีดและถั่วเหลือง 6.4 เท่า และ 9.5 เท่า ตามลำดับ จากศักยภาพการให้น้ำมันดังกล่าวส่งผลให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ.2520 มีพื้นที่ปลูกรวม 10.34 ล้านไร่ และเพิ่มเป็น 57.31 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2555 โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย (44.71 ล้านไร่) สำหรับประเทศไทยมีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจาก 69,625 ไร่ ในปี พ.ศ. 2520 เป็น 4.5 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2556

จากแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันของรัฐบาล ต้องการเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มสำหรับใช้บริโภค ส่งออก และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนแทนน้ำมันดีเซล โดยมีเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกให้ได้ 10 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2572 ซึ่งจากยุทธศาสตร์ดังกล่าวจะทำให้มีการกระจายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจากภาคใต้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มนั้น ไปยังภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งบางพื้นที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณและการกระจายตัวของฝน รวมถึงลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของชุดดิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี ถ้ามีปัจจัยที่เหมาะสม เช่น ปริมาณฝน สภาพอากาศ ความสมบูรณ์ของดิน พันธุ์ปาล์มน้ำมันและเทคโนโลยีจัดการสวนที่เหมาะสม แต่หากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม ปาล์มน้ำมันไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ รวมถึงคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมัน เช่น การสังเคราะห์น้ำมัน หรือปริมาณน้ำมันต่อทะลาย และจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม รวมถึงความเข้าใจที่ถูกต้องของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกใหม่ เกี่ยวกับการจัดการด้านการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันคุณภาพ หรือทะลายปาล์มสุกได้มาตรฐาน ตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน (มกษ. 5702/2552) ของสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

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 และระดับความสุกของทะลาย 3 ระดับ รวมถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อคุณภาพ

ทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อประกอบการจัดการที่เหมาะสมในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ให้แก่เกษตรกรและอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม 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 วิธีนี้สามารถปลิดผลปาล์มน้ำมันได้ช้า ได้ผลผลิตต่อหน่วยต่ำ ผลปาล์มน้ำมันที่ได้มีตำหนิมาก คือ ถูกผ่าซีกถึงแกนเนื้อปาล์มน้ำมัน ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ง่าย จากเหตุผลข้างต้นประกอบกับมีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลา และเกิดความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวแนวความคิดการสร้างเครื่องมือสำหรับแยกผลปาล์มออกจากทะลายโดยไม่ต้องใช้ขวานสับแยกทะลายก่อน โดยใช้การแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มสดหลังการเก็บเกี่ยวจาดสวน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้สำหรับลดค่าขนส่งและขายผลปาล์มได้ในราคาที่สูงขึ้น และยังต้องการให้เป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่จำเป็นต้องแยกผลปาล์มจากทะลายก่อนที่จะนำเข้ากระบวนการผลิต ลดต้นทุนการผลิตตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลายปาล์มน้ำมันให้เหมาะสำหรับระดับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการคำนวณรายได้จากส่วนต่างของอัตราการสกัดน้ำมันปี 2551 ที่ไทยควรจะได้รับหากมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มเป็น 20% พบว่า มีมูลค่าสูงถึง 9,093 ล้านบาท นี่คือเหตุผลสำคัญที่ควรจะ

มีนโยบายหรือมาตรการที่จริงจังและปฏิบัติได้ในการจัดการระบบการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน การจัดการผลผลิตของลานเทและระบบการซื้อขายที่เป็นธรรมต่อปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพดีเพื่อสร้างแรงจูงใจแก่เกษตรกรที่มีการปฏิบัติที่ดี ตลอดถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุในโรงงาน ซึ่งที่กล่าวมาจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานของคุณภาพทะลายต่อปริมาณและคุณภาพน้ำมันปาล์ม ทราบปัจจัยที่มีผลต่อความแปรปรวนของอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มในรอบปี มีวิธีประเมินน้ำมันต่อทะลายที่มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว มีมาตรฐานการเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิภาพ และมีการจัดการระบบการสกัดน้ำมันปาล์มให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันปาล์มสามารถเพิ่มได้อย่างน้อย 3 เปอร์เซ็นต์ กะลาปาล์มเป็นของเสียที่ยากที่สุดในการกำจัด การนำกะลามาใช้เป็นเชื้อเพลิงต้องมีการดัดแปลงเตาเผาและปริมาณมีไม่มากเหมือนเส้นใย โรงงานจึงไม่ค่อยนิยมที่จะใช้กะลาเป็นเชื้อเพลิงมากนัก กะลาปาล์มประกอบด้วยคาร์บอน 20%, Volatile matter 70%, เถ้า 4% และความชื้น 6% ค่าพลังงานความร้อนของกะลาปาล์ม 1 กิโลกรัม = 18,267 กิโลจูล (บุญเรือน, 2543)

จุไรรัตน์และคณะ (2545) ได้ศึกษาการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากเหง้ามันสำปะหลังด้วยเตาผลิตแก๊สชนิดแก๊สและอากาศไหลลงโดยใช้อากาศเผาไหม้ และการนำแก๊สเชื้อเพลิงที่ได้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเผาขยะเปียก ในการทดลองได้จัดสร้างเตาผลิตแก๊สเชื้อเพลิงขนาดจุเหง้ามันสำปะหลังได้ ประมาณ 70 kg. แต่พบว่าไม่สามารถใช้ในการผลิตแก๊สจากเหง้ามันสำปะหลังได้เนื่องจากปัญหาการอุดตันของแสลก (slag) ที่เกิดจากสารซิลิก้าของส่วนเปลือกเหง้ามันสำปะหลัง จึงได้แก้ไขปัญหาโดยการจัดสร้างเตาผลิตแก๊สใหม่ เป็นชนิดลักษณะตรงไม่มีคอคอด พร้อมเพิ่มชุดกวาดแสลกซึ่งจะทำงานกวาดแสลกอัตโนมัติทุก ๆ 30 นาที โดยมีอัตราการใช้เหง้ามันสำปะหลัง 37-38 kg/h สามารถผลิตแก๊สเชื้อเพลิงได้ 84 m^3/h ค่าความร้อนของแก๊ส 990 kcal/SCM (องค์ประกอบของแก๊ส CO 19.25% H_2 15.32% CH_4 0.13% O_2 1.11% CO_2 14.59% N_2 49.61%) ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา 56 % แก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ถูกนำไปใช้ในการเผาขยะเปียก ด้วยเตาเผาขยะแบบห้องเดี่ยวที่ถูกจัดสร้างพร้อมระบบกำจัดควันและแก๊สพิษแบบเปียก ปรับปรุงคุณภาพขยะเปียกด้วยการผสมกับเหง้ามันสำปะหลังตากแห้งในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก ทำการเผาไหม้แบบอากาศมากเกินพอ ผลการทดลองพบว่าปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ สามารถใช้ในการเผาขยะได้ด้วยอัตราการเผาไหม้ 80 kg/h อุณหภูมิเผาไหม้เฉลี่ย 600-640°C ปริมาณเถ้า 12.6-15.8% ตรวจวัดคุณภาพไอเสียที่ออกจากระบบกำจัดควันและมลพิษก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ พบว่า ปริมาณแก๊ส CO, NO_2, SO_2 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ปล่อยออกจากปล่องระบายของเตามูลฝอย

ภัทรา (2540) ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของกะลาปาล์มพบว่า มีความชื้น 11.87 เปอร์เซ็นต์, เถ้า 2.2 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณสารระเหย 69.87 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณคาร์บอนคงตัว 16.06 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด (S_{bet}) 12.20 ตารางเมตร/กรัม เมื่อนำมาผ่านกระบวนการคาร์โบไนซ์เพื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และกระตุ้นถ่านกะลาปาล์มน้ำมันให้เป็นถ่านกัมมันต์ที่ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีค่าการดูดซับไอโอดีน และเมทธิลีนบลูเท่ากับ 362.24 และ 10.54 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ และพื้นที่ผิวรูพรุนทั้งหมด 378.1 ตารางเมตร/กรัม โดยขนาดของถ่านที่เหมาะสมในการกระตุ้นด้วยไอน้ำอิ่มตัวยวดยิ่งคือ ถ่านขนาด 0.355-0.85 มิลลิเมตร โดยการกระตุ้นที่เวลานานกว่า 1 ชั่วโมง ไม่ทำให้พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์มีค่าสูงขึ้น ยกเว้นกรณีของการกระตุ้นด้วยไอน้ำนานเกิน 3 ชั่วโมง

พื้นที่ผิวจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งแล้วเกิดการยุบตัวของโครงสร้าง ทำให้พื้นที่ผิวและค่าการดูดซับลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (บุญเรือน, 2543)

รุ่งทิพย์ (2541) ได้ทำการผลิตถ่านกัมมันต์คุณภาพสูงจากกะลาปาล์ม ในระดับห้องปฏิบัติการด้วยวิธีทางเคมี โดยใช้ $ZnCl_2$, H_3PO_4 และ KOH-pellets เป็นสารกระตุ้น พบว่าเมื่อใช้ KOH-pellets เป็นสารกระตุ้น ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีปริมาณและคุณภาพการดูดซับสูงกว่าการกระตุ้นโดยใช้ $ZnCl_2$ และ H_3PO_4 โดยสภาวะที่เหมาะสมในการกระตุ้นถ่านกะลาปาล์มด้วย KOH คือ ใช้อัตราส่วนของถ่านกะลาปาล์มต่อ KOH เท่ากับ 1:5, อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที ได้ถ่านที่มีพื้นที่ผิวภายใน 3,422 ตารางเมตร/กรัม ในขณะที่การใช้ $ZnCl_2$ และ H_3PO_4 ได้ถ่านที่มีพื้นที่ผิวภายใน 1,844 และ 1,684 ตารางเมตร/กรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับถ่าน กัมมันต์เกรดการค้าจากต่างประเทศ พบว่าถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ในการทดลองนี้มีคุณภาพดีกว่า

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 3.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

1) ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทะลายและลักษณะสีผล อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์ม การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลเชิงวิชาการได้ คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 5 และ 8 ปี เป็นตัวแทนของทะลายขนาดเล็ก ปานกลางและใหญ่ ผูกป้ายช่อดอกตัวเมีย (ระยะดอกบาน 100%) เพื่อเก็บทะลายที่อายุ 18-23 สัปดาห์ (WAA : weeks after anthesis) โดยเก็บ 30 ทะลาย/สีผล/ขนาด/อายุ ตลอด 3 ปี รวม 1,440 ทะลาย เก็บเกี่ยวทะลายเมื่ออายุครบตามที่กำหนดไว้ ชั่งน้ำหนักวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย ตามวิธีการของ Hartley (1988) ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีการของ Ooi (1978) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมัน (เปลือกผล) โดยใช้วิธี Soxtec จากนั้นนำผลปาล์มไปนึ่ง เพื่อนำไปสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และนำไปวิเคราะห์คุณภาพ (กรดไขมันอิสระ, ปริมาณคาโรทีน, เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น, ค่า DOBI, ค่าสีและค่าไอโอดีน)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบในรอบปี การดำเนินงานทุกขั้นตอนได้วางแผนการวิจัย โดยใช้หลักการวางแผนทางสถิติที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในเชิงวิชาการได้ ดำเนินการผูกป้ายช่อดอกตัวเมีย (ระยะดอกบาน 100%) ต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานีอายุ 8 ปี ขึ้นไป เพื่อเก็บทะลายที่อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA : weeks after anthesis) โดยเก็บจำนวน 5 ทะลาย/อายุ/เดือน ตลอด 3 ปี รวม 1,080 ทะลาย เก็บเกี่ยวทะลายเมื่ออายุครบตามที่กำหนดไว้ และดำเนินการเหมือนขั้นตอนตอนด้านบน

การทดลองที่ 3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อม องค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

คัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี อายุ 8 ปี คัดเลือกต้นสำหรับผูกป้ายชื่อช่อดอกตัว เพื่อเก็บทะลายที่ความสุก 3 ระยะ ตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน (มกษ.5702/2552) ของ มกอช. 3 ระยะ คือ ดิบ,กึ่งสุก และสุก ตลอดปี โดยเก็บ 10 ทะลาย/ระยะ/เดือน ตลอด 3 ปีรวม 1,080 ทะลาย เก็บเกี่ยวทะลาย ชั่งน้ำหนัก

บันทึกข้อมูล วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 3.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การทดลองที่ 3.2 การประเมินเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเมินการใช้เครื่องวัดสีเปรียบเทียบกับผลที่ได้วิเคราะห์น้ำมันจากเครื่องสกัดน้ำมัน (Soxtec) โดยใช้เฉพาะผลปลายสุดของก้านช่อจากทะลายปาล์มน้ำมัน 3 ส่วน คือ ส่วนบน (ปลาย) กลาง และล่าง (โคน) ของทะลายจำนวน 5 พันธุ์ คือ ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 2 7 และ 8 และพันธุ์คอมแพคกาน่า

การทดลองที่ 3.3 การเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันปาล์มในโรงงานระดับชุมชน

การทดลองย่อยที่ 3.3.1 การเก็บเกี่ยวตามมาตรฐานความสุกที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมัน

การทดลองย่อยที่ 3.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

การทดลองย่อยที่ 3.3.3 การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

ดำเนินการสำรวจคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันหลังเก็บเกี่ยวที่ส่งเข้าโรงงานสกัดน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี เพื่อคัดเกรดชั้นมาตรฐานของทะลายปาล์มน้ำมันตามการแบ่งชั้นคุณภาพเป็นชั้นพิเศษ ชั้น 1 และชั้น 2 ตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน มกษ.5702-2552 ของสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) เพื่อศึกษาอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มตามชั้นคุณภาพ และมีการจัดการปรับปรุงวัสดุ อุปกรณ์ ในระบบของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม โดยตรวจสอบจากการสูญเสียน้ำมันปาล์มในเศษวัสดุที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน จากนั้นไปจัดการแก้ไขปัญหาเฉพาะ ณ ตำแหน่งดังกล่าว และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันในโรงงานจึงมีการจัดการเพิ่มเติมระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตกาซชีวภาพ โดยศึกษาจากแหล่งต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาระบบซึ่งได้รับประโยชน์ 2 ทางคือ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัด และการผลิตก๊าซชีวภาพ

การทดลองที่ ๓.๔ วิจัยและพัฒนาชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดทะลายปาล์มน้ำมัน

ศึกษาและออกแบบเครื่องต้นแบบชุดให้ความร้อน พร้อมทดสอบการทำงานเบื้องต้น รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการอบทะลายปาล์มน้ำมัน โดยอบทะลายที่อุณหภูมิ ๖๐ ๗๐ ๘๐ และ ๙๐ องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบที่ได้ที่ระยะอบ ๔ ๖ ๘ ๑๐ และ ๑๒ ชั่วโมง ไปวิเคราะห์คุณภาพนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนทะลายปาล์มน้ำมันเพื่อลด FFA และช่วยให้ปลิดผลปาล์มได้ง่ายขึ้น

การทดลองที่ 3.5 วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลายปาล์มสด

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของทะลายปาล์มสดหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลายปาล์มสด พร้อมทดสอบการทำงานเบื้องต้นของต้นแบบเครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลายปาล์มสด และชุดคัดแยกและทำความสะอาดผลปาล์มร่วงในอาคารปฏิบัติการศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น โดยทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาวซี่แยกผล ความเร็วรอบจานหมุน ทดสอบความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการแยกผลออกจากทะลายปาล์มสด 0kdoyhoวิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณและคุณภาพ และสรุปผลการทดลอง

โดยมีหลักการทำงานของต้นแบบเครื่องปลิดผลที่ทำงานโดยใช้แรงเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระแทกกับซี่เหล็กด้านข้างถัง ผลปาล์มก็จะถูกซี่เหล็กปลิดออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับผ่านตะแกรงโยกคัดแยกทำความสะอาดด้วยพัดลมเป่าสิ่งเจือปนออกไป สำหรับก้านทะลายเปล่าก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางช่องเปิดด้านข้างของถังในขณะที่เครื่องทำงานโดยมีผู้ปฏิบัติงาน 2-3 คน โครงสร้างหลักทำจากเหล็กรูปพรรณ ถังเหล็กทรงกระบอกภายในถังจะมีซี่แยกทำจากเหล็กติดอยู่โดยรอบสามารถปรับความยาวซี่แยกได้ ถังยึดติดกับโครงเครื่อง ส่วนฐานหมุนเป็นแบบกรวยปากตัดติดซี่แยก ซึ่งหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถควบคุม และสลับทิศทางการหมุนได้ โดยมีวิธีการศึกษาความยาวของซี่แยก แยก 4 5 และ 6 เซนติเมตร ความเร็วรอบของชุดปลิด 70 85 และ 100 รอบ/นาที ทดสอบกับทะลายปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวและกองทิ้งไว้ในร่มเป็นเวลา 3-5 วัน โดยการป้อนทะลายปาล์มจำนวน 3-4 ทะลายต่อครั้ง

การทดลองที่ 3.6 วิจัยและพัฒนาเตาผลิตก๊าซโดยใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุเชื้อเพลิง

ศึกษาข้อมูลเตาผลิตก๊าซจากเชื้อเพลิงชีวมวลแบบต่างๆ สร้างต้นแบบเตาผลิตก๊าซจากกะลาปาล์มขนาดเล็ก เพื่อใช้ศึกษาและทดสอบปัจจัยต่างๆ ศึกษาทดสอบปัจจัยและเก็บข้อมูลต่างๆ ได้แก่ อัตราการป้อนกะลาปาล์ม และอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ปริมาณพลังงานความร้อนและก๊าซที่ผลิตได้ คุณภาพของก๊าซ ประสิทธิภาพของเตาเผา และอุณหภูมิ จากนั้นออกแบบสร้างต้นแบบเตาผลิตก๊าซจากกะลาปาล์มและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยขยายขนาดต้นแบบเพื่อการใช้งานจริง พร้อมทดสอบประสิทธิภาพของเตาเผา เก็บข้อมูลต่างๆ รวมทั้งต้นทุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินงาน และมีการปรับปรุงแก้ไขต้นแบบขั้นสุดท้าย พร้อมรวบรวมและวิเคราะห์ผลการทดลอง สรุปและรายงานผล และเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมายโดยเอกสารและสาธิตการใช้งานจริง

ผลการวิจัย (Results)

การทดลองที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพน้ำมันปาล์ม

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

ขนาดทะลาย ทะลายที่มีลักษณะของผลดิบสีเขียวมีขนาดใหญ่กว่าผลดิบสีดำในทุกระดับตั้งแต่ 18-23 WAA และความแตกต่างดังกล่าวจะสังเกตได้เด่นชัดเมื่อขนาดทะลายปาล์มน้ำมันใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 1a)

การติดผล ปาล์มน้ำมันขนาดทะลาย 5-15 กิโลกรัม อัตราการติดผลของทะลายผลดิบสีดำมีค่าสูง (71.1-75.5%) กว่าผลดิบสีเขียว (69.5-72.0%) ในทุกระดับอายุ แต่เมื่อปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้น ขนาดทะลายใหญ่ขึ้น (15-30 กิโลกรัม) การติดผลของทะลายผลดิบสีดำและผลดิบสีเขียวมีค่าใกล้เคียงกันคือ 70.1-74.2% และ 71.9-73.6% ตามลำดับ (ภาพที่ 1b)

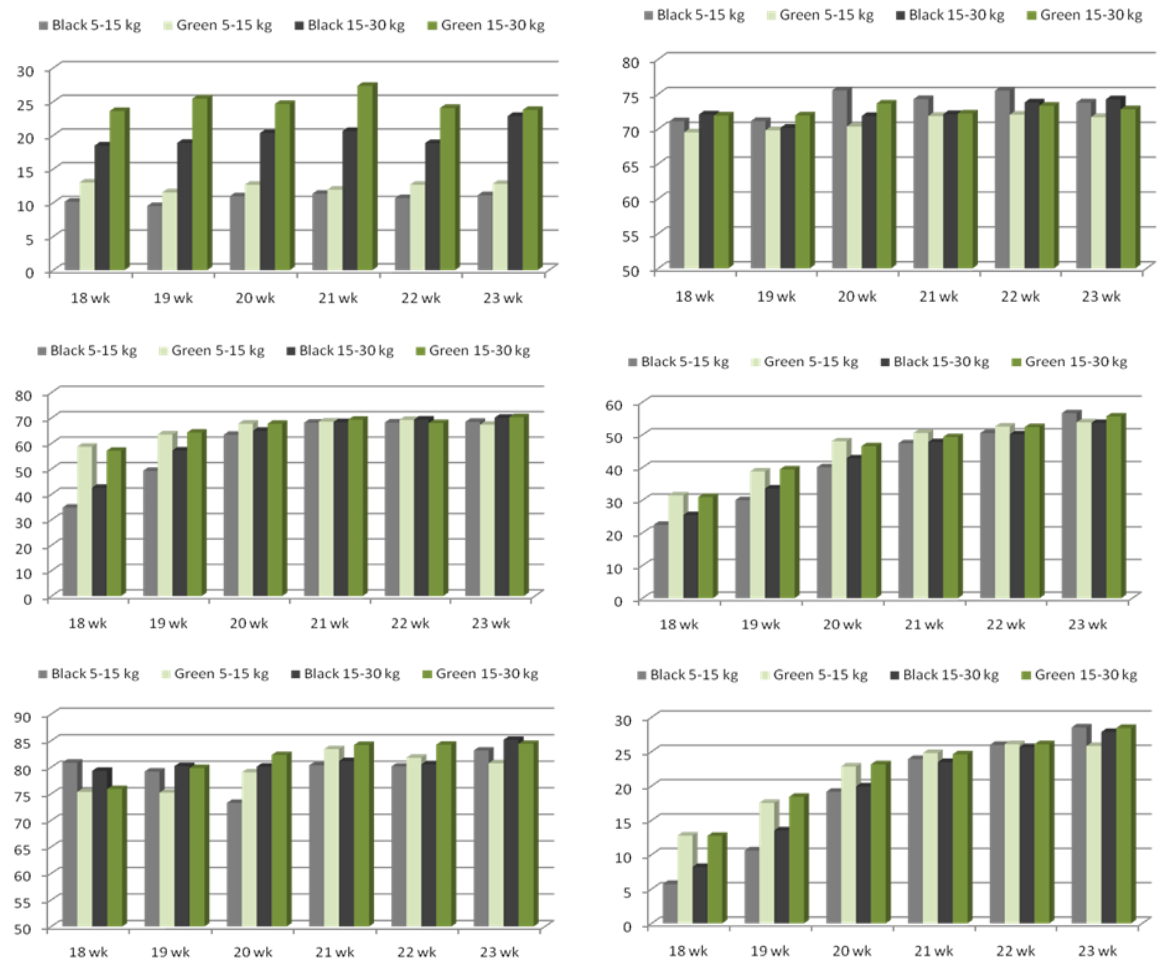
เปลือกสดต่อผล พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-20 WAA มีอัตราเปลือกสดต่อผลเฉลี่ยน้อยกว่า 21-23 WAA (75.2-82.3% และ 80.5-85.2% ตามลำดับ) และเปลือกสดต่อผลของทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18-19 WAA ที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าน้อยกว่าผลดิบสีดำ หลังจากช่วงอายุดังกล่าว เปลือกสดต่อผลของทะลายที่มีผลดิบสีเขียวมีค่าสูงกว่าผลดิบสีดำ ยกเว้นที่อายุ 23 WAA (ภาพที่ 1c)

เปลือกแห้งต่อผล พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันอายุเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ 23 WAA (53.6-56.6%) และปรากฏว่า ทะลายที่มีผลดิบสีเขียว มีเปลือกแห้งต่อผลสูงกว่าทะลายผลดิบสีดำในทุกระดับ (ภาพที่ 1d) ดังนั้น หากต้องการทะลายที่มีเปลือกแห้งต่อผลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ควรเก็บเกี่ยวทะลายอายุ 22 WAA ขึ้นไป

น้ำมันต่อเปลือกแห้ง ตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมันควรมีสัดส่วนน้ำมันต่อเปลือกแห้งสูงกว่า 65% จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทะลายพบว่า ในช่วงอายุ 18-20 WAA ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีผลดิบสีเขียวทั้ง 2 ขนาดมีการสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งสูงกว่าผลดิบสีดำอย่างเห็นได้ชัด และทะลายขนาดใหญ่สามารถสังเคราะห์น้ำมันต่อเปลือกแห้งได้เร็วกว่าทะลายขนาดเล็ก สำหรับทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 21-23 WAA พบว่า การสะสมน้ำมันต่อเปลือกแห้งของทะลายทั้ง 2 ขนาดและ 2 สีผลมีค่าใกล้เคียงกัน 68.0-70.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1e) ซึ่งถ้าดูเฉพาะดัชนีนี้ เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันได้ตั้งแต่อายุ 21 WAA แต่ในความเป็นจริงเราต้องใช้ดัชนีเปลือกแห้งต่อผลประกอบการพิจารณาด้วย จากงานทดลองของ Keshvadi และคณะ (2011) พบว่า น้ำมันต่อเปลือกแห้งของทะลายปาล์มอายุ 20 WAA มีค่าสูงกว่าอายุ 16 WAA ถึง 12.4 เท่า

น้ำมันต่อทะลาย พบว่า ทะลายปาล์มน้ำมันอายุ 18 WAA ผลดิบสีเขียว (ทั้ง 2 ขนาด) มีการสะสมน้ำมันสูงกว่าผลดิบสีดำ 223 และ155 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 1f) ซึ่งในช่วงดังกล่าว ทะลายมีลักษณะตั้งแต่สีผิวผลเปลี่ยนสี 100 เปอร์เซ็นต์ถึงผลร่วงมากกว่า 10 ผลต่อทะลาย ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะแตกต่างกันตามฤดูกาล และเมื่อคำนวณความแตกต่างของน้ำมันต่อทะลายพบว่า ทะลายขนาดเล็ก ลักษณะผลดิบสีเขียวและสีดำอายุ 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)



ภาพที่ 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

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสีผลอายุทะลาย 18-23 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 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

สำหรับเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ที่ 18 WAA ค่าความคงตัวค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับทะลายอายุ 20 WAA ขึ้นไป

ตารางที่ 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

การทดลองย่อยที่ 3.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันและคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบในรอบปี

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อองค์ประกอบทะลายปาล์มน้ำมันในรอบปี

การติดผล อัตราการติดผลของปาล์มน้ำมันที่อายุต่างกัน 18-23 WAA มีค่าใกล้เคียงกัน (71.3-73.4 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อเฉลี่ยระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคมตลอดระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีค่า 69.6-73.7 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการติดผลเฉลี่ยในเดือนธันวาคมมีค่าต่ำสุด 69.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับผลกระทบจากภาวะปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม (ภาพที่ 2a) และมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 73.5-73.7 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3a และตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Mhanhmad และคณะ (2011) ที่รายงานว่า อัตราการติดผลของปาล์มน้ำมันชนิดดูร่าในช่วงแล้งมีค่าสูงกว่าช่วงฝน (67.5 และ 56.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

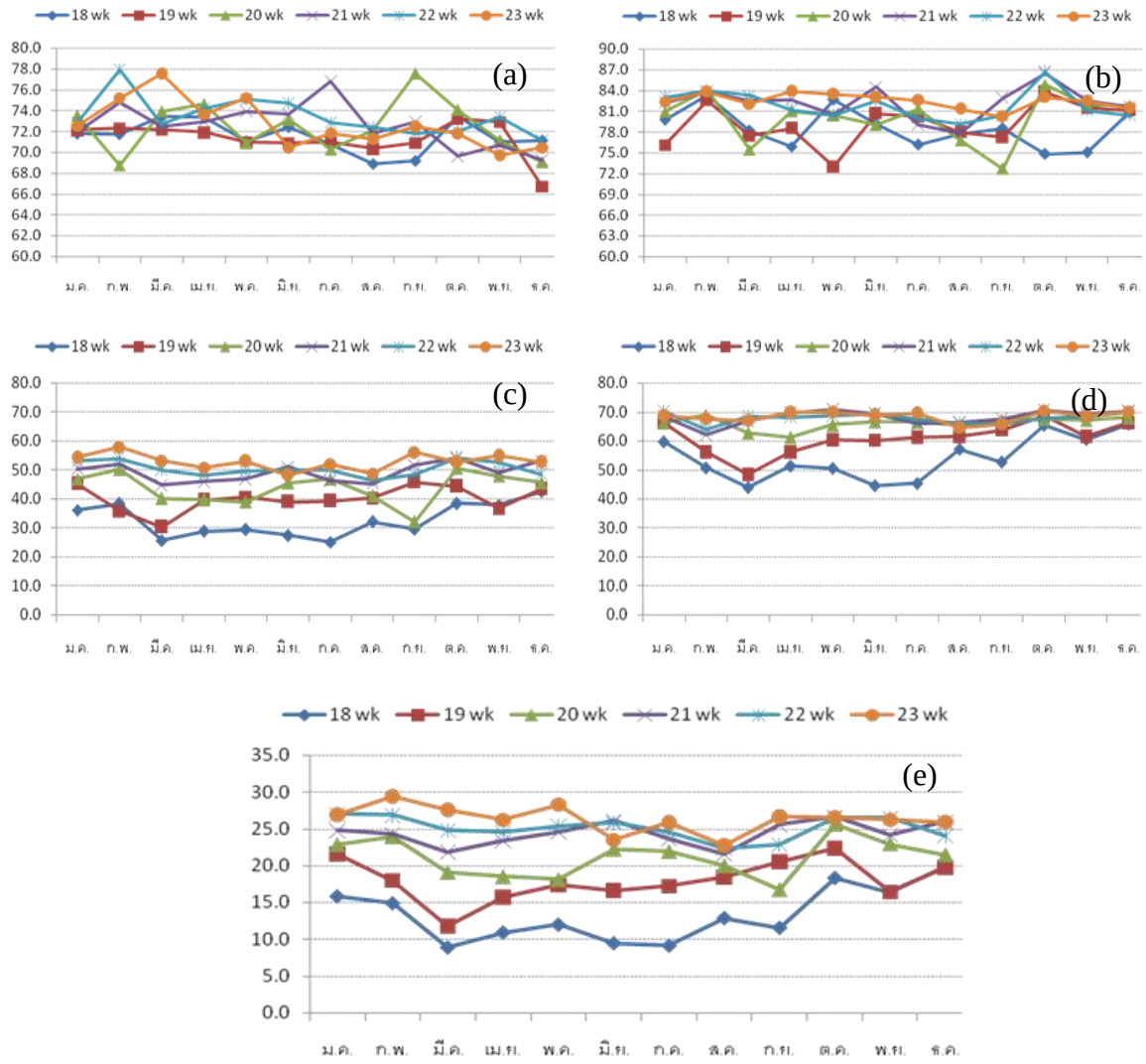
เปลือกสดต่อผล มีผลต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลาย ยิ่งมีค่าสูงแสดงว่า โอกาสที่ทะลายนั้นจะให้ผลผลิตน้ำมันมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม หากเก็บเกี่ยวในระยะที่ความสุกของปาล์มน้ำมันยังพัฒนาไม่เต็มที่ อัตราน้ำมันที่ได้จะมีค่า

น้อย 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 (ภาพที่ 3b และตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำฝนในช่วง 6-10 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว

เปลือกแห้งต่อผล เปลือกแห้งต่อผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสุกและอัตราน้ำมันต่อทะลาย จากภาพที่ 3c แสดงให้เห็นถึง อัตราการเพิ่มขึ้นของเปลือกแห้งต่อผลเมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 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 (ตารางภาคผนวกที่ 2) ในขณะที่ Mhanhmad และคณะ (2011) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของอัตราเปลือกแห้งต่อทะลายในช่วงฝนและแล้ง (24.2 และ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

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 (ภาพที่ 3d และตารางภาคผนวกที่ 2)

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 (ภาพที่ 3e และตารางภาค ผนวกที่ 2)



ภาพที่ 3 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และน้ำมันต่อทะลาย (e) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 อายุ 18-23 สัปดาห์หลังดอกบานในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 –ธันวาคม 2556

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่ต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ ทะลายปาล์มน้ำมันที่มีความสุก 3 ระดับพบว่า

ปริมาณกรดไขมันอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม (0.42-0.73% as palmitic acid) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ศูนย์พัฒนามาตรฐานและทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (2555) ที่พบว่า น้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มสุกมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าทะลายปาล์มดิบและกึ่งสุก

ค่าไอโอดีน (มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน (50.9-51.8) และความสุกไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

ค่า DOBI แสดงถึงความสดของน้ำมันปาล์มดิบ ถ้าค่าต่ำกว่า 2.2 แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวไม่สด มีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน หรือเกิดจากทะลายที่เข้าสู่โรงสกัดน้ำมันปาล์มมีคุณภาพต่ำ และส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมันปาล์มดิบจากการฟอกสีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลวิเคราะห์คุณภาพพบว่า DOBI มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ (3.17-4.19) เมื่อทะลายปาล์มน้ำมันมีอายุเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน (2.20) ซึ่งสอดคล้องกับ Jusoh และคณะ (2013) ที่พบว่า ค่า DOBI ของน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มที่สุกเต็มที่ (2.53-6.69) มีค่าสูงกว่าปาล์มกึ่งสุก (2.45-4.12) และปาล์มสุก (0.99-2.96) ตามลำดับ

วิตามินเอ เป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่น้ำมันปาล์มดิบ จากผลวิเคราะห์พบว่า ปริมาณวิตามินเอมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุของทะลายปาล์มน้ำมัน (320-496 ppm) แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มสุกมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าทะลายดิบ

ค่าสีพบว่า 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 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 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

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

การติดผลต่อทะลาย ค่าเฉลี่ยการติดผลระหว่างความสุก 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน 73.5-73.6 เปอร์เซ็นต์ และในรอบปีอัตราการติดผลที่ดีอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากปัจจัยการผลิตที่

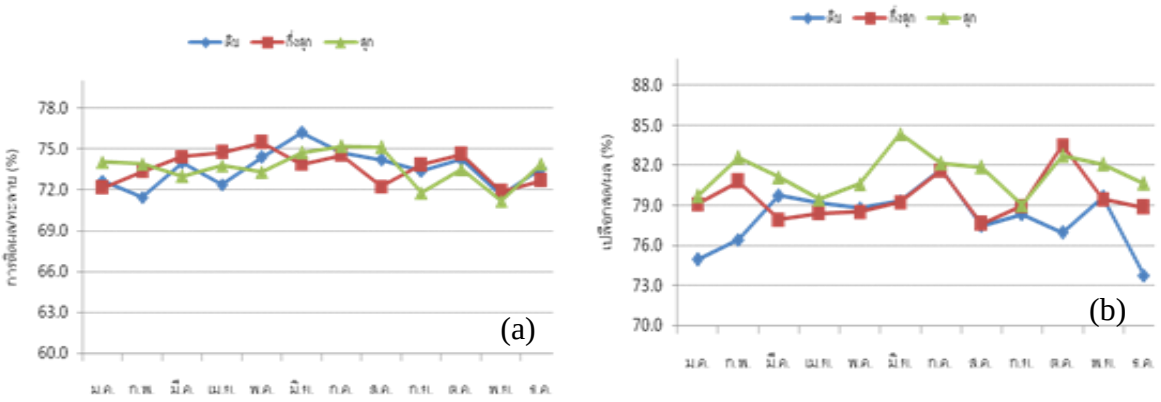
เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าเฉลี่ยในรอบปี อัตราการติดผลมีค่าไม่ต่างกันมากนักและมีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4a และตารางภาคผนวกที่ 4)

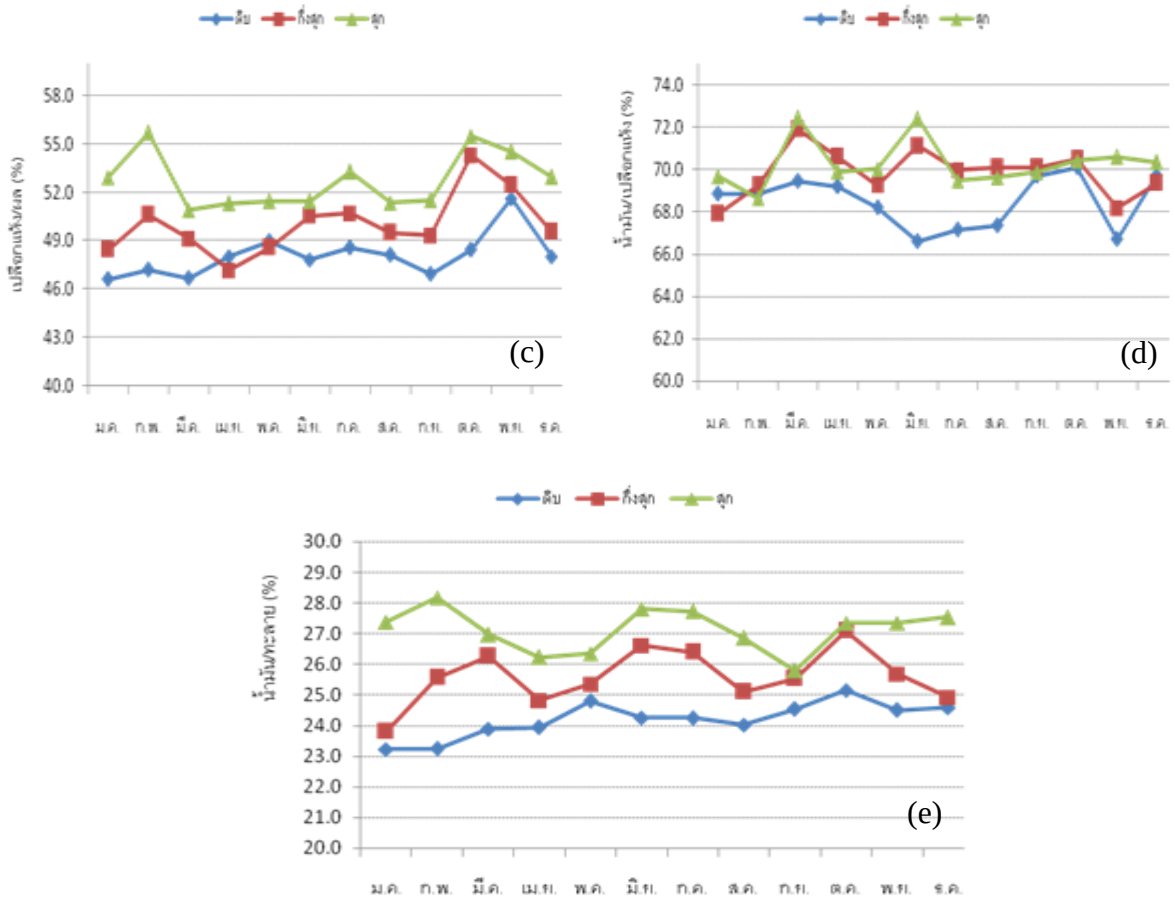
เปลือกสดต่อผล ค่าเฉลี่ยอัตราเปลือกสดต่อผลเพิ่มขึ้นตามความสุกของปาล์ม โดยมีค่า 78.0, 79.5 และ 81.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าสูงสุด 81.7, 83.5 และ 84.4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับในเดือนกรกฎาคม, มิถุนายนและตุลาคม (ภาพที่ 4b และตารางภาคผนวกที่ 4)

เปลือกแห้งต่อผล เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสุกของทะลายปาล์มน้ำมันได้ดี เนื่องจากปริมาณเปลือกแห้งที่สูงแสดงว่า มีปริมาณน้ำมันมากกว่าน้ำ ค่าเฉลี่ยอัตราเปลือกแห้งต่อผลเพิ่มขึ้นตามความสุกของปาล์ม เช่นเดียวกันกับเปลือกสด โดยมีค่า 48.1, 50.0 และ 52.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทะลายปาล์มทั้ง 3 ระดับมีอัตราการสะสมเปลือกแห้งสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน, ตุลาคม และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4c และตารางภาคผนวกที่ 4)

น้ำมันต่อเปลือกแห้ง จากค่าเฉลี่ยน้ำมันต่อเปลือกแห้งในรอบปีของปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุกพบว่า มีค่า 68.5, 69.8 และ 70.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในแต่ละเดือนมีค่าน้ำมันต่อเปลือกแห้งค่อนข้างใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4d และตารางภาคผนวกที่ 4)

น้ำมันต่อทะลาย เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณลักษณะต่างๆ ขององค์ประกอบทะลาย โดยน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุก และสุกมีค่า 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) และน้ำมันต่อทะลายของทะลายปาล์มดิบและกึ่งสุก มีค่าต่ำสุดเดือนมกราคม และสูงสุดเดือนตุลาคม ทะลายปาล์มสุกมีค่าต่ำสุดเดือนกันยายน และสูงสุดเดือนกุมภาพันธ์ จากแนวโน้มดังกล่าวแสดงว่า หากมีการรับซื้อปาล์มดิบและปาล์มกึ่งสุกเข้าโรงสกัด มีความเป็นไปได้ที่อัตราการสกัดน้ำมันจะมีค่าต่ำในช่วงต้นปี (มกราคม-เมษายน)แต่อย่างไรก็ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ แต่หากมีระเบียบหรือข้อบังคับให้รับซื้อเฉพาะปาล์มสุก อัตราการสกัดน้ำมันที่ได้จะมีค่า 22.8-25.2 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีผลกระทบต่ออัตราการสกัดน้ำมัน แม้จะเป็นช่วงฤดูแล้ง (ภาพที่ 4e และตารางภาคผนวกที่ 4)





ภาพที่ 4 การติดผล (a), เปลือกสดต่อผล (b), เปลือกแห้งต่อผล (c), น้ำมันต่อเปลือกแห้ง (d) และน้ำมันต่อทะลาย (e) ของทะลายปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่มีลักษณะดิบ, กึ่งสุกและสุกในรอบปี ระหว่างเดือนมกราคม 2554 –ธันวาคม 2556

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ

จากผลวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุก สรุปได้ดังนี้

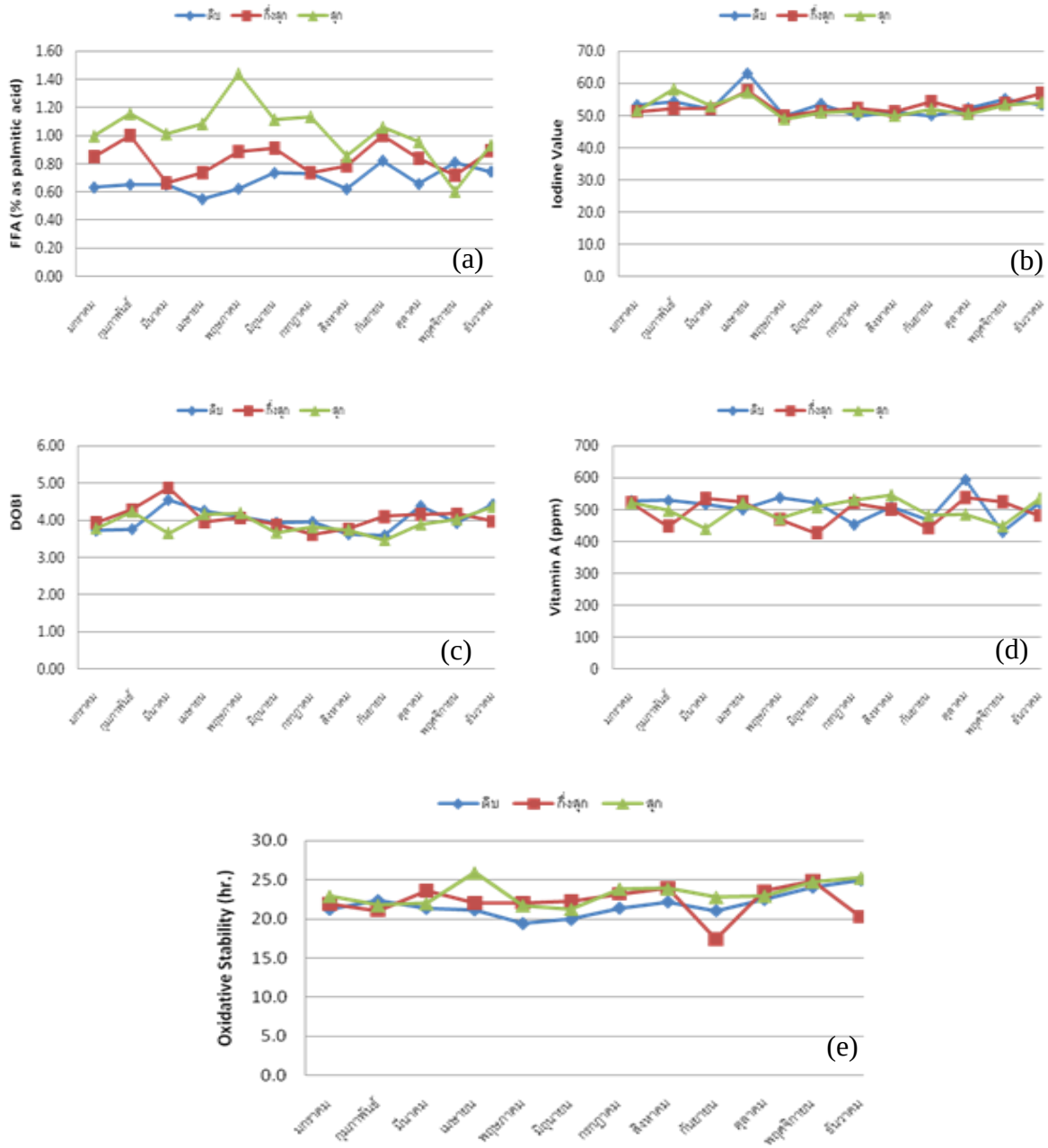
ปริมาณกรดไขมันอิสระ เพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม (0.69, 0.84 และ 1.03 % as palmitic acid) และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละเดือนทั้งทะลายดิบและกึ่งสุก ในขณะที่ทะลายสุกมีค่าต่างกันในรอบปี (0.60-1.44 % as palmitic acid) โดยมีค่าสูงสุดเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากสภาพแวดล้อม (ภาพที่ 5a และตารางภาคผนวกที่ 5)

ค่าไอโอดีน ที่ความสุกทั้ง 3 ระดับ มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และช่วงเดือนเมษายน ค่าไอโอดีนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุก และสุก (ภาพที่ 5b และตารางภาคผนวกที่ 5)

ค่า DOBI ทะลายปาล์มทั้ง 3 ระดับความสุกมีค่าเฉลี่ย DOBI ใกล้เคียงกัน (3.92-4.06) ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้มีคุณภาพดีจากทะลายปาล์มสด (ภาพที่ 5c และตารางภาคผนวกที่ 5)

วิตามินเอ ทะลายปาล์มทั้ง 3 ระดับความสุกมีวิตามินเอค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน (494-509 ppm) แสดงว่า หากโรงสกัดคัดคุณภาพทะลาย น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้มีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่าสกัดจากทะลายปาล์มอ่อน (ภาพที่ 5d และตารางภาคผนวกที่ 5)

เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสุกของทะลายปาล์ม โดยมีค่า 21.8, 22.2 และ 23.3 ชั่วโมง ตามลำดับ และพบว่า เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีค่าค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน) (ภาพที่ 5e และตารางภาคผนวกที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (a), ค่าไอโอดีน (b), DOBI (c), ปริมาณวิตามินเอ (d) และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (e) ของน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายดิบ, กึ่งสุกและสุกระหว่างเดือนมกราคม 2554 – กันยายน 2556

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาการประเมินเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทะลายปาล์มอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทะลาย สีผิว เนื้อปาล์ม และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (ดิบเขียว สุกส้ม) และสุราษฎร์ธานี 2 (ดิบดำ-สุกม่วงแดง) ที่ความสก 3 ระดับ คือ สุก:ผลร่วง 10 ผลขึ้นไป กึ่งสุก:ผลร่วงน้อยกว่า 10 ผล และ ดิบ:ทะลายเปลี่ยนสีหมด พบว่า ทะลายสุกของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 เมื่อวัดที่ตำแหน่งส่วนบนของผลปาล์มน้ำมัน ความสว่าง (L) สีแดง (a) สีเหลือง (b) มีค่าน้อยที่สุด สำหรับตำแหน่งที่วัดของสีผิวผลปาล์มน้ำมันมีทิศทางเดียวกัน ขณะที่สีเนื้อผลในตำแหน่งที่วัดมีค่าค่อนไปทางสีเหลืองทุกตำแหน่ง เมื่อดูจากค่า a อยู่ในช่วง 61–69 (ตารางที่ 1) ส่วนค่าสีแดง (b) พบว่า ในทะลายสุกและกึ่งสุกค่าสีแดงอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน แต่ในกลุ่มทะลายดิบจะแตกต่างไป ซึ่งมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันเมื่อวัดสีเนื้อจากตำแหน่งที่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งการวัดสีผิวและเนื้อผลพบว่า ตำแหน่งกลางผลมีแนวโน้มให้ค่าที่แม่นยำกว่า ในลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นค่าความสว่างของสีผิวผลในกลุ่มทะลายที่เปลี่ยนสีหมดจะมีค่าความสว่างสูง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 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

ตารางที่ 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

ผลวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน พบว่า น้ำมันต่อเนื้อผลไม่แตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ แต่แตกต่างกันเมื่อความสุกต่างกัน โดยทะลายสุกของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีน้ำมันต่อเนื้อผลและน้ำมันต่อทะลายสูงสุด 62.81 และ 27.88 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่น้ำมันต่อทะลายต่ำกว่า เนื่องจากองค์ประกอบทะลายของลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกสดต่อผลน้อยกว่าลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 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

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* (ตารางที่ 5) แต่ค่าความสว่างหรือค่า L มีค่าสูงกว่าสีผิว สำหรับค่า L ทั้งสีผิวและสีเนื้อของพันธุ์คอมแพคและสายพันธุ์อื่นเป็นไปในทิศเดียวกันที่ความสุกต่างกัน แต่มีค่าแตกต่างเมื่อสายพันธุ์ต่างกัน

ตารางที่ 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

ตารางที่ 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

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 สีผิว และสีเนื้อของผลสุดท้ายของช่อผลปาล์มน้ำมันที่ตำแหน่งบน กลาง และล่างของทะลาย วัดที่ตำแหน่งต่างกัน 3 ตำแหน่งโดยเครื่องวัดสี CR400 พบว่า ผลปาล์มน้ำมันมีลักษณะดิบสีดำ-สุกสีแดง ลักษณะของสีผิวปาล์มที่ความสุกต่างกัน ค่า b* แตกต่างกันตามความสุก ค่า b หรือสีเหลือง-น้ำเงินจะเพิ่มขึ้นตามความสุก การวัดสีที่ตำแหน่งส่วนกลางผลของทะลายดิบ กึ่งสุก และสุก มีค่า 23.10 27.39 และ 33.29 (ตารางที่ 6) สำหรับสีเนื้อผลปาล์ม พบว่า ค่า a* ค่า L* และ ค่า b* มีแนวโน้มไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากใช้สายตาดูระดับการพัฒนาผลอาจจะแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อสีเนื้อของทะลาย (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 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

ตารางที่ 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

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

ภาพที่ 1 ทะลายปาล์มที่เข้าโรงงานสกัดน้ำมัน

การคัดเกรดปาล์มน้ำมัน มกราคม-มีนาคม 2555 มีปาล์มดิบ:กึ่งสุก:สุก ในอัตรา 16:52:32 ผลผลิตปาล์มรวม 86.44 ตัน สกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ 14.58 ตัน คิดเป็นอัตราการสกัด 16.9 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากช่วงนี้ผลผลิตน้อยและผ่านช่วงแล้ง ทำให้ผลผลิตทะลายที่เข้าโรงงานสกัดมีคุณภาพค่อนข้างต่ำกว่าช่วง ตุลาคม-ธันวาคม 2554 และในช่วงเมษายน-มิถุนายน 2555 มีปาล์มดิบ:กึ่งสุก:สุก ในอัตรา 35:52:13 นำเข้าสู่การสกัดน้ำมัน คิดเป็นอัตราการสกัด 17.67 เปอร์เซ็นต์

การเก็บเกี่ยวของปาล์มน้ำมันเกษตรกรและศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมัน พบว่า มีการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันทุก 15 วัน ของแปลงทดสอบงานวิจัยคุณภาพทะลายตามมาตรฐานสินค้าเกษตร ทะลายปาล์มน้ำมัน มกษ. 5702-2552 พบว่า มีสัดส่วนทะลายสุก 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 ปรับปรุงตู้เมนบอร์ด (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 (ตารางที่ 1) เนื่องจากการจัดการผลผลิตทะลายเพื่อเข้าโรงงานสกัดขึ้นกับช่วงระยะเวลาการเก็บผลผลิตของแปลงทดลอง ซึ่งหลายครั้งผลผลิตส่งถึงโรงงานวันสุดสัปดาห์ ทำให้มีปาล์มค้างบนลานเท และส่งผลต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้

ตารางที่ 1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำมันปาล์มดิบ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ	ผลวิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์)
กรดไขมันอิสระ (FFA)	6.22
ความสดของน้ำมันปาล์มดิบ (DOBI)	1.15
ค่าไอโอดีน (IV)	49.95
ความชื้น (Moisture)	0.19
สิ่งเจือปน (Impurity)	0.01

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 ทะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันเมื่อเช็คระบบการสกัดน้ำมันพบว่า มีเมล็ดในคุณภาพดี (ไม่แตก) 30.46-64.16 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดแตก 35.83-69.36 เปอร์เซ็นต์ การควบคุมหัวบีบมีปัญหาเนื่องจากทะลายปาล์มน้ำมันที่เข้าสู่ขบวนการสกัดเป็นลูกผสมหลายสายพันธุ์ทำให้เมล็ดดีและเมล็ดแตกแตกต่างกันไป โดยปกติเมล็ดแตกไม่ควรเกิน 10% ส่วนน้ำมันที่คงค้างในเส้นใยอยู่ในช่วง 7.31-13.95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับทะลายเปล่าคงค้างอยู่ 5.77-11.63 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณในภาพรวม พบว่า การสูญเสียน้ำมันอยู่ในเกณฑ์ปกติ

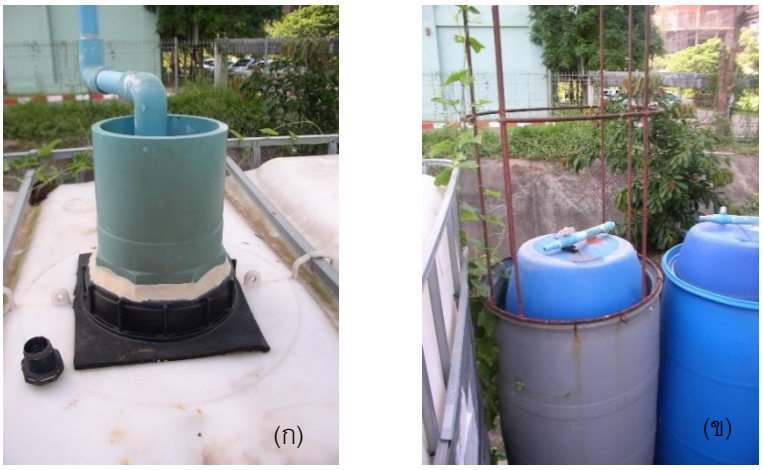
บ่อน้ำเสีย ต้องทำเพิ่มสำหรับน้ำเสียจากการนึ่งทะลายปาล์ม เนื่องจากน้ำมันที่สูญเสียและปนมาเป็นน้ำมันคุณภาพดี สามารถนำไปรวมกับน้ำมันที่ได้จากการสกัดได้เพื่อลดการสูญเสียน้ำมันได้

การทดลองย่อยที่ 3.3.3 การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

การผลิตกาซมีเทนจากน้ำเสียพบว่า ต้องมีบ่อหมักเพื่อให้จุลินทรีย์กินอาหารจากน้ำเสียเพื่อผลิตต่อเนื่องตลอด ถ้าไม่ต่อเนื่อง ระบบจะต้องใช้เวลานาน 2-3 เดือนเพื่อให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดีขึ้น บ่อหมักจุลินทรีย์ที่ออกแบบจะใช้เป็นถังและมีการไหลเวียนของน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง และต่อเก็บถังที่มีจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนเพื่อทำความ

สะอาดก๊าซที่เกิดขึ้น สำหรับการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากช่วงก่อนเข้าส่งกระบวนสกัดน้ำมันรอบที่ 2 ทิ้งช่วงนาน ทำให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตาย ต้องใช้เวลาประมาณ 2 เดือน สำหรับการให้จุลินทรีย์กลับมาทำงานได้ตามปกติ

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



ภาพที่ 2 ถังผลิตก๊าซชีวภาพและมีใบกวนด้านบน (ก) และถังเก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (ข)

การทดลองที่ ๓.๔ วิจัยและพัฒนาชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดทะลายปาล์มน้ำมัน

ทดสอบการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของเครื่องต้นแบบชุดให้ความร้อน (ภาพที่ ๑) โดยอบทะลายที่อุณหภูมิ ๖๐ ๗๐ ๘๐ และ ๙๐ องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบที่ได้ที่ระยะอบ ๔ ๖ ๘ ๑๐ และ ๑๒ ชั่วโมง ไปวิเคราะห์คุณภาพนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนทะลายปาล์มน้ำมันเพื่อลด FFA และช่วยให้ปลิดผลปาล์มได้ง่ายขึ้น

ภาพที่ ๑ เครื่องต้นแบบให้ความร้อน บรรจุทะลายปาล์มน้ำมันสำหรับสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ออกแบบชุดให้ความร้อนระดับเชิงพาณิชย์ โดยห้องอบลมร้อนมีขนาดกว้าง ๒.๔๔ เมตร ยาว ๒.๔๔ เมตร และสูง ๒ เมตร ท่อลมร้อนเข้าห้องอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๐ เซนติเมตร และขนาดของท่อลมระบายทิ้งมีขนาด ๑๕.๒๔ เซนติเมตร ใช้พัดลมแบบไหลตามแกนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๔๐ เซนติเมตรสำหรับดูดลมร้อนเข้าห้องอบโดยผ่านท่อลมร้อน (ภาพที่ ๒-๓) และมีการปรับความเร็วลมและการกระจายลมในห้องอบให้สม่ำเสมอ ใช้หัวพ่นแก๊สเป็นอุปกรณ์จ่ายความร้อน ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ควบคุมอุณหภูมิในห้องอบด้วยหัววัดอุณหภูมิและควบคุมการจ่ายแก๊สหุงต้มผ่านตู้ควบคุม ทดสอบเครื่องต้นแบบโดยอบทะลายปาล์มที่อุณหภูมิ ๖๐ ๗๐ ๘๐ และ ๙๐ องศาเซลเซียส ระยะเวลาให้ความร้อน ๘ ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ ๑)

ภาพที่ ๒ การประกอบโครงห้องอบทะลายปาล์ม การติดตั้งผนังห้องอบและชุดพัดลม

ภาพที่ ๓ ประกอบชุดให้ความร้อนทะลายปาล์มน้ำมันระดับเชิงพาณิชย์ต้นแบบและสภาพภายในห้องให้ความร้อน

ภาพที่ ๔ การใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงและการใช้กิ่งไม้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาชีวมวล

ตารางที่ ๑ ผลทดสอบต้นแบบชุดให้ความร้อนระดับเชิงพาณิชย์

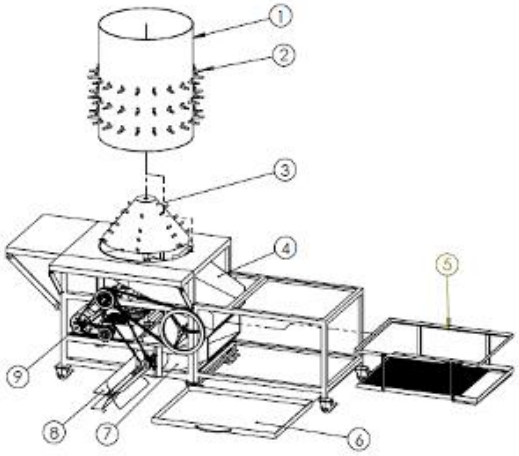
หัวข้อทดสอบ	อุณหภูมิการให้ความร้อน(ชั่วโมง,องศาเซลเซียส)			
	๖๐	๗๐	๘๐	๙๐
อุณหภูมิภายในผลปาล์มเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	๔๔	๔๙	๕๓	๕๖
อัตราการใช้เชื้อเพลิงแก๊สหุงต้ม (กก./ชม.)	๑.๐	๑.๕	๒.๑	๒.๗
อัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล (กก./ชม.)	๒๐.๕	๒๓.๓	๒๘.๘	๓๓.๙
น้ำมันปาล์มดิบที่หีบได้ (%)	๕.๗๙	๙.๓๕	๑๖.๓๗	๑๘.๑๘
คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ				
- Free Fatty Acid (% as palmitic acid)	๑๐.๔๙	๗.๔๒	๕.๒๔	๔.๓๓
- DOBI	๒.๕๖	๒.๐๘	๑.๘๑	๑.๗๘

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

ภาพที่ 1 ขนาดของทะลายและผลปาล์มน้ำมัน

การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ ต่อยอดจากงานวิจัยชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน (พุทธธินันทร์ และคณะ, 2553) ซึ่งมีชุดแยกผลจากทะลายที่ใช้งานได้ระดับหนึ่ง โดยต้องพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มขึ้นดังนี้



ภาพที่ 2 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 ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า และการหมุนสลับทิศทางของจานหมุน (ซ้าย) และชุดถ่ายทอดกำลังโดยพูเล่ห์และสายพานจากมอเตอร์ไฟฟ้าขับจานหมุน พัดลม และตะแกรงโยก (ขวา)

ภาพที่ 4 การทดสอบเครื่องต้นแบบ และลักษณะภายในถังแยกของเครื่องขณะปลิดผล

ตารางที่ 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

ผลการศึกษาความเหมาะสมของความยาวซี่พบว่า ความยาวซี่แยก 5 ซม. เปอร์เซ็นต์ผลปาล์มเสียหายและผลปาล์มติดค้างทะลายน้อยสุด 8.6 และ 8.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากแซะผลปาล์มถึงแกนทะลายพอดี

ตารางที่ 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

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

ตารางที่ 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

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

การทดลองที่ 3.6 วิจัยและพัฒนาเตาผลิตก๊าซโดยใช้กะลาปาล์มเป็นวัสดุเชื้อเพลิง

การออกแบบและสร้างเตาก๊าซชีวมวล เตาก๊าซมีความสูง 2,500 มิลลิเมตร มี 3 ส่วนสำคัญคือ 1. ถังบรรจุกะลาปาล์ม ด้านบนเตาประกอบด้วย Hopper Feeder รับเชื้อเพลิง มีฝาปิดพร้อมซีล (Seal) น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้า-ออกจากเตาขณะหยุดเดินระบบ (ภาพที่ 1-ซ้าย) 2. ส่วนอบแห้ง เป็นทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง

ด้านใน-นอก 300-530 มิลลิเมตร ภายนอกทำจากวัสดุโลหะม้วนกลม ภายในบุด้วยฉนวนกันความร้อน (ปูนทนไฟที่ 1,400 องศาเซลเซียส) ทำหน้าที่เก็บรักษาอุณหภูมิที่ได้จากการเผาไหม้และลดการสูญเสียความร้อน การเทหล่อปูนทนไฟต้องใช้ช่างผู้มีประสบการณ์สูงเพื่อให้ได้งานที่ดี ด้านข้างของเตามีทางเข้าของอากาศหลายส่วนเพื่อป้อนอากาศและควบคุมอากาศเข้าสู่เตาสำหรับใช้เผาไหม้ และได้แก๊สไปเป็นเชื้อเพลิงต่อไป (ภาพที่ 1-ขวา) 3. ด้านล่างเตามีระบบสกรูลำเลียงขี้เถ้า/ถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ออกจากเตา ควบคุมระยะเวลาการลำเลียงได้ (ภาพที่ 3)

ภาพที่ 1 ถังบรรจุกะลาปาล์มดิบพร้อมซีลน้ำ (ซ้าย) และส่วน อบแห้งช่วงไพโรไลซิสและเผาไหม้ (ขวา)

ภาพที่ 2 ระบบลำเลียงขี้เถ้า/ถ่าน ปูนทนไฟ และเตาแก๊สที่ติดตั้งสมบูรณ์

ผลการทดสอบพบว่า การป้อนกะลาปาล์มดิบ 25.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่กักเก็บในห้องเผาไหม้นานสามารถสร้างแก๊สได้มากถึง 57.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ถ้าเทียบเป็นสัดส่วนมากกว่าการป้อนกะลาปาล์มดิบที่ 60.47 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่สัดส่วนของการได้ถ่านจะน้อยกว่า (ตารางที่ 1) จึงเป็นข้อมูลสำคัญในการหาสัดส่วนการผลิตแก๊สและผลิตถ่านกะลาปาล์มทั้งนี้ขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้และผลตอบแทน และควบคุมโดยดึงถ่านหรือขี้เถ้าออกด้านล่าง สำหรับอัตราการไหลของก๊าซที่ไม่คงที่และถ่านกะลาปาล์มที่สุกไม่สม่ำเสมอ ต้องปรับปรุงแก้ไขเช่นเดียวกัน และต้องให้ความสำคัญเพราะมีมูลค่าสูงและเป็นส่วนสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้เตา

ตารางที่ ๑ 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

ภาพที่ 3 ทดสอบเตา Downdraft Gasifier **และ**ทดสอบจุดไฟจากแก๊สที่ได้

กะลาปาล์มดิบ 41% 32% 20.8% 9.62%

ภาพที่ 4 กะลาปาล์มดิบและถ่านกะลาปาล์มเปอร์เซ็นต์ต่างๆที่เหลือ

กิจกรรมการทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน

Test and Expand Innovative Oil Palm

พัชราพร หนูวิสัย สุธีรา ถาวรรัตน์ จินตนาพร โคตรสมบัติ สุรกิตติ ศรีกุล
อรพิน หนูทอง จิตติลักษณ์ เหมะ อาพร คงอิสโร สมคิด ดำน้อย

บทคัดย่อ

การทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน **การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในแปลงเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน** ดำเนินการในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร นครศรีธรรมราช กระบี่ และสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี 2556-2558 พบว่า สภาพพื้นที่ ดิน และภูมิอากาศส่วนใหญ่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีความยาวทางใบ 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

ความสำคัญและที่มา

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นทุกปี เพราะปลูกเพียงครั้งเดียว แต่ให้ผลผลิตได้นานกว่า 20 ปี แต่ปัญหาหนึ่งของการผลิตปาล์มน้ำมัน คือเรื่องพันธุ์เพราะเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุ์ปาล์มน้ำมัน จึงทำให้มีการปลูกพันธุ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่นพันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ และผลิตที่ถูกต้อง พันธุ์ที่ได้จากเมล็ดที่ร่วง และงอกตามโคนต้นเป็นต้น ปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนมีการปรับปรุงพันธุ์ตลอดเวลา จึงมีพันธุ์ใหม่เกิดขึ้นต่อเนื่อง ที่ผ่านมากรมวิชาการเกษตรได้ประกาศให้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เป็นพันธุ์แนะนำมาหลายปี ส่วนลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7เป็นพันธุ์ใหม่ที่กรมวิชาการเกษตรเพิ่งประกาศให้เป็นพันธุ์แนะนำ ซึ่งถือว่าเป็นปาล์มน้ำมันที่เกษตรกรให้ความสนใจ และต้องการนำไปปลูกเป็นจำนวนมาก แต่การปรับตัวของปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ไม่เหมือนกัน ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น สุธีรา และคณะ (2551) ศึกษาปัญหาการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร 7 จังหวัดภาคใต้ตอนบน พบว่า ราคาปัจจัยการผลิตที่มีราคาสูงเป็นปัญหาสำคัญในระดับมาก ส่งผลให้การยอมรับเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งปัจจัยการผลิตด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 50% ของต้นทุนทั้งหมดในการผลิต ปี 2554 กรมวิชาการเกษตร โดยสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานได้เสนอนวัตกรรมเทคโนโลยี เกี่ยวกับ “การให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ” ซึ่งช่วยให้ปาล์มน้ำมันได้ธาตุอาหารตามต้องการ ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาทั้งด้านพันธุ์และการจัดการธาตุอาหาร เพื่อให้เกษตรกรได้ทราบผลของการใช้พันธุ์ดีและมีการจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสม จึงศึกษาทดสอบปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 เปรียบเทียบกับพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก

และเปรียบเทียบผลการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบเปรียบเทียบกับการจัดการปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีฯ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ และขยายผลสู่การใช้ประโยชน์ให้กับเกษตรกรอื่นๆ ต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 ในแปลงเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ 2 กรรมวิธี (set x 10 แปลง) โดยกรรมวิธีที่ 1 และ 2 คือ ปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 และพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก ตามลำดับ คัดเลือกแปลงเกษตรกรใน ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และกระบี่ 10 แปลง (จังหวัดละ 2 แปลง) การปฏิบัติดูแลรักษาแปลงโดยเกษตรกร ใช้องค์ความรู้จากกรมวิชาการเกษตรเป็นหลัก

ทดสอบการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกร วางแผนการทดลองแบบ RCB 2 ซ้ำ 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 เทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร และ กรรมวิธีที่ 2 เทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ เก็บตัวอย่างดินและใบตามวิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบของกรมวิชาการเกษตร ส่งวิเคราะห์ คำนวณและแปลผลความต้องการปุ๋ย เพื่อให้ปุ๋ยเคมีในฤดูกาลผลิตนั้น ดำเนินการในแปลงปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุ 5-7 ปี 2 พื้นที่ คือ สุราษฎร์ธานีและกระบี่ พื้นที่ละ 10 แปลงๆ ละ 10 ไร่

ผลการวิจัย (Results)

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 เมื่อปลูกปาล์มน้ำมันแล้วมีเพียง 4 แปลงที่ปลูกพืชแซม มี 2 ราย ปลูกปาล์มน้ำมันระหว่างแถวปาล์มน้ำมันที่กำลังจะโค่น อีก 4 รายไม่ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ผลวิเคราะห์ดิน จำนวน 5 พบว่า เหมาะสมปานกลาง-เหมาะสมมาก เพราะเป็นดินร่วนปนทราย-ดินเหนียว 1 แปลงใน จ.ชุมพร ไม่เหมาะสมเพราะเป็นดินทรายส่วนแปลงอื่น 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

1. ลักษณะพื้นฐานแปลงทดลองของกลุ่มเกษตรกรปาล์มน้ำมัน อายุ 5-7 ปี ของกลุ่มเกษตรกร สุราษฎร์ธานี จำนวน 10 ราย รายละ 10 ไร่ ไม่มีการให้น้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 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

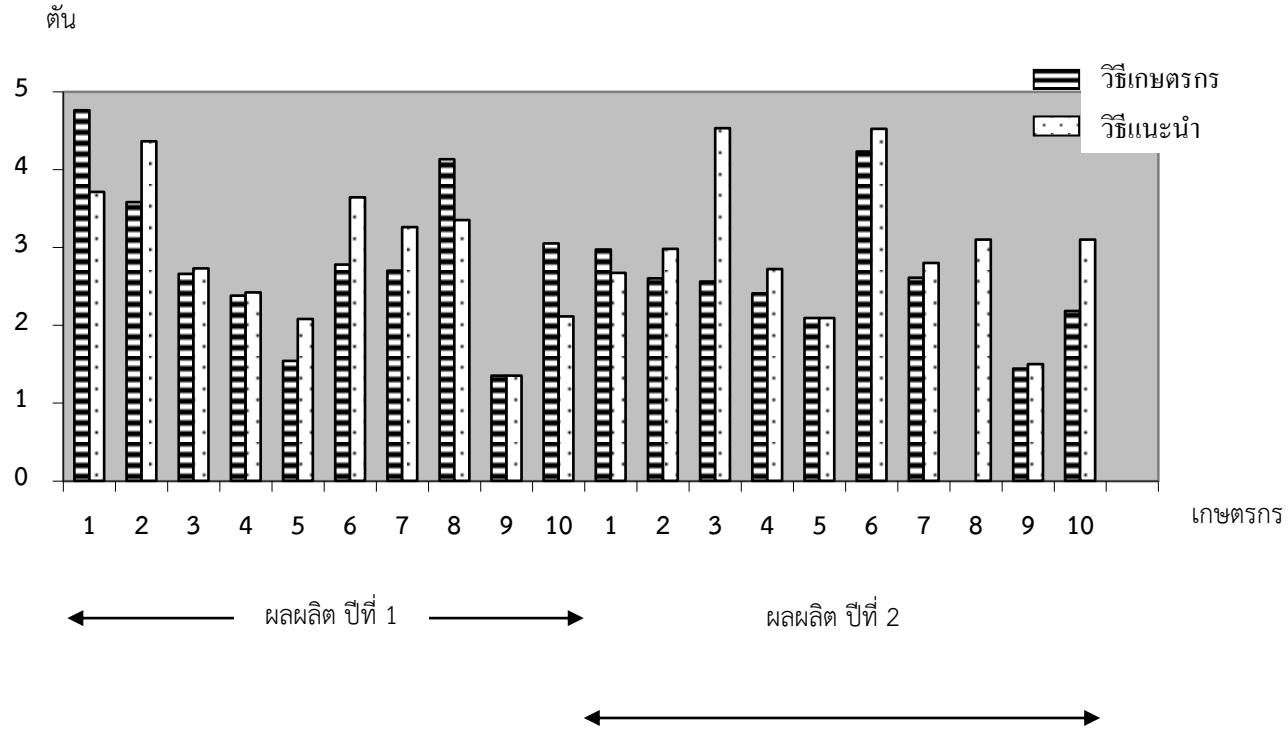
2. การให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน กลุ่มเกษตรกรมีการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์วิธีการเลือกให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกรพบว่า กลุ่มเกษตรกร ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้านสูงสุด ร้อยละ 40 ตามด้วยใส่ปุ๋ยตามสถานะทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ร้อยละ 30 และใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ใส่ปุ๋ยของปีที่ผ่านมา ร้อยละ 30 วิธีการใส่ปุ๋ย มี 2 แบบ คือ ใส่ต้นฤดูฝน ปีละ 2 ครั้ง ร้อยละ 70 และใส่ปีละ 4 ครั้ง ร้อยละ 30 โดยหว่านกระจายที่ชายทรงพุ่มและกองทาง

3. ชี้แจงรายละเอียดโครงการและการถ่ายทอดความรู้ 4 เรื่อง คือ 1. ธาตุอาหารพืช 2. อาการผิดปกติจากการขาดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน 3. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร 4. วิธีการประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันเบื้องต้น

4. คุณสมบัติทางเคมีของดิน ปีละ 1 ครั้ง ในเดือนมกราคม ระหว่างปี 2556–2558 พบว่า ส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่างเหมาะสม ปริมาณ total N และ K ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม แต่ปริมาณ P และอินทรียวัตถุ สูงกว่าระดับที่เหมาะสม

5. 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

6. 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 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันต่อปีของเกษตรกร จ.สุราษฎร์ธานี จำนวน 10 ราย

ผลวิเคราะห์สถิติ พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยในรอบปี ของปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ของวิธีเกษตรกร และวิธีแนะนำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 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	

7. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน พบว่า วิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำปีที่ 1-2 ให้ผลประโยชน์ต่อต้นทุนคุ้มค่า ปีที่ 1 วิธีเกษตรกร 4.56 และวิธีแนะนำ 3.23 ปีที่ 2 วิธีเกษตรกร 3.90 และวิธีแนะนำ 2.59 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 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

กลุ่มเกษตรกร จังหวัดกระบี่ จากการดำเนินงาน 3 ปี ได้ผล ดังนี้

1. ลักษณะพื้นฐานแปลงทดลองของกลุ่มเกษตรกรปาล์มน้ำมัน อายุ 5-7 ปี ของกลุ่มเกษตรกร กระบี่ จำนวน 10 ราย รายละ 10 ไร่ ไม่มีการให้น้ำ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 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

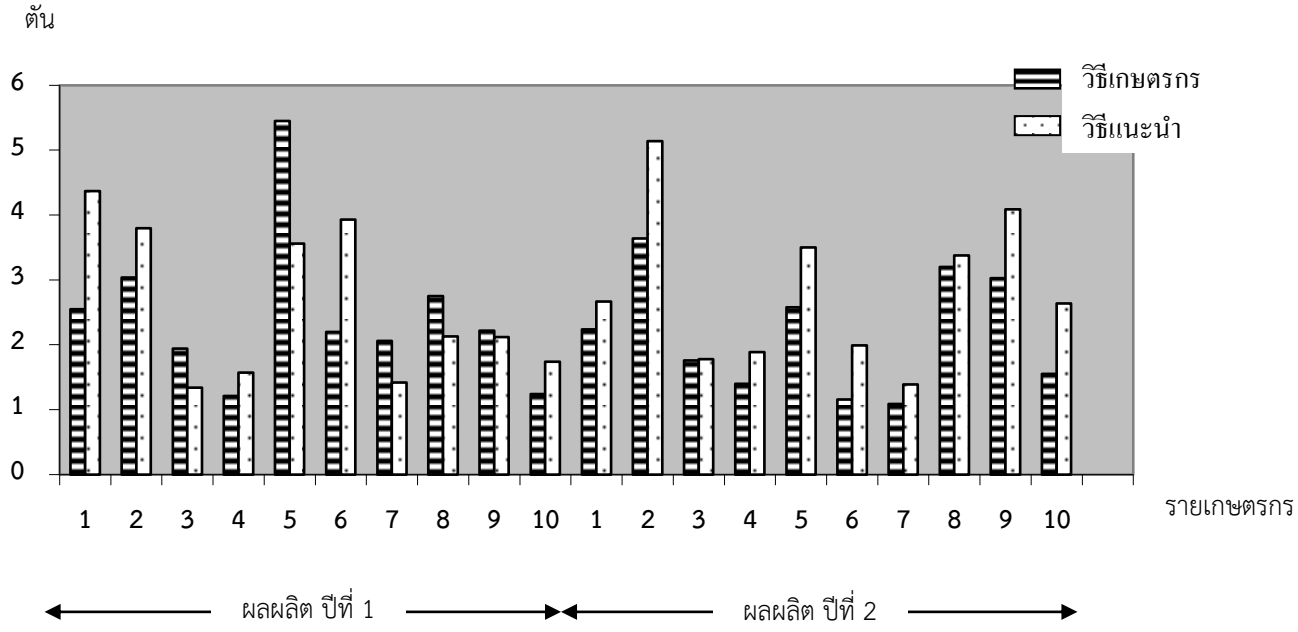
2. เกาให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมัน กลุ่มเกษตรกรมีการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์วิธีการเลือกให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันของกลุ่มเกษตรกร พบว่า ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้านสูงสุด ร้อยละ 50 ตามด้วยใส่ปุ๋ยตามสถานะทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ร้อยละ 30 และใส่ปุ๋ยตามประสบการณ์ใส่ปุ๋ยของปีที่ผ่านมา ร้อยละ 20 วิธีการใส่ปุ๋ย ร้อยละ 100 ใส่ปุ๋ยช่วงต้นฤดูฝน ปีละ 2 ครั้ง หว่านกระจายที่ชายทรงพุ่มและกองทาง

3. ชี้แจงรายละเอียดโครงการและการถ่ายทอดความรู้ 4 เรื่อง คือ 1. ธาตุอาหารพืช 2. อาการผิดปกติจากการขาดธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน 3. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหาร 4. วิธีการประเมินความต้องการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันเบื้องต้น

4. คุณสมบัติทางเคมีของดิน ผลวิเคราะห์พบว่า 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

5. ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน พบว่า มี N ของทั้ง 3 ปี อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าวิกฤต (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

6. ผลผลิตทะลายสดปาล์มน้ำมัน พบว่า ปีที่ 1 มีความแตกต่างของผลผลิตจากการใส่ปุ๋ยของ 2 กรรมวิธีเฉลี่ย 0.132 ตัน/ไร่/ปี ปีที่ 2 มีความแตกต่างของผลผลิตเฉลี่ย 0.682 ตัน/ไร่/ปี และความแตกต่างของผลผลิต 4 เดือนแรกของปีที่ 3 เฉลี่ย 0.228 ตัน/ไร่/ปี (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันต่อปีของเกษตรกร จ.กระบี่ จำนวน 10 ราย

ผลวิเคราะห์สถิติ พบว่า ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยในรอบปี ของปีที่ 1 และ ปีที่ 2 ของวิธีเกษตรกร และวิธีแนะนำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 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	

7. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน พบว่า วิธีเกษตรกรและวิธีแนะนำปีที่ 1-2 ให้ผลประโยชน์ต่อต้นทุนคุ้มค่า โดยปีที่ 1 วิธีเกษตรกร 6.41 และวิธีแนะนำ 4.25 ปีที่ 2 วิธีเกษตรกร 6.28 และวิธีแนะนำ 4.76 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 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

อภิปรายผล (Discussion)

กิจกรรมที่ 1 การจัดการธาตุอาหารและน้ำในสวนปาล์มน้ำมัน

ในพื้นที่เหมาะสม (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี) ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิตเฉลี่ย (4.31 ตันต่อไร่ต่อปี) สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำและปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 10.0 และ 37.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมี 75 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.70 3.86 และ 3.72 ตันต่อไร่ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติ และในพื้นที่ที่เหมาะสมน้อย (ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี) ปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำ 0.8 และ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำให้ผลผลิต 3.75 ตันต่อไร่ต่อปี สูงกว่าปาล์มน้ำมันที่อาศัยเฉพาะน้ำฝน 88.4 เปอร์เซ็นต์ และปาล์มน้ำมันที่ได้รับปุ๋ยเคมี 75 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำให้ผลผลิตเฉลี่ย 3.10 2.99 และ 3.40 ตันต่อไร่ตามลำดับ และไม่แตกต่างทางสถิติเช่นกัน เห็นได้ว่าปัจจัยน้ำมีอิทธิพลสูงมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันเมื่อเทียบกับปัจจัยปุ๋ย แต่ปุ๋ยเคมีก็เป็นปัจจัยการผลิตที่ขาดไม่ได้เช่นกัน ดังนั้นหากพิจารณาข้อมูลเพียง 1 ปี กรรมวิธีที่เหมาะสมที่แนะนำแก่เกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี และสุราษฎร์ธานีคือ การให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (3.62 ตันต่อไร่) และการให้น้ำ 0.8 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (4.11 ตันต่อไร่) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชอายุยาว จึงควรนำข้อมูลในปีต่อๆ ไป มาพิจารณาในการตัดสินใจการเลือกปัจจัยการผลิตในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการตอบสนองและการปรับตัวทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำร่วมกับปุ๋ยเคมี 125 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำมีความเข้มสีเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ศักยภาพในการสังเคราะห์แสง ประสิทธิภาพการใช้แสง จุดอิ่มตัวของแสง อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน ค่านำไหลปากใบ และอัตราการคายน้ำสูงกว่าปาล์มน้ำมันรูปแบบการจัดการที่อาศัยน้ำฝนร่วมกับปุ๋ยเคมี 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำ ซึ่งการตอบสนองทางสรีรวิทยาเป็นไปตามปัจจัยการผลิตที่ได้รับ และในการปรับตัวพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพการจัดการที่ไม่เอื้ออำนวยและพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสมน้อย โดยการเพิ่มจำนวนปากใบต่อหน่วยพื้นที่ เพื่อให้สามารถสังเคราะห์แสงหรือแลกเปลี่ยนกาซได้มากขึ้นในระยะเวลาที่จำกัด ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง โดยการลดอัตราการคายน้ำแต่สังเคราะห์แสงได้มากขึ้น

ในกรณีที่ผู้ปลูกปาล์มน้ำมันไม่สามารถให้น้ำปาล์มน้ำมันได้ การจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันโดยการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เป็นอีกเทคโนโลยีที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตและการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการให้ปุ๋ยจากการประเมินตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ช่วยให้ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบเป็นไปอย่างสมดุล ปาล์มน้ำมันสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบของบริษัทหงส์ศิลาเกษตรและอุตสาหกรรม จำกัด จ.กระบี่ นาน 12 ปี สามารถลดการใช้ร็อคฟอสเฟต (0-3-0) ได้ 13.7-16.0 กิโลกรัมต่อไร่ (คิดเป็น 22-26 เปอร์เซ็นต์) และลดการใช้ปุ๋ยมิวเรทออฟโปแตส (0–0–60) ได้ 29.4-34.0 กิโลกรัมต่อไร่ (คิดเป็น 26-30 เปอร์เซ็นต์) และช่วยเพิ่มผลผลิตได้ 0.67-1.14 ตันต่อไร่ (คิดเป็น 21-46 เปอร์เซ็นต์) จากการจัดการธาตุอาหารได้อย่างสมดุล ตรงตามความต้องการใช้ของปาล์มน้ำมัน สำหรับการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันของเกษตรกร พบว่า ผลผลิตค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอ

มากกว่าเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ยต่ำกว่าคำแนะนำ จากผลงานวิจัยแสดงให้เห็นถึงเทคโนโลยีการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมัน เป็นเทคโนโลยีที่สร้างความสมดุลของธาตุอาหารให้กับต้นปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ต้นปาล์มน้ำมันแสดงศักยภาพการให้ผลผลิตสูงและสม่ำเสมอตามศักยภาพของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน สภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อมนั้นๆ และเป็นการใช้ปุ๋ยเคมีให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดการสูญเสียจากการใส่ปุ๋ยเคมีมากเกินความต้องการของปาล์มน้ำมัน หรือการให้ปุ๋ยเคมีไม่เพียงพอสำหรับการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน นอกจากการประเมินตามผลวิเคราะห์ดินและใบแล้ว การคำนึงถึงผลผลิตที่เก็บเกี่ยวออกไปและนำมาคิดร่วมกับผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันเป็นอีกวิธีการที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้นในการจัดการธาตุอาหารและช่วยลดค่าปุ๋ยเคมีได้ 12-16 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีผลตอบแทนสูงกว่าด้วยเช่นกัน โดยมีดัชนีผลตอบแทนเฉลี่ย 5.39 สูงกว่าวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ 0.86 จึงเป็นการจัดการปุ๋ยที่คำนึงถึงการรักษาศักยภาพการผลิตของดิน ช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายปุ๋ยให้สอดคล้องกับสภาพการผลิตได้อย่างเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

จากการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันไปยังจังหวัดต่างๆ ทั่งทุกภาค จึงได้มีการศึกษาข้อมูลดินทั่วทุกภาคของประเทศไทยรวม 47 ชุดดิน เพื่อเป็นการรองรับเทคโนโลยีในการจัดการน้ำและธาตุอาหารในพื้นที่ต่างๆ โดยการจัดการปุ๋ยใช้สมบัติทางเคมีเป็นแนวทางเบื้องต้นในการกำหนดอัตราปุ๋ย การจัดการน้ำพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพดิน (เนื้อดิน ความหนาแน่นรวม ค่าความ สามารถในการดูดยึดน้ำของดิน และค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของพืช) เพื่อกำหนดปริมาณน้ำที่จะให้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ **พื้นที่ภาคใต้**มีสภาพภูมิอากาศที่ฝนตกชุก มีความชื้นสัมพัทธ์สูงและแสงแดดจัด ปาล์มน้ำมันจึงเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ พื้นที่ที่ปลูกมาก ได้แก่ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร ซึ่งเป็นพื้นที่ฝนตกชุก ดินส่วนใหญ่อยู่ในอันดับอัลทิโซลส์ ซึ่งเป็นดินที่มีพัฒนาการสูง มีการชะละลายสูง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ต่ำ จัดเป็นดินที่มีศักยภาพในการเกษตรต่ำถึงค่อนข้างต่ำ และข้อจำกัดอื่นๆ (Brady and Weil, 2008) จากการศึกษาดินทั้ง 13 บริเวณ จำแนกตามวัตถุต้นกำเนิดดินได้ดังนี้ 1. ดินที่กำเนิดจากตะกอนน้ำพา (ชุมพร ลำภูรา และผักกาด) 2. ดินที่กำเนิดจากหินดินดาน (กระบี่ และเขาขาด) และ 3. ดินที่กำเนิดจากหินทราย (คอหงส์ ท่าแซะ และหลังสวน) พบว่าแต่ละชุดดินมีข้อจำกัดแตกต่างกัน โดยดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินดินดานและหินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดจากตะกอนน้ำพา (ยกเว้นชุดดินชุมพร) เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อพิจารณาข้อจำกัดทางกายภาพของดินพบว่า ชุดดินลำภูราเป็นดินที่ไม่มีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากเป็นดินเหนียวที่มีเนื้อละเอียด และเป็นดินลึกมาก จึงไม่มีอุปสรรคต่อการกักเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง ในขณะที่ชุดดินผักกาดเป็นดินที่มีเนื้อดินในชั้นดินบนเป็นดินร่วน และชั้นดินล่างเป็นดินเหนียวต่างกันอย่างมาก (Duplex soil) (Isbell, 2002) ทำให้ดินระบายน้ำค่อนข้างเลวเมื่อมีน้ำ และเมื่อแล้งดินมักขาดน้ำซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตปาล์มน้ำมันอย่างชัดเจน (ปัญจพร และคณะ, 2557) ส่วนชุดดินอื่นนั้นมีข้อจำกัดเรื่องการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นดินตื้น (ชุมพรและเขาขาด) และดินมีเนื้อดินเป็นดินทราย จึงควรพัฒนาแหล่งน้ำและระบบให้น้ำในแปลงปลูกเพื่อไว้ใช้ในช่วงที่พืชขาดน้ำ (ณัฐพร และคณะ, 2557) สำหรับ**พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** 10 บริเวณ ประกอบด้วย จ.เลย จ.บึงกาฬ และ จ.หนองคาย ซึ่งเป็นชุดดินเลย ชุดดินลพบุรี ชุดดินลพบุรีที่มีเนื้อดินเป็นสีน้ำตาล ชุดดินวาริน ชุดดินโคราช ชุดดินเพ็ญ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินนครพนม ชุดดินโพนพิสัย ซึ่งลักษณะของเนื้อดินโดยส่วนใหญ่จะเป็นดินในกลุ่มดินร่วนถึงดินร่วนปนทราย ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะชุดดินน้ำพอง

สำหรับในชุดดินลพบุรี ชุดดินลพบุรีที่มีเนื้อดินสีน้ำตาล ชุดดินเลย ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง หากมีการจัดการแหล่งน้ำควรเพิ่มการจัดการดินโดยขุดร่องน้ำเนื่องจากดินสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ดี สำหรับ**พื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก** 12 บริเวณ ประกอบด้วยภาคกลาง (ปทุมธานี สระบุรี และนครนายก) ซึ่งเป็นชุดดินบางน้ำเปรี้ยว ฉะเชิงเทรา องครักษ์ และรังสิต ซึ่งเป็นดินเปรี้ยวจัด และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ อลูมินั่มละลายออกมาในสารละลายดินได้มาก ส่งผลให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับปาล์มน้ำมันน้อยลง และอาจแสดงอาการขาดได้ การลดบทบาทของอลูมินั่มในสารละลายดินโดยใส่ปูนเพื่อยกระดับพีเอช เป็นแนวทางที่เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล่านี้ไปพร้อมกันได้ วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลต่อสมบัติของดินเปรี้ยวจัดนอกพื้นที่ชายทะเลเป็นอย่างมาก การเข้าใจลักษณะ สมบัติและธรรมชาติของวัตถุต้นกำเนิดของดินจึงมีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์และการจัดการดิน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทาน ดังนั้นการจัดการดินที่ง่ายที่สุด คือ ป้องกันไม่ให้ชั้นดินตะกอนทะเล (ชั้นตะกอนสีเทา) สัมผัสกับอากาศ จากตัวอย่างดินที่ศึกษาอยู่ในระดับความลึกเฉลี่ย 1.0-1.5 เมตร ในกรณีที่เกษตรกรยกร่องเพื่อการปลูกพืช เกษตรกรไม่ควรนำชั้นดินล่างขึ้นมาไว้ในชั้นดินบนถึงแม้ชั้นดินดังกล่าวจะมีอินทรียวัตถุและเบสแลกเปลี่ยนได้สูง เนื่องจากชั้นดินนี้มีไพไรต์สูง (ณัฐพร และคณะ 2558) สำหรับอีก 8 บริเวณ (ตราด จันทบุรี ชลบุรี และฉะเชิงเทรา) เป็นชุดดินชะอำ 3 บริเวณ ชุดดินคลองซาก 2 บริเวณ ชุดดินผักกาด และเป็นดินในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน 2 บริเวณ แนวทางการจัดการพบว่าชุดดินชะอำเป็นดินเปรี้ยวจัด การจัดการเช่นเดียวกับในดินภาคกลาง สำหรับชุดดินอื่นๆ ควรจัดการเรื่องปุ๋ยและน้ำในช่วงฤดูแล้ง สำหรับ**พื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก** 12 บริเวณ เป็นภาคเหนือ 8 บริเวณ (สุโขทัย พิษณุโลก อุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงเพชร สรรพยา ลี้ เรณู บางมูลนาก ลำปาง อุตรดิตถ์ และบางดินอยู่ในพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน) ส่วนใหญ่เพิ่งปลูกปาล์มน้ำมัน 1-2 ปีและเคยทำนามาก่อน ส่วนภาคตะวันตก 4 บริเวณ (สุพรรณบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์) เป็นชุดดินท่าม่วง ดินคล้ายชุดดินบางสะพาน ชุดดินกระพง และชุดดินลาดหญ้า ดินเหล่านี้มีข้อจำกัดในเรื่องน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ควรมีการจัดการน้ำและปุ๋ย

การศึกษาขนาดแปลงทดลองที่เหมาะสมในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษา ดังนั้นเพ่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาขนาดแปลงทดลองที่เหมาะสมของประเทศไทย จึงได้ศึกษาในปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี ของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีวัตถุประสงค์ลดความแปรปรวนของงานทดลองจากสิ่งแวดล้อมและผลผลิต เพิ่มความน่าเชื่อถือ ประหยัดพื้นที่งานทดลอง และประหยัดงบประมาณจากการดำเนินงานวิจัย จากการดำเนินงาน 3 ปี พบว่า แปลงทดลองมาตรฐานสำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมใช้ขนาดแปลง 561.2 ตารางเมตร หรือ 8 ต้น ผลผลิตใช้ขนาดแปลง 841.8 ตารางเมตรหรือ 12 ต้น เป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมด้านขนานใดๆ โดยไม่รวมแถวริม และเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับความทนทานของปาล์มน้ำมันปลูกใหม่จากภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่ม เพื่อประเมินแนวทางและระยะเวลาในการจัดการลดความเสียหายของปาล์มน้ำมัน พบว่า สภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน ต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 18 และ 24 เดือนมีชีวิตอยู่รอดได้ทุกช่วงอายุ และต้นกล้าปาล์มน้ำมันอายุ 24 เดือนในสภาวะน้ำท่วมขัง 120 วัน มีการเจริญเติบโต น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของลำต้นทั้งหมด รากและดอก และสัดส่วนของน้ำหนักแห้งต่อน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมด รากและดอก สูงกว่าต้นปาล์มน้ำมันอายุ 8 12 และ 18 เดือน สำหรับกรณีการจัดการและความคุ้มทุนในการฟื้นฟูปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ที่ขาดการดูแลรักษาพบว่าการเจริญเติบโตที่ใส่ปุ๋ยจากการประเมินตามผลวิเคราะห์ใบ ใส่ทะลายเปล่า และใส่ทะลายเปล่าครึ่งหนึ่งร่วมกับปุ๋ย

ครึ่งหนึ่งจากการประเมินตามผลวิเคราะห์ใบ มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ทะลายเปล่าครึ่งหนึ่งร่วมกับปุ๋ยครึ่งหนึ่งจากการประเมินตามผลวิเคราะห์ใบนาน 3 ปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.13 และ 4.88 ตันต่อไร่ต่อปี (ปาล์มน้ำมันอายุ 11-12 ปี)

กิจกรรมที่ 2 การอารักขาปาล์มน้ำมัน

การทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราเอ็นโดไฟท์และเชื้อรา *Trichoderma* ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ดในห้องปฏิบัติการพบว่า เชื้อรา endophyte KtB-4 ที่แยกจากรากกระถินเทพา และเชื้อรา *Trichoderma* St-Te-5 ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากของต้นสักมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อราเอ็นโดไฟท์หรือ *Trichoderma* ชนิดอื่นๆ ซึ่งปฏิกิริยาที่มีต่อเชื้อเห็ด นอกจากจะยับยั้งการเจริญเชื้อเชื้อเห็ดแล้วยังเจริญทับเชื้อเห็ด *G. boninense* อีกด้วย โดยประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญของเชื้อเห็ดที่พบในห้องปฏิบัติการ สอดคล้องกับผลการทดสอบประสิทธิภาพเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมเชื้อเห็ดในระยะกล้า โดยต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้รับการปลูกเชื้อทั้งสองชนิดมีอัตราการเกิดโรคโดยเฉลี่ยต่ำสุด แสดงว่าเชื้อรา endophyte KtB-4 และ *Trichoderma* St-Te-5 รวมถึง *Trichoderma* St-Ta-3 ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากมะขาม และ *Trichoderma* St-Pr-1 ที่แยกจากดินบริเวณรอบรากยางพารามีประสิทธิภาพและศักยภาพในการชะลอหรือยับยั้งการแสดงอาการของโรค หรือการเข้าทำลายของเชื้อเห็ด *G. boninense*

การทดลองนี้จะสมบูรณ์มากขึ้นหากทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดโรคลำต้นเน่าเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไฟท์และเชื้อรา *Trichoderma* อีกทั้งสารเคมีที่แนะนำมีมานาน รวมถึงการจัดการโรคลำต้นเน่าของปาล์มน้ำมันไม่สามารถยับยั้งหรือให้ผลควบคุมการเกิดโรคที่คงที่ หากมีการทดสอบประสิทธิภาพสารเคมี จะสามารถใช้เป็นทางเลือกในการป้องกันและกำจัดโรคและใช้เป็นวิธีการผสมผสานร่วมกับการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการป้องกันและกำจัดอีกทางหนึ่งด้วย สำหรับการรวบรวมและจำแนกราวี-เอ ไมคอร์ไรซา จากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยเก็บตัวอย่างดินและรากของต้นพืชบริเวณรอบลำต้นปาล์มน้ำมัน 22 ตัวอย่าง จากกระบี่ ชลบุรี ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และแยกราวี-เอไมคอร์ไรซาจากดินที่เก็บมา 22 ตัวอย่าง พบราวี-เอไมคอร์ไรซาจากดิน 11 ตัวอย่าง จำแนกได้ 4 สกุล ได้แก่ *Acaulospora* 11 ไอโซเลท *Gigaspora* 2 ไอโซเลท *Glomus* 32 ไอโซเลท และ *Scutellospora* 11 ไอโซเลท จากการทดสอบประสิทธิภาพราวี-เอ ไมคอร์ไรซาในการควบคุมรา *G. boninense* หลังจากปลูกเชื้อเห็ด 4 เดือน บันทึกความสูงและจำนวนใบยอดทุกเดือน พบว่ายังเห็นผลไม่ชัดเจน ตลอดจนการเกิดโรคของปาล์มน้ำมันยังแสดงอาการไม่ชัดเจน

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนวัชพืชงอก ควรใช้สารพ่นรอบโคนต้นในปาล์มน้ำมันอายุ 1 ปีขึ้นไป สารที่พ่นแล้ว ต้นปาล์มน้ำมันไม่แสดงอาการเป็นพิษและไม่กระทบต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ atrazine pendimetaline และ acetochlor อัตรา 300 264 และ 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามลำดับ สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ในปี 2554 สาร bromacil และ atrazine อัตรา 480 และ 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีจนถึงระยะ 60 วันหลังพ่นสาร และไม่เป็นพิษต่อต้นปาล์มน้ำมัน ส่วนสารกำจัดวัชพืช metribuzin diuron และ ametry อัตรา 150 240 และ 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง ส่วนสาร oxyfluorfen pendimethalin sulfentrazone petilachlor และ alachlor อัตรา 24

264 96 240 และ 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ และสาร oxyfluorfen และ sulfentrazone เป็นพิษต่อใบอ่อนปาล์มน้ำมัน ปี 2555 สารกำจัดวัชพืชทุกชนิดที่ใช้ทดลองเป็นพิษเล็กน้อยต่อปาล์มน้ำมันที่อายุ 6 เดือน ไม่ทำให้ต้นปาล์มน้ำมันตาย แต่สารกำจัดวัชพืช alachlor acetochlor metolachlor และ pendimetalin อัตรา 320, 300, 320 และ 264 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ มีผลกระทบต่อใบปาล์มน้ำมันในใบที่เจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ ทำให้ใบมีการเจริญเติบโตผิดปกติ และในปี 2556 สารกำจัดวัชพืช atrazine อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชรอบโคนต้นปาล์มน้ำมันได้ดีที่ระยะ 45 วันหลังพ่น และไม่เป็นพิษต่อปาล์มน้ำมัน ส่วนสารกำจัดวัชพืชที่สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีถึงระยะ 30 วันหลังพ่น และไม่เป็นพิษ ได้แก่ pendimetaline และ acetochlor อัตรา 264, และ 320 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ในปาล์มน้ำมันอายุ 8 เดือน

กิจกรรมที่ 3 วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะสุกแก่และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายและคุณภาพของน้ำมันปาล์ม ของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 เพื่อเป็นเกณฑ์การจัดการการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำมันปาล์มทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ รวมถึงใช้ในการประเมินราคาการรับซื้อทะลายปาล์มน้ำมันตามชั้นคุณภาพของมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาพบว่า ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 (ทะลายดิบสีดำและสีเขียว) ขนาดของทะลาย, เปลือกแห้งต่อผล, น้ำมันต่อเปลือกแห้งและน้ำมันต่อทะลายของทะลายผลดิบสีเขียวสุกสีส้มมีค่าสูงกว่าทะลายผลดิบสีดำสุกสีแดงดำที่อายุ 18-21 สัปดาห์หลังดอกบาน (WAA) รวมถึงความเร็วในการสังเคราะห์น้ำมันของผลปาล์ม แต่ที่ระยะ 22-23 WAA น้ำมันต่อทะลายของทะลายที่มีสีผลต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกัน และเป็นข้อกังขาของผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเกี่ยวกับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีต่อคุณภาพของทะลายปาล์มน้ำมันว่ามีผลกระทบมากน้อยเพียงไร จึงได้ศึกษาเป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่า สภาพแวดล้อมในรอบปีมีอิทธิพลต่อการพัฒนาองค์ประกอบของทะลาย เปอร์เซ็นต์การติดผลและเปลือกสดต่อผลมีค่าสูงในช่วงแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) แต่เนื่องจากอัตราเปลือกแห้งต่อผล และน้ำมันต่อเปลือกแห้งมีค่าต่ำในช่วงดังกล่าว ทำให้ส่งผลต่อปริมาณน้ำมันต่อทะลายมีค่าต่ำในช่วงแล้งเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่ผลปาล์มน้ำมันสังเคราะห์น้ำมันนั้นอยู่ในช่วงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และเมื่อจำแนกระยะสุกแก่ของปาล์มน้ำมันพบว่า ทะลายอายุ 23 WAA ให้น้ำมันต่อทะลายสูงสุด และจากค่าเฉลี่ยในรอบปีของทะลายปาล์มน้ำมันทุกช่วงอายุพบว่า น้ำมันต่อทะลายต่ำมาก (19.0-19.9 เปอร์เซ็นต์) ในช่วงมีนาคม-เมษายน และสิงหาคม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลจากทะลายอายุ 18-21 WAA ดังนั้นหากเกษตรกรเก็บเกี่ยวทะลายอายุ 22 WAA ขึ้นไป อัตราการสกัดน้ำมันจะไม่ลดต่ำในช่วงแล้ง แต่หากเก็บเกี่ยวทะลายอายุ 18-21 WAA ในช่วงแล้ง ซึ่งเป็นช่วงที่สีผิวผลเปลี่ยนสีน้อยมาก จะส่งผลกระทบต่ออัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแน่นอน สำหรับผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบพบว่า กรดไขมันอิสระ ค่า DOBI วิตามินเอ และเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นหรือความคงตัวของน้ำมันปาล์มดิบ มีค่าเพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลายปาล์ม แสดงว่า น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดจากทะลายปาล์มสุกมีคุณค่าทางโภชนาการรวมถึงความสดและความคงตัวดีกว่าทะลายดิบ สำหรับค่าสีพบว่า มีเฉพาะค่า R (สีแดงของน้ำมันปาล์มดิบ) ที่เพิ่มขึ้นตามความสุกของทะลาย ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณวิตามินเอ นอกนั้นความสุกไม่มีผลทั้งค่าสี Y B และ N รวมถึงค่าไอโอดีน และเพื่อเป็นการยืนยันตามมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทะลายปาล์มดิบ, กึ่งสุกและสุก

และสภาพแวดล้อมต่อองค์ประกอบทะลายพบว่า การติดผลระหว่างความสุก 3 ระดับ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยอัตราการติดผลที่ดีอยู่ในช่วงพฤษภาคม-กรกฎาคม แต่ทะลายปาล์มสุกมีค่าเปลือกสดและเปลือกแห้งต่อผลสูงกว่าปาล์มกึ่งสุกและปาล์มดิบ ตามลำดับ และทะลายปาล์มสุกและกึ่งสุกมีค่าน้ำมันต่อเปลือกแห้งใกล้เคียงกัน และสูงกว่าทะลายปาล์มดิบ จากที่กล่าวมาส่งผลให้ทะลายปาล์มสุกมีน้ำมันต่อทะลายเฉลี่ยสูงสุด 27.1 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทะลายปาล์มกึ่งสุกและดิบ 25.6 และ 24.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า **ในภาพรวม อิทธิพลของช่วงแล้ง (มกราคม-เมษายน) ไม่มีผลต่อน้ำมันต่อทะลายของปาล์มน้ำมันทั้ง 3 ระดับความสุก** สำหรับคุณภาพน้ำมันปาล์มดิบของทะลายที่ความสุก 3 ระดับพบว่า มีเฉพาะปริมาณกรดไขมันอิสระที่มีค่าสูงขึ้นตามระดับความสุก และไม่พบอิทธิพลของความสุกในส่วนของค่าไอโอดีน ค่า DOBI วิตามินเอและเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สำหรับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในรอบปีพบว่า มีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ โดยมีค่าสูงสุดเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน และไม่พบอิทธิพลของสภาพแวดล้อมในลักษณะคุณภาพอื่นๆ

การวิจัยด้านเครื่องจักรกลเกษตร พบว่า เครื่องปลิดผลปาล์มจากทะลาย มีแนวทางการใช้งานโดย ควรใช้ทะลายปาล์มสุกและกองไว้ 3 วัน (ควรให้ความร้อนเพื่อไม่ให้กรดไขมันอิสระสูงเกินไป) ก่อนเข้าเครื่องปลิด สำหรับความยาวของซี่แยกที่แยกผลปาล์มได้ดีคือ 5 เซนติเมตร ความเร็วรอบจานหมุน 85 รอบต่อนาที เพราะจะไม่เกิดการสั่นสะเทือนและโหลดเกินกำลังของเครื่อง การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไม่สูงมากนัก และเครื่องดังกล่าวมีศักยภาพในเชิงการค้าสำหรับแยกผลร่วงของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้ และเพื่อเป็นการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จึงมีการออกแบบเตาผลิตกาซชีวภาพจากกะลาปาล์มเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตความร้อนสำหรับอบแห้งผลปาล์มและได้ถ่านกะลาปาล์มเป็นผลพลอยได้ ปัจจัยสำคัญคืออัตราการป้อนกะลาปาล์มดิบและระยะเวลาการกักเก็บกะลาปาล์มในห้องเผาไหม้ ซึ่งมีผลต่อปริมาณแก๊สและปริมาณถ่านกะลาปาล์มโดยตรง ผู้ใช้ต้องศึกษาและเลือกใช้ปัจจัยดังกล่าวอย่างเหมาะสม สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ การวัดปริมาณก๊าซและค่าความร้อนต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพ และต้องทดลองเพิ่มเติมในเรื่องคุณภาพก๊าซ คุณภาพถ่านที่ความสุกในการเผาไหม้ระดับต่างๆ และความคุ้มค่าในการลงทุน

กิจกรรมที่ 4 การทดสอบและขยายผลนวัตกรรมปาล์มน้ำมัน

จากการทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันในแปลงทดลอง ณ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และกระบี่ พบว่าส่วนมากมีสภาพพื้นที่ ดิน และภูมิอากาศเหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมัน และปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 7 มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูก แต่เนื่องจากงานดังกล่าวเพิ่งเริ่มได้ 2 ปี ยังไม่เห็นผลชัดเจน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชอายุยาว จึงมีดำเนินการต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลผลผลิต สำหรับการทดสอบนำเทคโนโลยีการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและใบของกรมวิชาการเกษตร มาใช้ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน พบว่า **จังหวัดสุราษฎร์ธานี** การตัดสินใจให้ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่ให้ตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้าน ร้อยละ 40 วิธีใส่ปุ๋ย 2 แบบ คือ 2 และ 4 ครั้งต่อปี คุณสมบัติของดินมีค่า pH ระดับที่เหมาะสม Total N, และ K ต่ำกว่าระดับเหมาะสม แต่มี P และอินทรียวัตถุสูงกว่าระดับเหมาะสม ธาตุอาหารในใบ มีค่า P เหมาะสม แต่ N ต่ำกว่าระดับวิกฤต ผลผลิตปาล์มน้ำมันปีที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ปีที่ 1 และ 2 ทั้ง 2 กรรมวิธีคุ้มค่า **จังหวัดกระบี่** การตัดสินใจ

เลือกให้ปุ๋ยส่วนใหญ่ให้ตามคำแนะนำของร้านจำหน่ายปุ๋ยและเพื่อนบ้าน ร้อยละ 50 วิธีใส่ปุ๋ยปีละ 2 ครั้ง คุณสมบัติของดินมีค่า pH, K และ P ในระดับเหมาะสม แต่มี Total N ต่ำกว่าระดับเหมาะสม และอินทรียวัตถุสูงกว่าระดับเหมาะสม ธาตุอาหารในใบ มีค่า P และ Ca ระดับเหมาะสม แต่ปริมาณ N, K และ Mg ต่ำกว่าระดับวิกฤต ผลผลิตปาล์มน้ำมันปีที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ปีที่ 1 และ 2 ทั้ง 2 กรรมวิธีคุ้มค่า

จากผลการให้ปุ๋ยปาล์มน้ำมันทั้ง 2 กรรมวิธี พบว่า ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งปีที่ 1 และ ปีที่ 2 (ระหว่างดำเนินการทดลอง) ซึ่งผลผลิตของทั้ง 2 ปี เป็นผลผลิตที่เกิดจากของปัจจัยที่ส่งผลกับการเจริญเติบโต การติดผล และพัฒนาการผล ในช่วงปี 2553–2555 เพราะปาล์มน้ำมันมีพัฒนาด้านการสืบพันธุ์ตั้งแต่ระยะตาดอกถึงกำหนดเพศนาน 12 เดือน และจากระยะกำหนดเพศถึงเก็บเกี่ยวนาน 30 เดือน ดังนั้นผลผลิตปีที่ 1-2 จึงเป็นผลจากปีก่อนการทดลองปุ๋ย ดังนั้นอิทธิพลของกรรมวิธีให้ปุ๋ย ปี 2556-2558 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่แท้จริงต่อผลผลิตจะได้ในปี 2559 เป็นต้นไป ซึ่งนักวิจัยได้ทดลองต่อเนื่องในปี 2559–2564 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จะได้ผลของเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และเป็นข้อมูลสำหรับขยายผลต่อไป

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

ในยุคปัจจุบัน เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมันต้องมีความตื่นตัวในการผลิต เนื่องจากมีปัญหาที่ท้าทายความสามารถในการจัดการการผลิตของเกษตรกรหลายปัจจัยด้วยกัน เริ่มตั้งแต่การเปิดเสรีทางการค้าของประเทศในกลุ่มอาเซี่ยน ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันพร้อมไปกับการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้ นอกจากการแข่งขันด้านราคาแล้ว สิ่งที่ท้าทายหลักสำหรับการผลิตปาล์มน้ำมันคือ สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันเป็นอย่างมาก เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตได้ตลอดปี แต่หากปัจจัยการผลิตไม่เหมาะสม โดยเฉพาะปัจจัยน้ำและธาตุอาหารจะทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และกระทบอย่างต่อเนื่องต่อการผลิตปาล์มน้ำมันในระยะยาว รวมถึงต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นจากอัตราส่วนของผลผลิตที่ลดลง จากที่กล่าวมาเกษตรกรสามารถจัดการการผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน หากเลือกใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีปลูกในพื้นที่ที่เหมาะสม และต้องมีการจัดการหรือใช้เทคโนโลยีการผลิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะการจัดการน้ำในปริมาณที่เหมาะสม การจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันและลดต้นทุนการผลิต รวมถึงการเก็บเกี่ยวปาล์มสุกเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำมันปาล์มและลดต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ สำหรับศักยภาพการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะเป็นไปตามการจัดการการผลิตและความเหมาะสมของพื้นที่ จากผลการทดลองการจัดการน้ำและธาตุอาหารในหลายพื้นที่พบว่าปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่า 4.5 ตันต่อไร่ต่อปี หากเกษตรกรมีการจัดการน้ำในช่วงแล้ง โดยให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ อัตรา 3-5 มิลลิเมตรต่อต้นต่อวัน หรือคิดเป็นอัตราตั้งแต่ 50-300 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งปริมาณน้ำที่ให้จะมากหรือน้อยขึ้นกับค่าระเหยน้ำของดิน ขนาดทรงพุ่มปาล์มน้ำมัน คุณสมบัติในการอุ้มน้ำของดิน (ถ้าดินระบายน้ำเร็วต้องให้ปริมาณน้อยแต่ให้บ่อยครั้ง แต่หากดินอุ้มน้ำดี สามารถให้ได้ในปริมาณมากเพียง 1 ครั้งต่อวัน) สำหรับการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันช่วยทำให้ปาล์มน้ำมันได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นตรงตามความต้องการ ช่วยลดต้นทุนจากปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมและมีความสมดุล และสามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตของปาล์มน้ำมันได้มากกว่า 3.5 ตันต่อไร่ต่อปี ด้านการจัดการโรค แมลงและสัตว์ศัตรูปาล์มน้ำมัน มีการประเมินและศึกษาเพื่อให้เกษตรกรสามารถรับมือได้ในกรณีที่มีการระบาดเกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงวิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว และชุดสกัดน้ำมันที่ประกอบไปด้วยเครื่องปลิดผลปาล์ม ชุดให้ความร้อนเพื่อลดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มน้ำมันและเครื่องหีบน้ำมันปาล์ม รวมถึงอุปกรณ์ผลิตกาซชีวภาพและถ่านกัมมันต์ ผลพลอยได้จากการผลิตกาซชีวภาพ ซึ่งเกษตรสามารถเลือกนำไปใช้ได้ตามความต้องการแต่อาจต้องการปรับปรุงเพิ่มเติมเล็กน้อย ให้เหมาะกับวัตถุดิบและความต้องการของเกษตรกร และจากการขยายผลนวัตกรรมการผลิตปาล์มน้ำมันทั้งด้านพันธุ์ปาล์มและการจัดการธาตุอาหารตามผลวิเคราะห์ดินใบพบว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และจากการเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และใช้ได้ทุกส่วน หรือที่เรียกว่า Zero waste ประกอบกับเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ให้ผลเร็วภายใน 3 ปี ให้ผลผลิตตลอดปีและให้ผลผลิตนานกว่า 25 ปี จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร ปัจจุบันพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันกระจายตัวครบทุกจังหวัดของประเทศไทย ความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณน้ำฝนและการกระจายตัวเหมาะสม ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิและปริมาณแสงแดดที่พอเหมาะจึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก 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. ปัจจัยการผลิตปาล์มน้ำมัน เช่น ปุ๋ยและสารเคมี มีราคาสูง ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ตามเป้าหมาย ปัญหาอัตราการสกัดน้ำมันดิบอยู่ในระดับต่ำกว่าที่ควรจะเป็น สาเหตุหลักประการหนึ่งเกิดจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ไม่เหมาะสม และสามารถแก้ไขได้หากร่วมมือกันอย่างแท้จริงในทุกภาคส่วนของอุตสาหกรรม ตั้งแต่เจ้าของสวนจนถึงโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยร่วมมือกันเก็บเกี่ยวเฉพาะปาล์มคุณภาพ และรับซื้อเฉพาะปาล์มสุก ซึ่งถ้าหากมีการร่วมมือกันเพื่อแก้ไขปัญหาปาล์มด้อยคุณภาพให้หมดไปจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ผลที่ได้ก็คือ น้ำมันปาล์มดิบและรายได้จากการตัดปาล์มคุณภาพมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยควรมีมาตรการบังคับในการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน จากข้อมูลเบื้องต้นเห็นได้ว่า รัฐฯ สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันปาล์มดิบสำหรับทดแทนไบโอดีเซลได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน หรือการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารและน้ำสามารถเพิ่มผลิตได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ และทดแทนไบโอดีเซลได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน ซึ่งหากส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสม รัฐฯ ควรส่งเสริมแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรและการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องควบคู่ไปด้วย และหากรัฐฯ สามารถส่งเสริมได้ทั้ง 2 มาตรการ ผลดีก็จะเกิดกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม และเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันจะได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการปฏิบัติที่ถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง (References)

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. ศึกษาผลการวิเคราะห์ดินและใบปาล์มน้ำมันในการจัดการธาตุอาหารของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 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. การศึกษาการดูดซับและการคาดคะเนคำแนะนำปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินนาน้ำโขงโดยใช้สมการความต้องการฟอสฟอรัสในโปรแกรม PDSS. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ.

น้ำอ้อย ศรีประสม และธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2551. สหสัมพันธ์และอัตราพันธุกรรมของลักษณะ ทางลำต้นในระยะกล้าปาล์มน้ำมัน. 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. เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 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. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 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 พาฬอนุรักษ์ และสุวรรณา ประณีตวตกุล. 2553. การประเมินผลกระทบจากงานวิจัยด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. 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. การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ลูกผสมสุราษฎร์ธานีในพื้นที่ที่มีศักยภาพ *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 เตรียมอนุมัติงบ 100 ล้าน ช่วยเกษตรสวนปาล์มเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน” สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร 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.