# ผลงานวิจัยภายใต้งานวิจัย
# มุ่งเป้าตอบสนองความต้องการพัฒนาประเทศโดยเร่งด่วน
# กลุ่มเรื่อง ปาล์มน้ำมัน ปีงบประมาณ 2556

คอบช.

วช. NRCT

สกว.

# บทสรุปผู้บริหาร

**ปาล์มน้ำมัน** เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย ทั้งในด้านความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน โดยสถานการณ์การผลิตปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของไทยที่ผ่านมา มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันของภาครัฐ ช่วงปี 2551-2555 รวมไปถึงนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงาน ซึ่งกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ร้อยละ 25 ในช่วงเวลา 10 ปี (ปี 2555-2564) เพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้สินค้าเกษตรในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิล นโยบายดังกล่าว มีส่วนผลักดันให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน เพิ่มปริมาณผลผลิตและผลิตภาพการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อรองรับยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน และลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ภาครัฐจะให้ความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มมาอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาดังกล่าว ยังคงประสบปัญหาสำคัญหลายประการ และมีปัจจัยเกี่ยวข้องที่สลับซับซ้อน ทั้งด้านการผลิต การตลาด การแปรรูป โดยปัญหาที่สำคัญ คือเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันและการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้มีผลผลิตต่อไร่ต่ำ คุณภาพของผลปาล์มน้ำมันสดต่ำ ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง การวิจัยและพัฒนาในประเด็นสำคัญๆยังมีน้อย เช่น ปัญหาการกำหนดมาตรฐานการซื้อขายและราคาผลปาล์มน้ำมันสดที่ยุติธรรม ปัญหาการขาดการประสานงานอย่างมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และปัญหาการรวมกลุ่มของเกษตรกรรายย่อยผู้ปลูกปาล์มน้ำมันยังอยู่มีจำนวนน้อยและอยู่ในแวดวงที่จำกัด เป็นต้น

เพื่อตอบสนองต่อการแก้ไขปัญหาของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีงานวิจัยและพัฒนาในหลายๆด้าน เพื่อสนับสนุนงานนโยบายของภาครัฐในการรักษาความมั่นคงทางอาหารและพลังงาน การรักษาเสถียรภาพราคาทะลายปาล์มน้ำมันของเกษตรกร และความเชื่อมโยงของราคาไปยังผลิตภัณฑ์อื่นๆ การวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ผลผลิตและน้ำมันสูง เทคโนโลยีการจัดการการผลิตในสวนปาล์มน้ำมัน การจัดการชีวมวลเหลือทิ้งและน้ำเสียของโรงงานสกัดให้เป็นศูนย์และการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ การรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันและร่วมมือกันของผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และการวิจัยงานนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าชีวมวลเหลือทิ้งในสวนปาล์มน้ำมัน น้ำเสีย และการใช้น้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยเฉพาะงานวิจัยและพัฒนาเพื่อตอบโจทย์ในประเด็นเร่งด่วน

ดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จึงได้จัดสรรทุนวิจัยแบบมุ่งเป้าตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศโดยเร่งด่วน กลุ่มเรื่องปาล์มน้ำมัน ปีงบประมาณ 2556 จำนวน 85.5 ล้านบาท ซึ่งเป็นการจัดสรรงบประมาณเป็นปีแรก ให้แก่ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) เป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการภายใต้แผนงานวิจัย 5 ด้าน ได้แก่

| | |
|---|---|
| ยุทธศาสตร์ที่ 1 | งานวิจัยเชิงนโยบายบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบ |
| ยุทธศาสตร์ที่ 2 | งานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน |
| ยุทธศาสตร์ที่ 3* | งานวิจัยเพื่อประเมินและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม |
| ยุทธสาสตร์ที่ 4 | งานวิจัยการกำหนดมาตรฐานของคุณภาพและการจัดการแต่ละขั้นตอน |
| ยุทธสาสตร์ที่ 5 | งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุเหลือใช้ในสวนปาล์มน้ำมันและการแปรรูปน้ำมันปาล์มเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ |

นอกจากนี้ สวก. ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาติดตามและประเมินผลโครงการด้านปาล์มน้ำมันขึ้นคณะหนึ่ง ทำหน้าที่พิจารณากลั่นกรองข้อเสนอโครงการวิจัย ติดตามประเมินผลโครงการวิจัยให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งได้แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 34 ท่าน เพื่อประเมินข้อเสนอโครงการวิจัยและประเมินความก้าวหน้าของโครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติทุนวิจัย

ปีงบประมาณ 2556 มีโครงการวิจัยที่เสนอขอรับทุนสนับสนุน ทั้งสิ้น 41 โครงการ ผ่านการอนุมัติ 29 โครงการ วงเงินงบประมาณ รวม 85,500,000 บาท จัดสรรตามยุทธศาสตร์ ดังนี้

| | |
|---|---|
| ยุทธศาสตร์ที่ 1 | จำนวน 6 โครงการ เป็นเงิน 12,677,586 บาท คิดเป็นร้อยละ 14.83 |
| ยุทธศาสตร์ที่ 2 | จำนวน 7 โครงการ เป็นเงิน 19,055,537 บาท คิดเป็นร้อยละ 22.29 |
| ยุทธศาสตร์ที่ 3* | จำนวน 5 โครงการ เป็นเงิน 17,081,975 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.98 |
| ยุทธศาสตร์ที่ 4 | จำนวน 4 โครงการ เป็นเงิน 18,555,427 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.70 |
| ยุทธศาสตร์ที่ 5 | จำนวน 7 โครงการ เป็นเงิน 18,129,475 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.20 |

ผลการดำเนินงานของโครงการวิจัย แบ่งตามรายยุทธศาสตร์ ดังนี้

## ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านงานวิจัยเชิงนโยบายบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบ

ได้ผลผลิตเชิงนโยบายระดับมหภาคที่สามารถเห็นภาพรวมของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มด้านพลังงานชีวภาพและอาหาร การวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มเพื่อนำไปสู่การยกร่างพระราชบัญญัติปาล์มน้ำมัน การศึกษาเพื่อการกำหนดกรอบยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันระดับพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช การวิเคราะห์นโยบายด้านราคาทะลายปาล์มสดและน้ำมันปาล์ม และแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกในสวนปาล์มน้ำมัน

## ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต

ได้ผลผลิตเรื่องยีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมธาตุอาหาร ยีนควบคุมความทนต่อน้ำท่วม อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมในสภาพดินเปรี้ยวจัด การใช้เถ้าปาล์มและเศษวัสดุเหลือใช้ในการปรับปรุงดิน การทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมและโคลนพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง การทดสอบการจัดการธาตุอาหารและการให้น้ำในสวนปาล์มน้ำมันภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และการทดสอบชุดวิธีการป้องกันกำจัดหนูในแปลงปาล์มน้ำมันปลูกใหม่

---

*ยกเลิก 1 โครงการ วงเงิน 2,229,328 บาท โดยสนับสนุน “โครงการออกแบบและพัฒนารถกระเช้าสำหรับเก็บผลปาล์ม” มาแทน

## ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านประเมินและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ได้ผลผลิตในเชิงการจัดการของเสียโรงงานสกัดให้เป็นศูนย์ ได้แก่ เอ็นไซม์ในการแยกน้ำมันจากน้ำเสีย ผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ วิธีการตรึงจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ และวิธีการบำบัดสี/น้ำทิ้ง รวมทั้งดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ การผลิตผนังดินแบบบดอัดด้วยปูนซีเมนต์ เถ้า และเส้นใยปาล์มน้ำมัน การสังเคราะห์ซิลิคอนจากเถ้าปาล์ม การประเมินวัฏจักรชีวิตของการปลูกปาล์มน้ำมัน การผลิตเอทานอลจากทางใบและต้นปาล์มน้ำมันโค่นทิ้ง และรูปแบบการลดกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย

## ยุทธศาสตร์ที่ 4 งานวิจัยการกำหนดมาตรฐานของคุณภาพและการจัดการแต่ละขั้นตอน

ได้ผลผลิตของการพัฒนากลุ่มเกษตรกรชาวสวนปาล์มให้มีความพร้อมในการขอรับการรับรองกลุ่มตามมาตรฐาน Good Agricultural Practices และ Roundtable for Sustainable Palm Oil (GAP และ RSPO) สถานภาพของโซ่อุปทานที่แตกต่างกันของไทยและต่างประเทศและแนวทางเพื่อปิดหรือลดช่องว่างของโซ่อุปทาน รูปแบบจำลองธุรกิจของวิสาหกิจชุมชนปาล์มน้ำมันทั้งห่วงโซ่ และได้ข้อเสนอแนะการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับปาล์มน้ำมันและมาตรฐานการผลิตน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืน รวมถึงการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการปฏิบัติตามมาตรฐาน

## ยุทธศาสตร์ที่ 5 งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุเหลือใช้ในสวนปาล์มน้ำมันและการแปรรูปน้ำมันปาล์มเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

ได้ลักษณะผลผลิต ประกอบด้วย การผลิตกระดาษปราศจากสารเคมี การผลิตเอทานอล การผลิตพอลิบิวทีลีนเพื่อใช้เป็นพลาสติกชีวภาพ การผลิตไม้ปาล์มอบแห้ง การผลิตแท่งคอนกรีตผสมเถ้าและหินฝุ่น การผลิตอิฐผลมเส้นใยปาล์มและน้ำยางธรรมชาติ การผลิตไม้เทียมจากทะลายปาล์มเปล่าและขวดพลาสติก แบบโรงงานที่เหมาะสมในการผลิคแคโรทีนอยด์และวิตามินอี การผลิตเซลลูโลสไฮโดรเจลจากส่วนยอดของต้นปาล์มปาล์มน้ำมันที่โค่นทิ้ง การผลิตกรดแลคติค การผลิตมีเทนจากการหมักร่วมของน้ำทิ้งและเศษวัสดุเหลือใช้ การผลิตวัสดุก่อสร้างจากกะลาและเมลามีนเพื่อผลิตเป็นภาชนะบรรจุอาหาร และการผลิตถ่านไม้เซรามิคจากต้นปาล์มปาล์มน้ำมันและทางใบ

*ผลสำเร็จของโครงการวิจัยปาล์มน้ำมันมุ่งเป้า ปี 2556 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย เชิงสาธารณะและเชิงพาณิชย์ เป็นองค์ความรู้ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักวิจัยของภาครัฐ สถาบันการศึกษา และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเป็นฐานข้อมูลสนับสนุนการกำหนดนโยบายและการพัฒนาค้นคว้างานวิจัยต่อไป นอกจากนี้ ยังมีผลงานบางส่วน สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัย การจดสิทธิบัตรและต่อยอดเชิงพาณิชย์ ได้ อาทิเช่น การออกแบบเครื่องต้นแบบระดับโรงงานเพื่อผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้นจากน้ำมันปาล์มดิบ และวิตามินอีเข้มเข้นจากดิสทิลเลตกรดไขมันปาล์ม นวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ภาชนะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุคอมโพสิทชีวภาพปาล์มน้ำมัน และการผลิต Woodceramics จากเศษเหลือวัสดุปาล์มน้ำมัน เป็นต้น*

# สารบัญ


หน้า

บทสรุปผู้บริหาร ผลงานวิจัยเรื่องปาล์มน้ำมันมุ่งเป้า ปีงบประมาณ 2556 ก - ค

**ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านงานวิจัยเชิงนโยบายบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบ**

1. การศึกษาแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของประเทศไทย 2
   โดย ดร.สรียา โด มาเรา สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
2. ระบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์มทั้งระบบของจังหวัดนครศรีธรรมราช 4
   โดย ผศ.สุริยันต์ สุวรรณราช ศูนย์การเรียนรู้เพื่อปวงชน นครศรีธรรมราช
3. การศึกษาผลกระทบต่อปัจจัยที่มีต่อเสถียรภาพของราคาทะลายปาล์มสดและปาล์มน้ำมัน 6
   โดย ผศ.ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. แนวทางการส่งเสริมภาคเกษตรกรรมปาล์มน้ำมันต่อการลดก๊าซเรือนกระจก 8
   ตามมาตรฐานของประเทศไทย
   โดย รศ.ดร.วิสาขา ภู่จินดา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
5. ความมั่นคงทางอาหารและพลังงานด้วยการพัฒนาปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน 10
   โดย ผศ.ดร.จอมภพ แววศักดิ์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
6. การศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์ 12
   จากน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืน
   โดย นายเสกสรร พาป้อง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัดสุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์
   และเทคโนโลยีแห่งชาติ

**ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต**

7. การทดสอบและสาธิตเทคโนโลยีการจัดการสวนปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน 18
   โดย นายสุรกิตติ ศรีกุล สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี
   กรมวิชาการเกษตร

หน้า

8. การทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมหนูศัตรูปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน 20
ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
โดย นางสุธีรา ถาวรรัตน์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี
กรมวิชาการเกษตร

9. การพัฒนาเทคโนโลยีการให้น้ำและการจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ 22
การผลิตปาล์มน้ำมันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โดย ดร.นฤทัย ถาวรรัตน์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 จังหวัดขอนแก่น
กรมวิชาการเกษตร

10. การค้นหาและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สำคัญในปาล์มน้ำมัน 24
โดย ผศ.ดร.พจมาลย์ สุรนิลพงศ์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

11. การจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตและการใช้ของเสียจากปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน 28
ในที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย
โดย ศ.ดร.อัญชลี สุทธิประการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. การออกแบบเครื่องต้นแบบระดับโรงงานเพื่อผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้นจากน้ำมันปาล์มดิบ 34
และวิตามินอีเข้มข้นจากดิสทิลเลตกรดไขมันปาล์ม
โดย รศ.ดร.พัชรินทร์ ระวียัน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

13. ศักยภาพการให้ผลผลิตและการสร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอราจากโคลนปาล์มน้ำมัน 36
ปาล์มน้ำมันลูกผสม *Elaeis oleifera x Elaeis quineensis* และ *Elaeis oleifera*
โดย นายประสาทพร กออวยชัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้- ชุมพร

**ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านการประเมินและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม**

14. การประเมินความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมตลาดวัฏจักรชีวิตของการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย 42
โดย ศ.ดร.แซบเบียร์ กีวาลา บัณฑิตวิทยาลัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

15. การใช้วัสดุเศษเหลือของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตสารอาหารร่วมและหัวเชื้อ 44
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม
โดย ศ.ดร.พูนสุข ประเสริฐสรรพ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

หน้า

16. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 46
โดย รศ.ดร.อรัญ หันพงศ์กิตติกูล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

17. การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เถ้าปาล์มน้ำมัน 56
และเส้นใยปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด
โดย นายสนธยา กงกองแก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

**ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านงานวิจัยการกำหนดมาตรฐานของคุณภาพและการจัดการแต่ละขั้นตอน**

18. โครงการระบบบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างมีส่วนร่วมที่ยั่งยืนเพื่อเตรียมพร้อมการรับรอง GAP และ RSPO 64
โดย รศ.ดร.กาญจนา เศรษฐนันท์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

19. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและการประเมินการใช้มาตรฐานคุณภาพ 66
ของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน
โดย ผศ.ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

20. การพัฒนากลุ่มเกษตรกรรายย่อยอย่างมีส่วนร่วมในการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน 68
ตามมาตรฐาน GAP และ RSPO
โดย รศ.ดร.สุธัญญา ทองรักษ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

21. การศึกษาระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มในการปรับตัว 70
รองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน
โดย ดร.ชโย ตรังอดิศัยกุล สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

**ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุเหลือใช้ในสวนปาล์มน้ำมัน และการแปรรูปน้ำมันปาล์มเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์**

22. การผลิตกระดาษปราศจากเคมีจากเศษเหลือชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน 74
โดย ผศ.ดร.พิชิต สมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

23. สมบัติของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมัน 76
โดย ดร.พรนภา เกษมศิริ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หน้า

24. การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในการผลิตวัสดุก่อสร้าง (คอนกรีต อิฐ และไม้เทียม) 78
โดย นายอรรถพล มาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

25. การพัฒนาคุณสมบัติทางกลของไม้ปาล์มน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคาร 84
โดย ดร.รัฐศักดิ์ พรหมมาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

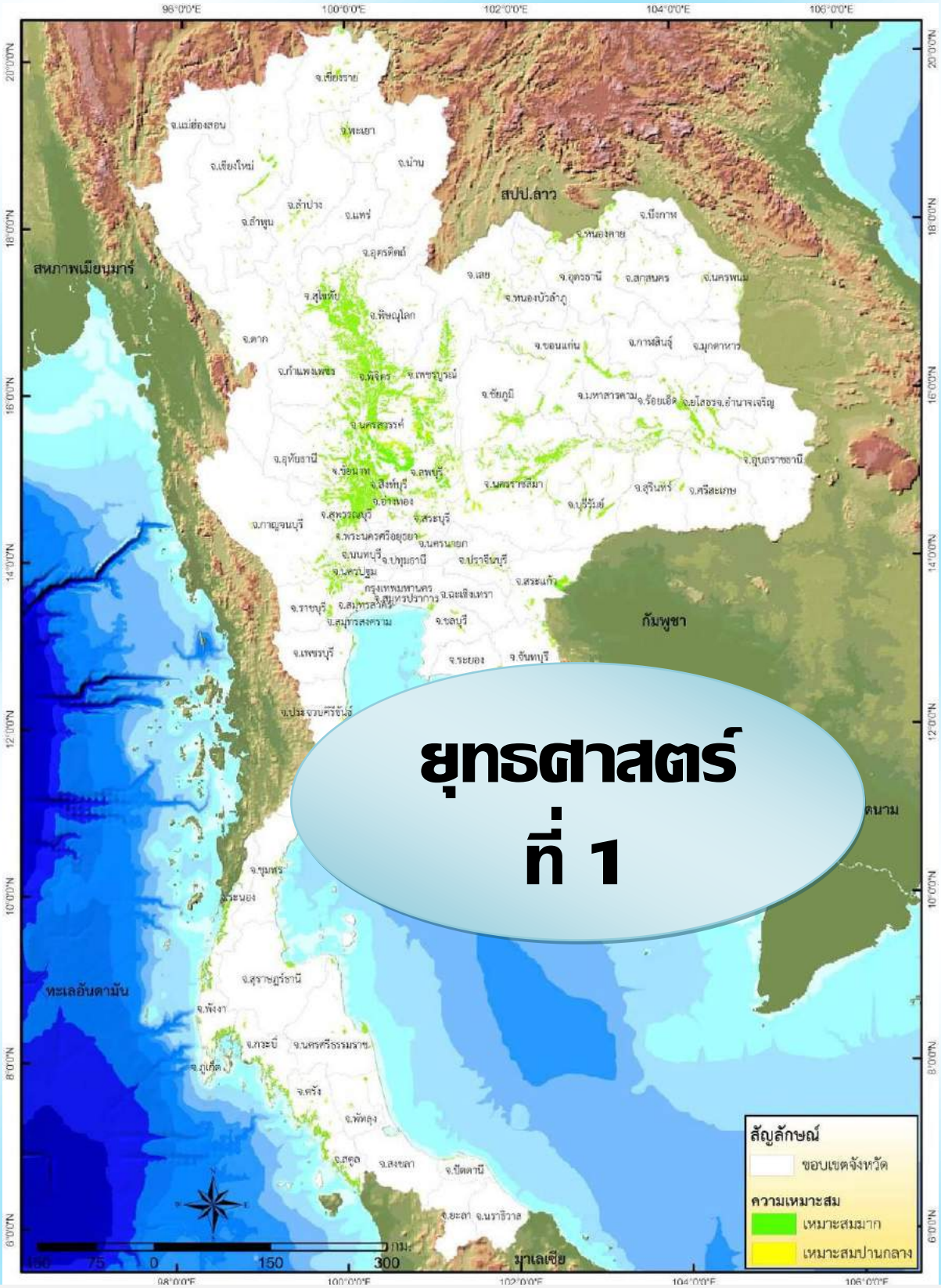
26. การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันในการผลิตพลาสติกและพลังงานทดแทนทางชีวภาพ 86
โดย ดร.สมพงษ์ โอทอง มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

27. นวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ภาชนะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จากวัสดุคอมโพสิทชีวภาพปาล์มน้ำมัน 94
โดย ผศ.ดร.สิงห์ อินทรชูโต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

28. การผลิต Woodceramics กากเศษเหลือวัสดุปาล์มน้ำมัน 96
โดย ดร.พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**โครงการวิจัยแบบมุ่งเป้าตอบสนองความต้องการในการพัฒนาประเทศโดยเร่งด่วน กลุ่มเรื่องปาล์มน้ำมัน ปีงบประมาณ 2556**

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)




# ยุทธศาสตร์ที่ 1

## งานวิจัยเชิงนโยบายบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบ

# การศึกษาแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของประเทศไทย

**ดร.สรียา โด อมาเรา และคณะ**
**สถาบันวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในด้านเศรษฐกิจ ความมั่นคงทางด้านอาหารและพลังงาน ประเทศไทยถือเป็นผู้ผลิตที่สำคัญอันดับสามของโลกโดยสามารถผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้ 1.9 ล้านตัน หรือคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 3.3 ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของทั้งโลกการที่ต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มของไทยสูงกว่าประเทศผู้ผลิตรายใหญ่อย่างมาเลเซียและอินโดนีเซียจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของไทยให้มีระบบการบริหารจัดการตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำที่ชัดเจนภาครัฐควรมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนและกำหนดทิศทางในการพัฒนาให้ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทยให้สามารถแข่งขันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community - AEC)

**การใช้ประโยชน์**ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แนวทางในการปรับปรุงโครงสร้างอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มของประเทศไทยจะต้องเริ่มปรับปรุงโครงสร้างตั้งแต่ต้นน้ำ โดยมีการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน (Zoning areas) การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันและสนับสนุนกล้าพันธุ์ให้แก่เกษตรกร การส่งเสริมการทำสวนปาล์มน้ำมันที่มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน การส่งเสริมการจัดเก็บผลปาล์มน้ำมันให้ได้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพ การสนับสนุนการสร้างเครือข่ายของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มส่วนแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างของอุตสาหกรรมกลางน้ำประกอบด้วยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การพัฒนารายได้และความเป็นอยู่ของเกษตรกร การพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรด้วยการส่งเสริมองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อลดต้นทุน การสร้างความเข้มแข็งให้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม การส่งเสริมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมฯ มีแนวทางในการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน รวมทั้งการเสริมสร้างแนวคิดทางด้านเศรษฐศาสตร์และหลักการตลาดของการค้าเสรีเพื่อลดปัญหาข้อขัดแย้งที่เกิดจากระบบกลไกราคา และการบริหารสต็อกน้ำมันปาล์ม

**แนวทางการปรับปรุงโครงสร้าง**

**อุตสาหกรรมต้นน้ำ**

1) การจัดทำพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์ม (Zoning areas)การจัดทำพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันและมีผลบังคับใช้ในทางปฏิบัติ จะส่งผลให้ได้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพสูง ภาครัฐสามารถวางแผนด้านการใช้ การสำรองน้ำมันปาล์มและด้านราคาได้เนื่องจากทราบปริมาณผลผลิตที่แน่นอน และสามารถบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันและสนับสนุนกล้าพันธุ์ที่มีคุณภาพให้แก่เกษตรกร ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรลดลง

3) การส่งเสริมการทำสวนปาล์มน้ำมันที่มีประสิทธิภาพและอย่างยั่งยืน โดยส่งเสริมการทำสวนตามมาตรฐาน RSPO ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยมีทางเลือกในการจำหน่ายสินค้ามากขึ้น

4) การส่งเสริมการจัดเก็บผลปาล์มน้ำมันให้ได้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพโดยการปรับปรุงระบบการจัดเก็บปาล์มน้ำมันตั้งแต่ต้นทางคือสวนปาล์มน้ำมันไปจนถึงแหล่งรวบรวมผลผลิต จะเป็นการรับรองคุณภาพของผลปาล์มน้ำมันสดและสามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตในเชิงการตลาดได้อีกด้วย

5) การสนับสนุนการสร้างเครือข่ายของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม

6) การเปลี่ยนแปลงของราคาทะลายปาล์มสด ณ โรงงานสกัด ภายใต้ระบบการค้าเสรี

7) การบริหารจัดการปัจจัยที่มีผลต่อราคาทะลายปาล์มสด ประกอบด้วยปัจจัยที่ใช้ในการปลูกปาล์มน้ำมันเช่น พันธุ์ปาล์มน้ำมันสภาพดินที่เหมาะสม การดูแล วิธีการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

**อุตสาหกรรมกลางน้ำ**

1) การพัฒนารายได้และความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันโดยการสนับสนุนแนวทางการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน

2) การพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์โดยการส่งเสริมความรู้แก่เกษตรกรในการทำสวนปาล์มน้ำมันผ่านการอบรมและดูงาน

3) การสร้างความเข้มแข็งให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันและผู้เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันโดยการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างเกษตรกรและผู้ประกอบการอุตสาหกรรม

**อุตสาหกรรมปลายน้ำ**

การพัฒนาระบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันด้วยความเชื่อมโยงกันและกันของอุปสงค์สืบเนื่องหรือต่อเนื่อง (Derived demand)คือ อุปสงค์ของปัจจัยการผลิตทุกชนิดจะเป็นอุปสงค์สืบเนื่องทั้งสิ้น เช่น จากอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จะทำให้เกิดอุปสงค์สืบเนื่องน้ำมันปาล์มดิบ หรือที่เรียกกันว่าอุปสงค์น้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นอุปสงค์ทะลายปาล์มสด ณ โรงงานสกัด ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิต ดังนั้นอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ปาล์มน้ำมันขั้นสุดท้ายทุกชนิดจะทำให้เกิดอุปสงค์สืบเนื่องทะลายปาล์มสด ณ โรงงานสกัด โดยที่แต่ละชนิดของอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ปาล์มน้ำมันขั้นสุดท้ายจะเชื่อมโยงกับอุปสงค์สืบเนื่องทะลายปาล์มสด ณ โรงงานสกัด ด้วยค่าใช้จ่ายการแปรรูปการตลาดการขนส่ง และกำไรของผู้ประกอบการ ซึ่งเรียกโดยรวมคือส่วนเหลื่อมการตลาด (Marketing margin) ที่เป็นค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น แรงงาน พลังงาน การบรรจุ การขนส่ง การโฆษณา และกำไร ในการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value added) ของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

# ระบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ทั้งระบบของจังหวัดนครศรีธรรมราช

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยันต์ สุวรรณราชและคณะ ศูนย์การเรียนรู้เพื่อปวงชนนครศรีธรรมราช**

จังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านการเกษตรทำให้รายได้ของประชากรมาจากภาคการเกษตรเป็นหลักโดยเฉพาะการทำสวนยางพารา ทำนา ทำไร่ ทำสวนผลไม้ ทำสวนมะพร้าว การประมงและการเลี้ยงสัตว์แต่ไม่อาจยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่าได้รวมอาชีพการทำสวนปาล์มน้ำมันหรือไม่เพราะภาคราชการเริ่มให้ความสำคัญและสำรวจเกี่ยวกับอาชีพการทำสวนปาล์มน้ำมันเมื่อปี 2549 ที่ผ่านมาการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพื้นที่ปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันรวมทั้งพันธุ์ปาล์มน้ำมัน อายุ การบำรุงรักษาสภาพความเหมาะสมของพื้นที่ตลอดจนความสัมพันธ์ของการผลิตการขนส่งสถานที่รับซื้อหรือลานเทการแปรรูปของโรงงานอุตสาหกรรมความเชื่อมโยงอื่นๆและการรวมกลุ่มองค์กรประกอบอาชีพปาล์มน้ำมันที่ยั่งยืนภายใต้นโยบายและกรอบยุทธศาสตร์ระดับจังหวัด

**เทคโนโลยีการผลิต**

ภาคราชการโดยเฉพาะหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องระดับจังหวัดควรนำข้อมูลเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันไปถ่ายทอดให้ความรู้แก่เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่องและครบวงจรตั้งแต่การวิเคราะห์ลักษณะของดินการคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน การบำรุงดูแลรักษาการเก็บเกี่ยวตลอดจนการสนับสนุนส่งเสริมโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

**ผลได้การเชิงเศรษฐกิจ**จากอัตราการขยายตัวการปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นและอัตราการลดลงของพื้นที่นาและสวนยางพาราในแต่ละปีจึงเป็นหน้าที่ของภาคราชการที่เกี่ยวข้องในระดับจังหวัดส่งเสริมเพิ่มมูลค่าเพิ่มของผลผลิตจากปาล์มน้ำมันโดยสนับสนุนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆให้มีความหลากหลายและมีมูลค่าสูงขึ้นกว่าการแปรรูปเป็นน้ำมันพืชเพียงอย่างเดียว

**การใช้ประโยชน์**พื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชมีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันในทุกอำเภอเพราะพื้นที่เป็นดินระบายน้ำได้ดีปริมาณน้ำมีเพียงพอและฝนตกที่ต่อเนื่องในปี 2557 มีพื้นที่ 3.7 แสนไร่ ให้ผลผลิตแล้ว 3.3 แสนไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,984 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมันร้อยละ 70.2 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันระหว่าง 1-14 ไร่ ปลูกปาล์มน้ำมัน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ลูกผสมเดลี่กับลาเม่และพันธุ์ลูกผสมเดลี่กับแทนซาเนียเกษตรกรขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมันครบวงจรและไม่ได้รับการแนะนำจากทางราชการส่วนท้องถิ่นจึงมักเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันที่ไม่สุกเต็มที่ไปขายและถูกตัดราคา ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์กับสำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดและองค์กรภาคเอกชนต่างๆในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปกำหนดนโยบายและกรอบยุทธศาสตร์ในการพัฒนาอาชีพการทำสวนปาล์มน้ำมันได้อย่างสมบูรณ์โดยเฉพาะการเน้นในการกำหนดเขตพื้นที่ปลูก (Zoning) และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีการปลูกผสมผสานกับพืชอื่นๆและการเลี้ยงสัตว์พร้อมๆกับการพัฒนาด้านองค์ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมันแก่เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องจนสามารถรวมกลุ่มจัดตั้งเป็นองค์กรในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งได้อย่างยั่งยืน

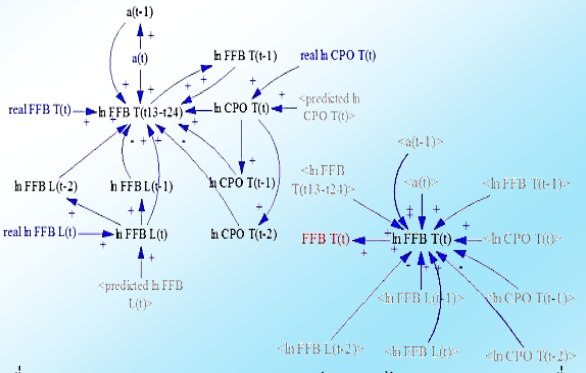
# การศึกษาผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อเสถียรภาพของราคาทะลายปาล์มสดและน้ำมันปาล์ม

**ผช. ดร.วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพราคาทะลายปาล์ม (FFB) และน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) และสร้างระบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ของราคาทะลายปาล์มและน้ำมันปาล์มดิบ ตลอดจนข้อเสนอด้านนโยบายการรักษาเสถียรภาพราคาทะลายปาล์มและน้ำมันปาล์มดิบ

**ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย** ศึกษาค้นคว้าข้อมูลปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาทะลายปาล์มและน้ำมันปาล์มดิบทั้งข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิ โดยใช้แนวคิดของการวิเคราะห์อนุกรมเวลา Auto Correlation Function;ACF และPartial Auto Correlation Function;PACF ร่วมกับการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาสร้างเป็นแบบจำลองพลวัตของระบบ (System Dynamics) ด้วยโปรแกรม VENSIM เพื่อทำการจำลองสถานการณ์และวิเคราะห์พฤติกรรมการเคลื่อนไหวของปัจจัยที่มีผลต่อเสถียรภาพราคาทะลายปาล์ม (FFB) และน้ำมันปาล์มดิบ (CPO)

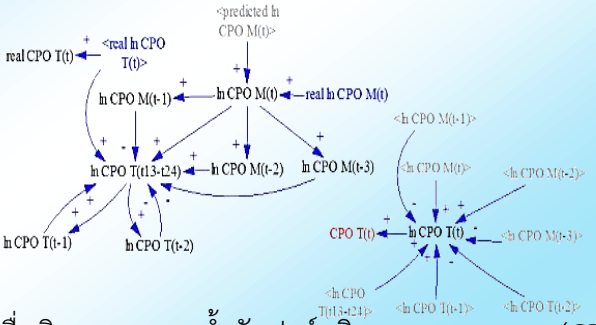
**ผลการดำเนินงานวิจัย** การพยากรณ์ราคาทะลายปาล์มสดและน้ำมันปาล์มดิบ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาทะลายปาล์ม (FFB_T Price) ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของราคาทะลายปาล์มตลาดท้องถิ่น (FFB_L Price) ที่ช่วงเวลา t ช่วงเวลาก่อนหน้า t-1 และ t-2และราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดกรุงเทพฯ (CPO_T Price) ที่ช่วงเวลา t ช่วงเวลาก่อนหน้า t-1 และ t-2 โดย มีความสัมพันธ์ของแบบจำลองและสมการ ดังนี้




$$\ln(FFB_T_t) = 1.519\,(1 - 0.801) + 0.801\,\ln(FFB_T_{t-1})$$
$$+ 0.354\,(\ln(FFB_L_t) - \ln(FFB_L_{t-1}))$$
$$- (0.354 \times 0.801)\,(\ln(FFB_L_{t-1}) - \ln(FFB_L_{t-2}))$$
$$+ 0.208\,(\ln(CPO_T_t) - \ln(CPO_T_{t-1}))$$
$$- (0.208 \times 0.801)\,(\ln(CPO_T_{t-1}) - \ln(CPO_T_{t-2}))$$
$$+ a_t - (-0.692\,a_{t-1})$$

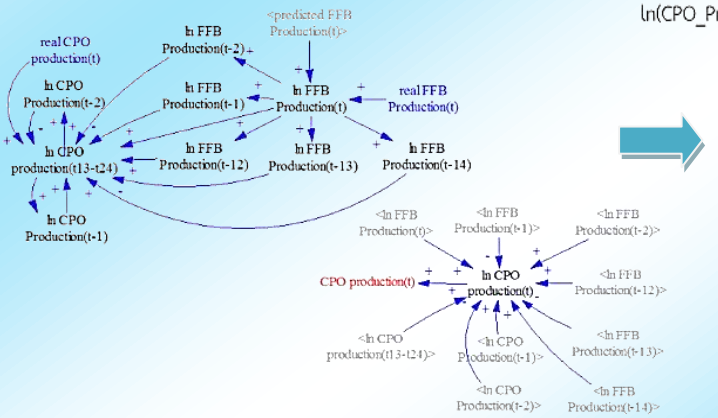
เมื่อพิจารณาราคาทะลายปาล์มของไทย (FFB T) เมื่อราคาทะลายปาล์มตลาดท้องถิ่น (FFB L) เปลี่ยนแปลงไป +1% และเมื่อราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดกรุงเทพฯ (CPO_T Price) เปลี่ยนแปลงไป +1% พบว่าเมื่อราคาทะลายปาล์มตลาดท้องถิ่นเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ ราคาทะลายปาล์มเปลี่ยนแปลงไป 0.83% ในทิศทางตรงเดียวกัน และเมื่อราคาน้ำมันปาล์มดิบของไทยเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ ราคาทะลายปาล์มเปลี่ยนแปลงไป 0.75% ในทิศทางตรงเดียวกัน เช่นกัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดกรุงเทพฯ (CPO_T Price) ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดโลกคือมาเลเซีย (CPO_M Price) ที่ช่วงเวลา t ช่วงเวลาก่อนหน้า t-1 t-2และ t-3 โดย มีความสัมพันธ์ดังของแบบจำลองและสมการดังนี้




$$\ln(CPO_T_t) = 3.326\,(1 - 1.254 + 0.398) + 1.254\,\ln(CPO_T_{t-1}) - 0.398\,\ln(CPO_Tt\text{-}2) + 0.405\,(\ln(CPO_Mt) - \ln(CPO_Mt\text{-}1)) - 0.405\,(1.254)\,(\ln(CPO_Mt\text{-}1) - \ln(CPO_Mt\text{-}2)) + 0.405\,(0.398)\,(\ln(CPO_Mt\text{-}2) - \ln(CPO_Mt\text{-}3))$$

เมื่อพิจารณาราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดกรุงเทพฯ (CPO T) เมื่อราคาน้ำมันปาล์มดิบตลาดโลกคือมาเลเซีย (CPO M) เปลี่ยนแปลงไป +1%จะทำให้ราคาน้ำมันปาล์มดิบของไทยเปลี่ยนแปลงไป 1.34% ในทิศทางตรงเดียวกันส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (CPO Production) ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตทะลายปาล์ม (FFB Production) ตามฤดูกาล โดยมีความสัมพันธ์แบบจำลองและสมการดังนี้




$$\ln(CPO_Production_t) = (-4.230)(1 - 0.878 + 0.387) + 0.878\,\ln(CPO_Production_{t-1}) - 0.387\,\ln(CPO_Production_{t-2}) + \ln(FFBProduction_t) - 0.878\,\ln(FFBProduction_{t-1}) + 0.387\,\ln(FFBProduction_{t-2}) + 0.175\,\ln(FFBProduction_{t-12}) - (0.175)(0.878)\,\ln(FFBProduction_{t-13}) + (0.175)(0.387)\,\ln(FFBProduction_{t-14})$$

เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (CPO Production) เมื่อปริมาณผลผลิตทะลายปาล์ม (FFB Production) เปลี่ยนแปลงไป +1%จะทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของไทยเปลี่ยนแปลงไป 1% ในทิศทางตรงเดียวกัน ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มในประเทศ (CPO_demand) ในแต่ละเดือนขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร (Population) ราคาไบโอดีเซล (B100_Price) และปริมาณการส่งออกน้ำมันปาล์มโดยรวม ($Tot_CPO_Export_t$)โดย ในเดือนที่มีประชากร และปริมาณการส่งออกน้ำมันปาล์มโดยรวมมาก จะมีความต้องการใช้น้ำมันปาล์มมากด้วย ในขณะที่หากราคาไบโอดีเซลสูงขึ้น ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มจะลดลงโดยมีความสัมพันธ์ดังสมการข้างล่าง

$$CPO_Demand_t = -2{,}424{,}425.305 + 0.04\,Population_t - 870.998\,B100_Price_t + 0.220\,Tot_CPO_Export_t$$

เมื่อพิจารณาความต้องการใช้น้ำมันปาล์มในประเทศ (CPO_demand) เมื่อจำนวนประชากร (Population)เปลี่ยนแปลงไป +1% และเมื่อราคาไบโอดีเซล (B100_Price)เปลี่ยนแปลงไป +1% และเมื่อปริมาณการส่งออกน้ำมันปาล์มโดยรวม ($Tot_CPO_Export_t$)เปลี่ยนแปลงไป +1% พบว่าเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มเปลี่ยนแปลงไป 17.11% ในทิศทางตรงเดียวกัน เมื่อราคาไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มเปลี่ยนแปลงไป 0.23% ในทิศทางตรงกันข้าม และเมื่อปริมาณการส่งออกน้ำมันปาล์มโดยรวมเพิ่มขึ้น 1% จะทำให้ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มเปลี่ยนแปลงไป 0.05% ในทิศทางตรงเดียวกัน

# แนวทางการส่งเสริมภาคเกษตรกรรมปาล์มน้ำมัน ต่อการลดก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานของประเทศไทย

**รองศาสตราจารย์ดร.วิสาขา ภู่จินดา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์**

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 3 ของโลกปาล์มน้ำมันจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มี ความสำคัญ เนื่องจากความต้องการในการใช้น้ำมันปาล์มดิบ เพื่อผลิตอาหารและพลังงานทดแทนที่เพิ่มสูงขึ้นการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันนั้นมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปัจจุบันประเทศไทยกำลังจะมีการดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Verified Emission Reduction: T-VER) ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวครอบคลุมด้านการเกษตรเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้มีความรู้ความเข้าใจเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกและส่งเสริมต่อความรับผิดชอบทางด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

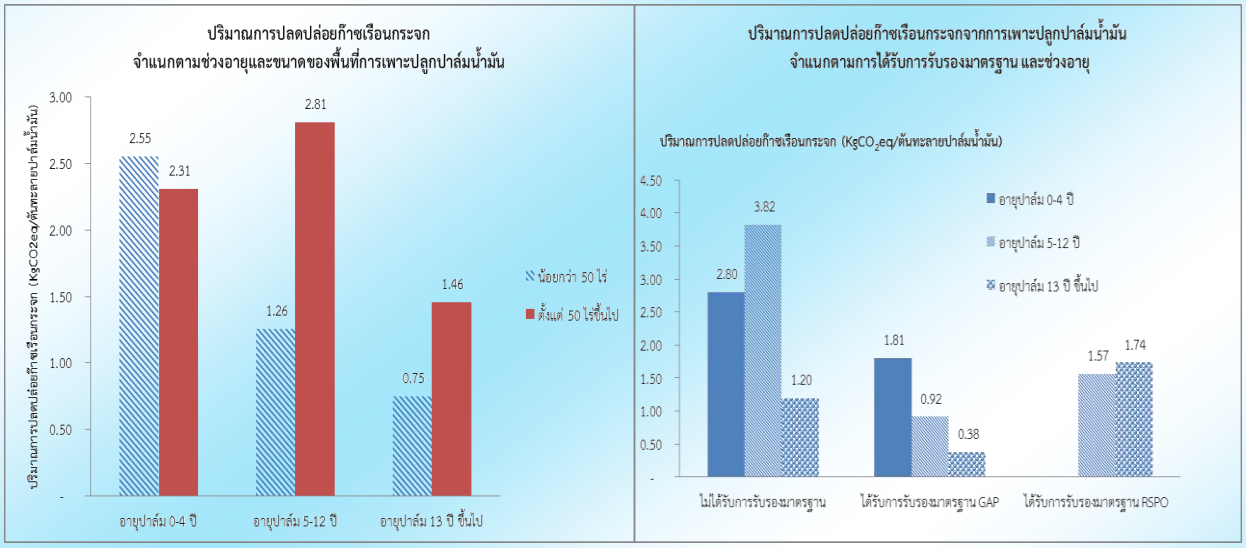
**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย**

นำผลวิจัยมาจัดทำคู่มือการส่งเสริมเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามมาตรฐานของประเทศไทย ซึ่งเป็นแนวทางการปฏิบัติในการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

**ขั้นตอนและเทคโนโลยีการผลิต**

ทำการสำรวจข้อมูลเกษตรกร และนำมาคำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro เพื่อช่วยในการวิเคราะห์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั้งวัฏจักรชีวิต ในส่วนของแนวทางการส่งเสริมปาล์มน้ำมันต่อการลดก๊าซเรือนกระจก ตามมาตรฐานของประเทศไทยนั้น ได้นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสำรวจข้อมูลของเกษตรกรเพื่อจัดทำเป็นแนวทางดังกล่าว

**ผลการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก**




**แนวทางแนวทางการส่งเสริมภาคเกษตรกรรมปาล์มน้ำมันต่อการลดก๊าซเรือนกระจก ตามมาตรฐานของประเทศไทย**

1) สนับสนุนให้มีการจัดตั้ง “สวนปาล์มน้ำมันตัวอย่าง”เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับเกษตรกร

2) สนับสนุนให้เกษตรกรเข้าร่วมการรับรองมาตรฐานการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน เช่น GAPและ RSPO

3) ส่งเสริมการพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง

# ความมั่นคงทางอาหารและพลังงานด้วยการพัฒนาปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.จอมภพ แววศักดิ์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม**

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มโดยพิจารณาให้ได้กำลังการผลิตตามเป้าหมายของแผนการพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2555-2564 และไม่มีผลกระทบกับอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มบริโภคโดยมีวัตถุประสงค์

(1) เพื่อพยากรณ์อุปสงค์ของน้ำมันปาล์มในอนาคตของประเทศไทยโดยอาศัยแบบจำลองทางสถิติ
(2) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพการผลิตและอุปทานของปาล์มน้ำมันของประเทศไทย
(3) เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการผลิตน้ำมันปาล์มที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางพลังงานน้อยที่สุด
(4) เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการผลิตไบโอดีเซลที่ส่งผลต่อความมั่นคงทางอาหารน้อยที่สุด

**ผลการวิจัย**ความต้องการน้ำมันปาล์มบรรจุขวดของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย คือ อนุกรมเวลาปริมาณน้ำมันปาล์มบรรจุขวดรายเดือน เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องกับค่าพยากรณ์ โดยอาศัยแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ว่าด้วยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ต่อน้ำมันปาล์มบรรจุขวด (Q) เป็นตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรอิสระประกอบด้วย ปัจจัยด้านราคา ได้แก่ ราคาน้ำมันปาล์มบรรจุขวด (PPO) และราคาน้ำมันถั่วเหลืองบรรจุขวด (PSOY) ปัจจัยรายได้เฉลี่ยต่อหัวประชากร (GDPperCapita:PERCAP) ผลการพยากรณ์พบว่าภายในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีความต้องการบริโภคน้ำมันปาล์มขวด 1.02ล้านตันต่อปี และน้ำมันปาล์มดิบสำหรับผลิตไบโอดีเซล 1.67 ล้านตันต่อปี

ประเทศไทยจะต้องมีพื้นที่ในการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศและการผลิตไบโอดีเซลสำหรับการตอบสนองยุทธศาสตร์พลังงานทางเลือกของประเทศไทยหรือตามแผนการพัฒนาพลังงานทางเลือก รวมทั้งอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยไม่กระทบต่อพืชอาหาร ภายในปี พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 6.97 ล้านไร่ และจากการวิเคราะห์พื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ของประเทศไทยโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม Arc GIS 10.2 และการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสมมากในการปลูกปาล์มน้ำมัน 6.04 ล้านไร่ และเหมาะสมปานกลาง 3.11 ล้านไร่ รวมเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมทั้งสิ้น 9.15 ล้านไร่ รายละเอียดดังตาราง

**ตารางที่ 1 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกปาล์มน้ำมันรายภาค (หน่วย: ตารางกิโลเมตร)**

| ภาค | เหมาะสมมาก | เหมาะสมปานกลาง |
|---|---|---|
| กลาง | 6,362.51 | 3,124.29 |
| เหนือ | 409.82 | 222.38 |
| ใต้ | 51.47 | 38.14 |
| ตะวันออก | 212.33 | 124.03 |
| ตะวันตก | 203.78 | 109.9 |
| ตะวันออกเฉียงเหนือ | 2,424.9 | 1,356.55 |
| รวม | 9,664.81 | 4,975.29 |
| รวม (ไร่) | 6,040,506 | 3,109,556 |

ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการในประเด็นต่างๆ ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม รัฐบาลควรมีแนวทางการแก้ไขกรณีที่สภาพอากาศแปรปรวนอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถดำเนินการตามเป้าหมายและแผนการพัฒนาพลังงานทางเลือกของประเทศไทยได้

จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการกำหนดนโยบายเพื่อสนับสนุนให้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศมากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองนโยบายพลังงานทางเลือก จึงทำให้ภูมิภาคอื่นๆ ในประเทศหันมาปลูกปาล์มน้ำมัน แต่จะต้องมีการศึกษาการให้ความรู้ พร้อมกับให้คำแนะนำ ทั้งในเรื่องของพื้นที่การเพาะปลูกที่เหมาะสม พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง การบริหารจัดการพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและรัฐบาลจะต้องสร้างความเชื่อมั่นว่าการปลูกปาล์มน้ำมันจะได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ดังนั้นจึงควรมีมาตรการการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Landuse) สำหรับการจำกัดเขตพื้นที่เพาะปลูกหรือ Zoning อย่างเคร่งครัด เพื่อให้สามารถดำเนินการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันให้เป็นไปตามแผนการพัฒนาพลังงานทางเลือกและความต้องการน้ำมันปาล์ม เพื่อความมั่นคงทางด้านอาหารและพลังงาน

นอกจากนี้ เพื่อที่จะศึกษาแนวทางการผลิตน้ำมันปาล์มที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางพลังงานน้อยที่สุดจึงควรที่จะมีการปรับปรุงแผนการพัฒนาพลังงานทางเลือกให้สอดรับกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน เพื่อให้ข้อมูลมีความทันสมัยความเหมาะสมกับสถานการณ์โลกในปัจจุบัน ซึ่งในการปรับแผนการพัฒนาพลังงานทางเลือกของประเทศไทยดังกล่าวจำเป็นต้องนำหลักการอุปสงค์และอุปทานและศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศเข้าไปพิจารณาด้วย อย่างไรก็ตาม หากกระทรวงพลังงานยังมุ่งมั่นในการพัฒนาพลังงานทางเลือกตามแผนการพัฒนาดังกล่าวจำเป็นต้องมีการผลักดันและส่งเสริมโดยร่วมมือกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในการผลักดันปาล์มน้ำมันให้เป็นวาระแห่งชาติและการผลักดันพระราชบัญญัติปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มให้สามารถดำเนินการได้จริง

อย่างไรก็ตามหากมีการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาพลังงานทางเลือกตามแผนเดิมให้ประสบผลสัมฤทธิ์ รัฐบาลควรมีแนวทางในการบริหารจัดการปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ (CPO) สำรอง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร โดยการกำหนดปริมาณการผลิตไบโอดีเซลให้ผันแปรตามปริมาณวัตถุดิบ กล่าวคือการใช้ไบโอดีเซลเป็นตัวขับเคลื่อนอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในช่วงที่มีปริมาณวัตถุดิบล้นตลาดและลดปริมาณการผลิตไบโอดีเซลในช่วงขาดแคลนวัตถุดิบ สำหรับการแก้ปัญหาการนำเข้าน้ำมันปาล์มในช่วงปีที่ขาดแคล น สามารถแก้ไขได้โดยการสำรองน้ำมันปาล์มในปีที่มีการผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่าความต้องการ ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิจัยเชิงนโยบายต่อไปสำหรับปริมาณสำรองน้ำมันปาล์มที่เหมาะสม

ผู้ร่วมวิจัย รศ. กำพล ประทีปชัยกูร ผศ.ดร.ชูลีรัตน์ คงเรือง ผศ.ดร.วรางคณา กีรติวิบูลย์ ดร.ถาวร จันทโชติ
ผศ.ดร.ธีรยุทธ หลีวิจิตร ผศ.ดร.สรพงศ์ เบญจศรีผศ.ดร.ธเนศ ไชยชนะ ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา
นายฉลอง แก้วประเสริฐ นางสาวปราณี หนูทองแก้ว

# การวิเคราะห์เส้นทางการไหลของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มในด้านพลังงานและด้านอาหาร

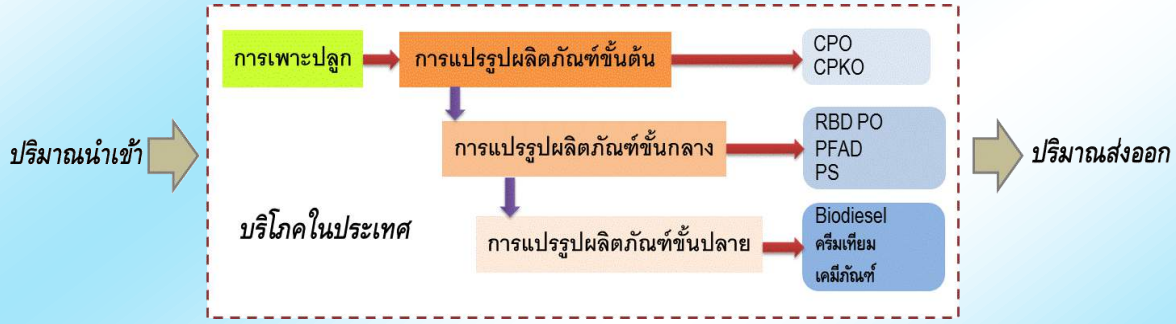
ภายใต้แผนงานวิจัย“การศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืน”

**นายเสกสรร พาป้อง และคณะสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สามารถแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ ไขมันปาล์ม ไบโอดีเซล อาหารสัตว์ สบู่ เป็นต้น รัฐบาลเห็นความสำคัญของปาล์มน้ำมันจึงมีนโยบายขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันจาก 4.5 ล้านไร่โดยมีพื้นที่ให้ผล 3.9 ล้านไร่ (พ.ศ. 2555) เป็นพื้นที่เพาะปลูก 5.5 ล้านไร่ พื้นที่ให้ผล 5.3 ล้านไร่ ภายในปี พ.ศ. 2564 โดยมีกำลังการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ไม่น้อยกว่า 3.05 ล้านตัน/ปี และส่งเสริมให้เพิ่มผลผลิตทะลายปาล์มสดไม่น้อยกว่า 3.2 ตัน/ไร่/ปี มีอัตราส่วนการให้น้ำมัน (Oil Content) ไม่น้อยกว่า 18% เพื่อรองรับความต้องการใช้ปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากน้ำมันปาล์มที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาเส้นทางการไหลของปาล์มน้ำมันเพื่อประเมินการสูญเสียน้ำมันปาล์มรวมถึงการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้และของเสียเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและนำกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้สูงสุดตลอดจนทำการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของการใช้ประโยชน์ปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากน้ำมันปาล์ม

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย**งานวิจัยนี้ใช้หลักการวิเคราะห์การไหลของวัสดุ (Material Flow Analysis–MFA) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ หลักการวิเคราะห์มาจากแนวคิดการทำสมดุลมวลสาร (Mass Balance) ซึ่งเรียกการวิเคราะห์นี้ว่าการทำบัญชีการไหลของวัสดุ (Physical Flow) เพื่อมาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต โดยใช้มาตรฐาน ISO 14040 พิจารณาผลกระทบด้านการเกิดภาวะฝนกรด (Acidification) การเกิดภาวะพืชน้ำเจริญผิดปกติ (Eutrophication) การเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) การลดลงของชั้นโอโซน (Ozone Layer Depletion) และการเกิดความเปนพิษตอมนุษย์ (Human Toxicity)

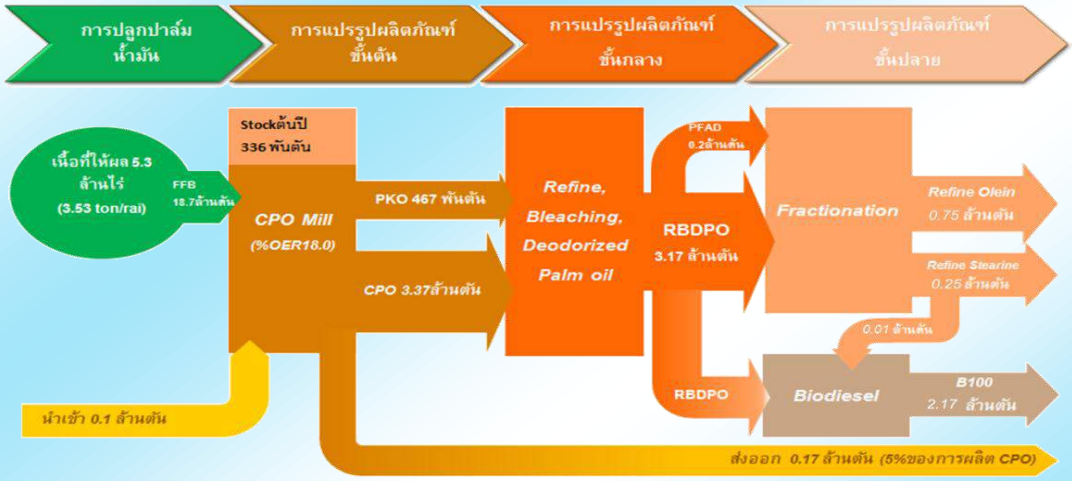
ผลงานวิจัยที่ได้นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมประเภท Freeware เพื่อวิเคราะห์การไหลของวัสดุอย่างง่าย(MFA Pro) และประเมินค่าคาร์บอนฟุตพรินต์เบื้องต้น สำหรับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากน้ำมันปาล์ม




**แผนผังการศึกษากระบวนการไหลของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์**

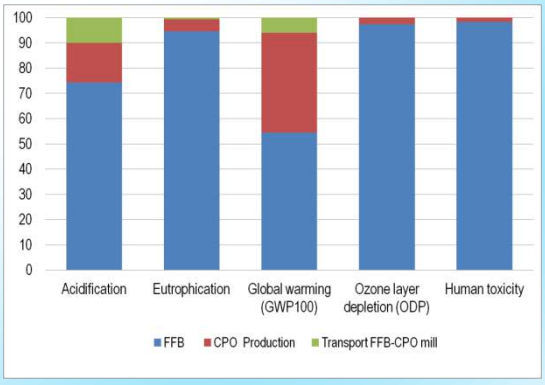
**ผลการวิจัย**จากผลวิเคราะห์การไหลของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง พบว่าหากในปี 2564 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 5.5 ล้านไร่ โดยเป็นพื้นที่ให้ผล 5.3 ล้านไร่ และโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบสามารถสกัดน้ำมันได้ที่ 18%OER การแปรรูปผลิตภัณฑ์ขั้นต้นจะได้น้ำมันปาล์มดิบ(CPO) ปริมาณ 3.37 ล้านตัน แต่ด้วยแผนพัฒนาพลังงานทดแทน (AEDP: 2012-2021)ในปี 2564 มีความต้องการใช้ไบโอดีเซล 7.2 ล้านลิตรต่อวัน หรือคิดเป็น

CPO 2.26 ล้านตันต่อปี และจากการคาดการณ์ด้วยข้อมูลสถิติความต้องการ CPO เพื่อการบริโภคในครัวเรือนในปี 2564 คิดเป็น1.45 ล้านตันต่อปี รวมเป็นปริมาณความต้องการน้ำมันปาล์มดิบเพื่อการบริโภคและภาคพลังงานทั้งสิ้น 3.71 ล้านลิตรต่อปีจากตัวเลขดังกล่าวจะพบว่านโยบายขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งตั้งเป้าหมายในปี พ.ศ.2564 ให้มีพื้นที่ปลูกปาล์มให้ผล 5.3 ล้านไร่นั้น ไม่สามารถผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้เพียงพอต่อความต้องการใช้ปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องภายในประเทศ




**แผนภาพเส้นทางการไหลของน้ำมันปาล์มดิบและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องตามนโยบายขยายพื้นที่เพาะปลูก กรณีที่มีพื้นที่ปาล์มให้ผล 5.3ล้านไร่ (ในปีพ.ศ.2564) และ%OERเท่ากับ 18**

ส่วนผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องจากน้ำมันปาล์มพบว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นมาจากขั้นตอนการเพาะปลูกเป็นหลัก โดยเป็นผลสืบเนื่องมาจากการผลิตและการใช้ปุ๋ยเคมีนั้นจะส่งผลกระทบสืบเนื่องตลอดห่วงโซ่อุปทานของปาล์มน้ำมันด้วย ดังนั้น หากมีการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ จะช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องได้ตลอดวัฏจักรชีวิต




**ผลการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของน้ำมันปาล์มดิบ ปริมาณ 1 ตัน โดยใช้หลักการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต**

**โปรแกรมวิเคราะห์ผังการไหลของวัสดุอย่างง่าย (MFA Pro) สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์ม**

# การวิเคราะห์แนวทางการจัดการทรัพยากรและของเสียอย่างมีประสิทธิภาพจากปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มในด้านพลังงานและด้านอาหาร

ภายใต้แผนงานวิจัย“การศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องที่ใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืน”

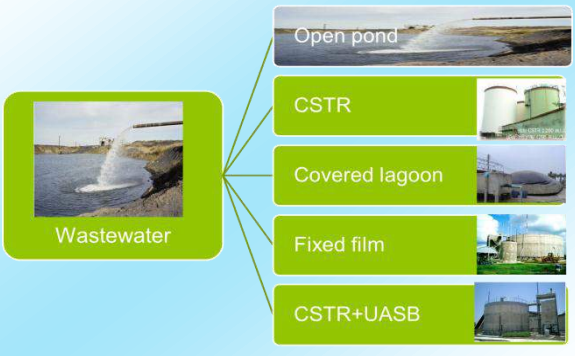
**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยาและคณะ**
**ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ**

ปาล์มน้ำมันเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สามารถนำใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบทั้งการบริโภคและอุปโภค อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากน้ำมันปาล์มก่อให้เกิดของเสียที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น น้ำเสีย กากตะกอนน้ำมัน ทะลายปาล์มเปล่า กะลาปาล์ม และเส้นใยจากเปลือกผลปาล์ม เป็นต้น โดยของเสียดังกล่าวมีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ต่อเนื่องได้ ทั้งในเชิงพลังงาน และวัสดุทดแทนทางชีวภาพต่างๆ ดังนั้น การประเมินเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ จึงเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดทำแนวทางการนำของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

**การใช้ประโยชน์**งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมันและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง ทั้งทางด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องเห็นความสำคัญและมีการนำของเสียมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า สามารถจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม

**ขั้นตอนการดำเนินงาน**งานวิจัยนี้ศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตามขั้นตอนในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ด้านต่างๆ ได้แก่ การเกิดสภาวะโลกร้อน (GWP) การเกิดภาวะฝนกรด (AP) การเกิดภาวะพืชน้ำเจริญผิดปกติ (EP) และการเกิดความเป็นพิษตอมนุษย์ (HTP)

กำหนดหน่วยการวิเคราะห์ คือ น้ำเสียจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ลบ.ม.



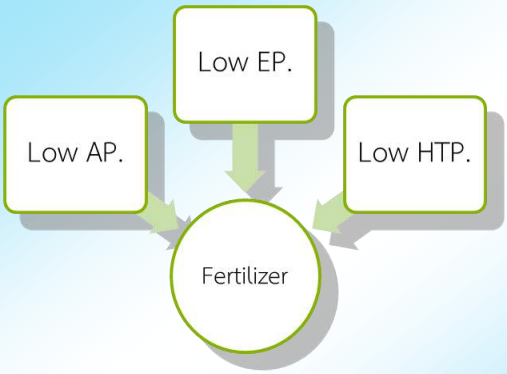

**รูปที่ 1 ขอบเขตการประเมินผลกระทบของน้ำเสีย**

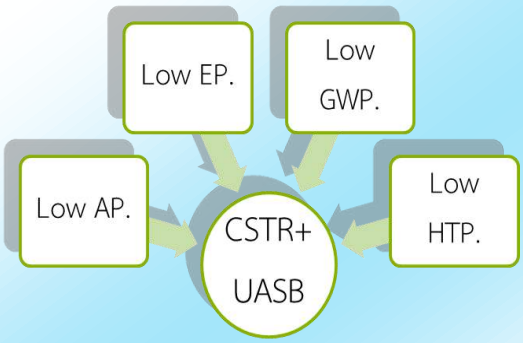
**รูปที่ 2 ขอบเขตการประเมินผลกระทบของของเสียที่เป็นของแข็ง**

ส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตที่เป็นของแข็ง ได้แก่ ทะลายปาล์มเปล่า กะลาปาล์ม และเส้นใยจากเปลือกผลปาล์ม กำหนดหน่วยการวิเคราะห์ 1 ตัน

**ผลการวิจัย** ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการจัดการระบบน้ำเสียต่างๆ พบว่า การบำบัดน้ำเสียโดยระบบถังกวนสมบูรณ์ผสมด้วยแบบยูเอเอสบี (CSTR+UASB) ส่งผลกระทบด้านการก่อให้เกิดภาวะฝนกรด การก่อให้เกิดภาวะพืชน้ำเจริญผิดปกติ สภาวะความเป็นพิษตอสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบถังกวนสมบูรณ์ (CSTR) ระบบตรึงฟิล์ม (Fixed film) และระบบ Cover lagoon ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยน้ำเสียลงสู่บ่อเปิด ซึ่งเป็นระบบบำบัดแบบดั้งเดิมของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มพบว่า ผลกระทบของการจัดการน้ำเสียโดยระบบบ่อเปิด ส่งผลกระทบสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในทุกด้าน

ส่วนผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของกลุ่มของเสียที่เป็นของแข็งพบว่า การผลิตปุ๋ยชีวภาพ เพื่อทดแทนการซื้อปุ๋ยจากภายนอก ส่งผลกระทบด้านการก่อให้เกิดภาวะฝนกรด การก่อให้เกิดภาวะพืชน้ำเจริญผิดปกติ และด้านสภาวะความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ต่ำกว่าการนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อผลิตไฟฟ้าและการกองทิ้ง




ส่วนผลกระทบด้านการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่า การนำของเสียเหล่านี้ไปผลิตไฟฟ้าส่งผลกระทบต่ำกว่าการจัดการของเสียด้วยวิธีอื่นๆ

**ความคุ้มทุน** เมื่อพิจารณาผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของการจัดการของเสียเกี่ยวกับอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)พบว่า การจัดการน้ำเสียด้วยเทคโนโลยีแบบ Cover Lagoon ให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงสุด 26.39% รองลงมา คือ แบบถังกวนสมบูรณ์ 24.76% แบบถังกวนสมบูรณ์ผสมแบบยูเอเอสบี 16.02% และแบบตรึงฟิล์ม 12.32% โดยมีระยะเวลาคืนทุน 3.5-6.5 ปี

ในขณะที่อัตราผลตอบแทนภายในของกลุ่มของเสียที่เป็นของแข็ง พบว่า การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงสุด 29.56%ระยะเวลาคืนทุน 3.3 ปี ส่วนการผลิตพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนอยู่ที่ 23.01% ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

# ยุทธศาสตร์ที่ 2

## งานวิจัยและพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน

# การทดสอบและสาธิตเทคโนโลยีการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

**นายสุรกิตติ ศรีกุล และคณะ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร**

จากแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์ม (Road map) ปี 2558-2569 มีเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น 3.0 ล้านไร่ รวมพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 7.50 ล้านไร่ และมีอัตราการสกัดน้ำมัน จาก 18% เป็น 20% เพื่อผลิตน้ำมันปาล์มรองรับกับการบริโภคที่เพิ่มขึ้น และใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ในปี 2557 มีผลผลิตทะลายสดเฉลี่ย 3.21 ตันต่อไร่ต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) แต่หากมีการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก หากมีการจัดการปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพ เช่น การใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ดินและใบ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก โดยเฉพาะต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีที่เป็นต้นทุนสูงถึง 50% ของต้นทุนรวม ซึ่งจากผลงานวิจัยในช่วงปี 2549-2555 ที่ผ่านมา พบว่า การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมโดยใช้ผลจากการวิเคราะห์ดิน/ใบสามารถเพิ่มผลผลิตทะลายเฉลี่ยได้ 4.0 ตันต่อไร่ต่อปี และลดต้นทุนการผลิตได้ 10% รวมทั้งการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสามารถเพิ่มอัตราการสกัดน้ำมันได้

อย่างไรก็ตาม ในการนำเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันไปสู่เกษตรกร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบ และสาธิตในแปลงเกษตรกรเพื่อการยอมรับ และนำไปปฏิบัติอย่างกว้างขวางและทั่วถึง รวมทั้งการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกร ยังเป็นปัญหาในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร จึงต้องมีการทดสอบและการปรับใช้เทคโนโลยีต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและทดสอบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหาร และด้านการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และเพื่อสร้างองค์ความรู้สำหรับการแนะนำการจัดการสวนที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน

**การใช้ประโยชน์**

ได้องค์ความรู้สำหรับการแนะนำการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิต และได้แปลงเรียนรู้ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ของเกษตรกร เพื่อใช้ในการสาธิตให้แก่เกษตรกร และผู้สนใจ เข้าศึกษาเรียนรู้ เกษตรกรผู้

ปลูกปาล์มน้ำมันสามารถนำความรู้ไปเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตในสวนปาล์มน้ำมันของตนเอง และเป็นต้นแบบในการขยายผลสู่เกษตรกรข้างเคียงและชุมชนท้องถิ่น

**เทคโนโลยีการผลิต** เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ดิน ใบปาล์มน้ำมัน และผลผลิต และเทคโนโลยีการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่เหมาะสม คือ การควบคุมจำนวนทางใบ และการจัดการอื่นๆ โดยติดตามการตอบสนองการให้ผลผลิตปาล์มน้ำมัน และการเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยและการจัดการสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันแหล่งสำคัญในเขตภาคใต้ตอนบน เพื่อเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน เทคโนโลยีการผลิตดังกล่าว ดำเนินการในแปลงปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว อายุ 6-8 ปี จำนวน 16 แปลง ในแปลงเกษตรกร จังหวัดชุมพร ระนอง พังงา สุราษฎร์ธานี กระบี่ สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช เพื่อเปรียบเทียบการจัดการธาตุอาหาร และการจัดการสวนปาล์มน้ำมันตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันก่อนเริ่มดำเนินการ พบว่า ธาตุอาหารที่จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในสวนปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ทั้ง 16 แปลง คือ ธาตุไนโตรเจน (เฉลี่ย 2.11%) และ โพแตสเซียม (เฉลี่ย 0.72%) ซึ่งต่ำกว่าวิกฤต แสดงการขาดอย่างชัดเจน

จากผลการทดลองในปีแรก พบว่า ผลผลิตที่ได้แต่ละแปลง อยู่ระหว่าง 2,787 – 3,453 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยมีค่าเฉลี่ยทุกแปลง 3,120 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี อย่างไรก็ตาม การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในปีแรกที่ทำการศึกษายังคงเป็นผลจากการได้รับปัจจัยต่างๆ ในปีที่ผ่านมาก่อนการดำเนินการทดสอบ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลต่อเนื่องเพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการสวน และธาตุอาหารในระดับคำแนะนำทางวิชาการ และระดับที่เกษตรกรปฏิบัติ

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นจากเดิม 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เป็น 3,500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ซึ่งเพิ่มขึ้น 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี รวมทั้งเพิ่มอัตราการสกัดน้ำมัน จากเดิม 17% เป็น 18.5% ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นรวม 4,500 บาทต่อไร่ต่อปี ถ้าคิดเป็นรายได้ของการผลิตปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ 4.50 ล้านไร่ จะทำให้ประเทศมีรายได้เพิ่มขึ้น ประมาณ 20,000 ล้านบาท

ผู้ร่วมวิจัย: คุณสมคิด ดำน้อย คุณอุดมพร เสือมาก คุณไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง คุณฐปนีย์ ทองบุญ
คุณจินตนาพร โคตรสมบัติ คุณสโรชา ถึงสุข คุณจิตลักษณ์ เหมะ คุณนายบรรเจิด พูลศิลป์
คุณนายสมชาย ทองเนื้อห้า คุณอรพิน หนูทอง และคุณสุธีรา ถาวรรัตน์

# การทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมหนูศัตรูปาล์มน้ำมัน ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

**นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร**

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันใหม่ของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากตลาดมีความต้องการสูง รัฐบาลให้การสนับสนุนการปลูก ราคาค่อนข้างดี สามารถเก็บเกี่ยวได้ต่อเนื่องและยาวนาน พื้นที่ปลูกใหม่หรือปลูกทดแทนแปลงเดิม ส่วนใหญ่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำรังของหนูศัตรูปาล์มน้ำมัน เช่น พื้นที่นาร้าง ป่าพรุ และกองต้นปาล์มสับในพื้นที่ เป็นต้น ฉะนั้น เมื่อมีการเข้าทำรังของหนูในแปลงปลูก จะทำให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันปลูกใหม่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับความเสียหายจากการทำลายของหนูศัตรูปาล์มน้ำมัน เพราะต้นกล้าปาล์มน้ำมันถือว่าเป็นอาหารจานโปรด และกองต้นปาล์มน้ำมันจะเป็นที่หลบซ่อน และเป็นที่อยู่อาศัยของหนูได้เป็นอย่างดี

ดังนั้น จึงต้องศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นเครื่องมือ เป็นอาวุธ หรือทางเลือกให้กับเกษตรกร นำไปใช้ป้องกันกำจัดหนูศัตรูปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกของตนเอง และเพื่อเป็นเทคโนโลยีสำหรับการถ่ายทอดขยายผลให้กับเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจต่อไป

**การใช้ประโยชน์**

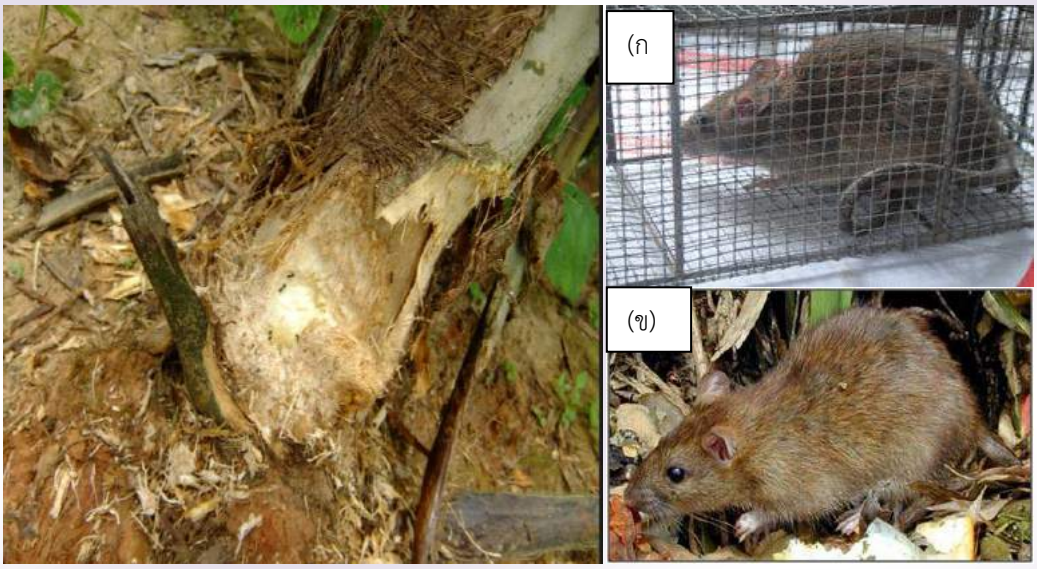
ชุดเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดหนูศัตรูปาล์มน้ำมัน ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันสำคัญของประเทศ จะช่วยให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของหนูน้อยลง เกษตรกรมีความเสี่ยงที่จะต้องเพิ่มต้นทุนสำหรับการปลูกซ่อมปาล์มน้ำมันลดลง และมีความปลอดภัยในการใช้เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น รวมถึงสภาพแวดล้อมไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมี และระบบนิเวศน์มีความยั่งยืนตลอดไป

**ขั้นตอนการผลิต**

โดยการคัดเลือกเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดหนูศัตรูปาล์มน้ำมันที่ปลอดภัย ไม่มีสารเคมี และจัดกลุ่มเป็นชุดการป้องกันกำจัดสำหรับการทดสอบ แล้วนำชุดเทคโนโลยีต่างๆ มาทดลองใช้ในแปลงปลูกปาล์มน้ำมันปลูกใหม่เปรียบเทียบผล และประสิทธิภาพของเทคโนโลยี

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ**

ชุดเทคโนโลยีการป้องกัน กำจัดหนูศัตรูปาล์มน้ำมัน ที่มีประสิทธิภาพจะทำให้เกษตรกรมีความเสี่ยงในการสูญเสียต้นกล้าพันธุ์ดีหลังปลูกลดลง เหลือเพียง 0-5% หรือลดต้นทุนการซื้อต้นกล้าปาล์มน้ำมันเพื่อการปลูกซ่อมได้ 1,210-3,300 บาท/ไร่ และระบบอุตสาหกรรมมีวัตถุดิบสำหรับการผลิตเพียงพอและต่อเนื่อง




ผู้ร่วมวิจัย: คุณอาพร คงอิส คุณสมคิด ดำน้อย คุณอุดมพร เสือมาก คุณไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง คุณฐปนีย์ ทองบุญ
คุณวิริยา ประจิมพันธุ์ คุณพัชราพร หนูวิสัย คุณจินตนาพร โคตรสมบัติ และคุณสุรกิตติ ศรีกุล

# การพัฒนาเทคโนโลยีการให้น้ำและการจัดการธาตุอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**ดร.นฤทัย วรสถิตย์ และคณะ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร**

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในปี 2556 จำนวน 118,123 ไร่ มีพื้นที่ให้ผลผลิตแล้วในปี 2557 จำนวน 77,849 ไร่ และเพิ่มเป็น 107,796 ไร่ ในปี 2558 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) และยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากเป็นพืชใหม่สำหรับเกษตรกรในเขตนี้ เกษตรกรยังดูแลจัดการสวนอย่างไม่ถูกต้อง ทั้งในระยะปาล์มน้ำมันก่อนให้ผลผลิต และในระยะที่ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ย ซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ

**การใช้ประโยชน์** ผลการวิจัยจะทำให้ได้เทคโนโลยีการจัดการน้ำ และธาตุอาหารที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันสามารถเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต และมีรายได้เพิ่มมากขึ้น คุ้มค่าต่อการลงทุน และเพิ่มทางเลือกในการปลูกพืชเศรษฐกิจสำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพ สร้างอาชีพให้แก่เกษตรกร และอาชีพต่อเนื่องที่เกี่ยวข้อง และพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการน้ำ และธาตุอาหารในสวนปาล์มน้ำมันที่มีอยู่แล้วให้มีความเฉพาะเจาะจง และเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันใหม่มากขึ้น ทั้งยังสร้างการเรียนรู้เทคโนโลยีที่ถูกต้องให้เกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ดินและใบ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิต และให้ได้ผลผลิตดีอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

**ขั้นตอนการผลิต** ใช้วิธี Technology Verification Experiment (TVE) เพื่อเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่นำไปทดสอบกับเทคโนโลยีเดิมของเกษตรกร โดยทดสอบเทคโนโลยีที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันอย่างชัดเจน 2 เทคโนโลยี คือ การจัดการธาตุอาหารปาล์มน้ำมัน และการจัดการน้ำ วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in RCB จำนวน 2 ซ้ำ 2 ปัจจัยทดสอบๆ ละ 2 ระดับ แปลงย่อยละ 2 ไร่

ปัจจัยที่ 1: เทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหาร โดยการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และใบ

ปัจจัยที่ 2: เทคโนโลยีการจัดการน้ำ โดยการให้น้ำตามค่าการวิเคราะห์ ความต้องการน้ำของปาล์มน้ำมัน แต่ละปัจจัยทดสอบมี 2 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 เทคโนโลยีของเกษตรกร (Farmer)

ระดับที่ 2 เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร (DOA) ทั้งหมดมี 4 Treatment combination

- โดยการมีแปลงทดสอบ Set X ซึ่งเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ย และให้น้ำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรรมวิธีที่ 1) กับการใส่ปุ๋ย และให้น้ำตามวิธีเกษตรกร (กรรมวิธีที่ 2) จำนวน 12 แปลง แปลงละ 8 ไร่ รวม 96 ไร่ และSet Y เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ย และให้น้ำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรรมวิธีที่ 1) การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และให้น้ำตามวิธีเกษตรกร (กรรมวิธีที่ 2) การใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร และให้น้ำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (กรรมวิธีที่ 3) และการใส่ปุ๋ยและให้น้ำตามวิธีเกษตรกร (กรรมวิธีที่ 4) จำนวน 4 แปลง แปลงละ 16 ไร่ รวม 64 ไร่ รวมพื้นที่ทดสอบทั้งโครงการจำนวน 16 แปลง พื้นที่ 160 ไร่ ในพื้นที่ 10 จังหวัด
- โดยการคัดเลือกแปลงปาล์มน้ำมัน ที่มีอายุ 5-8 ปี และมีแหล่งน้ำ หรือสามารถจัดหาแหล่งน้ำเสริมได้ ชี้แจงวัตถุประสงค์ และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานทดสอบกับเกษตรกรผู้ร่วมโครงการ วางผังแปลงทดสอบ และทำเครื่องหมายต้นทดสอบ ติดตั้งระบบให้น้ำ เก็บตัวอย่างดินและใบส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร เพื่อการใส่ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ใบ สำหรับการให้น้ำ ใช้วิธีให้น้ำตามค่าวิเคราะห์

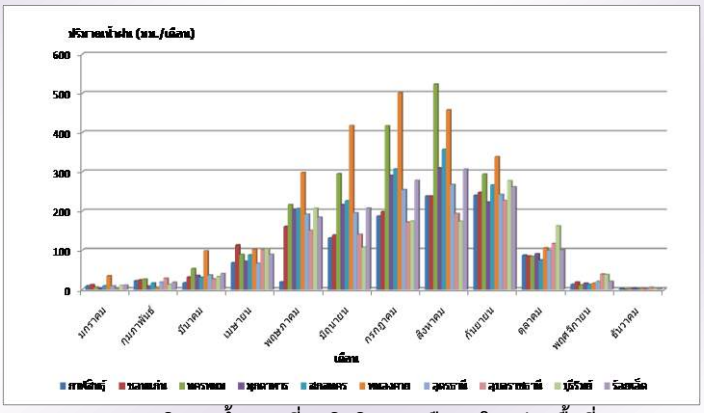
การขาดน้ำ (Water deficit) จากสถิติปริมาณน้ำฝนรายเดือนย้อนหลัง 10 ปี ของแต่ละพื้นที่ โดยใช้สูตร Rf (ค่าการขาดน้ำ) = P + Ri – Etp (Surre, 1968)

เมื่อ P = ปริมาณน้ำฝนรายเดือน

Ri = ความชื้นสะสมในดินที่เหลืออยู่จากเดือนที่ผ่านมา

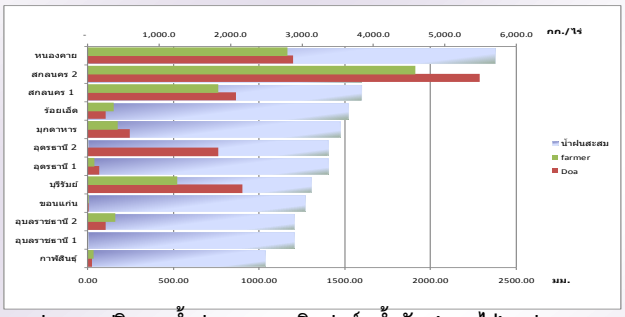
Etp = ค่าการคายระเหย

- โดยการบันทึกข้อมูลพื้นฐานแปลงปลูก เช่น พันธุ์ปาล์มน้ำมัน อายุต้นปาล์มน้ำมัน การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เช่นปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตก ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินและใบ ข้อมูลการเจริญเติบโต โดยนับจำนวนทางใบที่สร้างขึ้นใหม่ จำนวนทางใบทั้งหมด และวัดการเจริญเติบโตของทางใบที่ 17 ได้แก่ จำนวนใบย่อย ความกว้าง และความยาวของกึ่งกลางใบย่อยเพื่อคำนวณพื้นที่ใบ ประเมินการออกดอก อัตราส่วนช่อดอกเพศเมีย ผลผลิตปาล์มน้ำมัน และประเมินการระบาดของโรคและศัตรูในแปลง

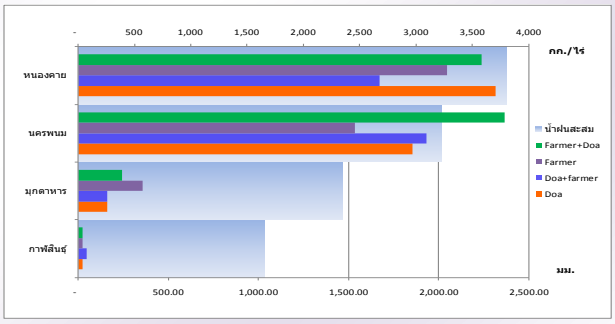


ภาพ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร/เดือน) ในแต่ละพื้นที่

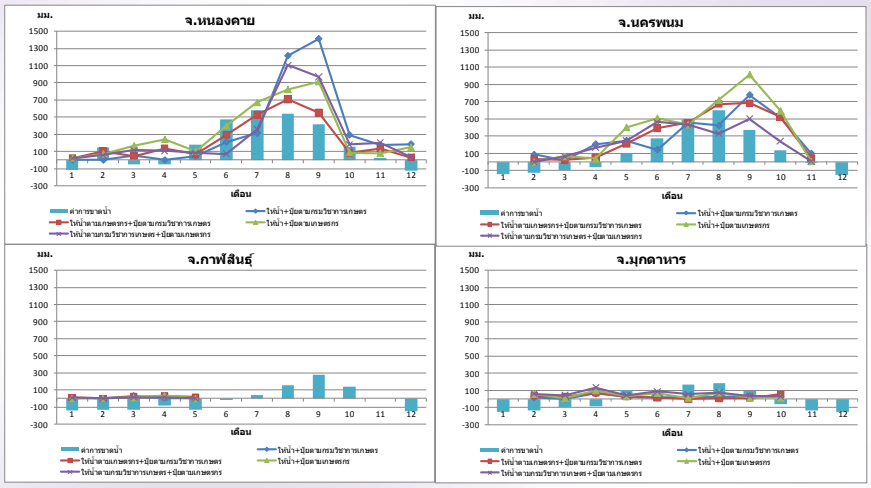
จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน มีการใส่ปุ๋ยในอัตราต่ำ ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช และไม่มีการให้น้ำเสริมในฤดูแล้ง ผลผลิตที่ได้มีความแปรปรวนสูง การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันในปีแรกที่ทำการศึกษายังคงเป็นผลจากการได้รับปัจจัย ทั้งปุ๋ยและน้ำในปีที่ผ่านมาก่อนการทดสอบ



กราฟ แสดงปริมาณน้ำฝนและผลผลิตปาล์มน้ำมัน (กก./ไร่) แปลง Set X



กราฟ แสดงปริมาณน้ำฝนและผลผลิตปาล์มน้ำมัน (กก./ไร่) แปลง Set Y



กราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการขาดน้ำกับผลผลิต (กก./ไร่) ในแปลง Set Y

# การค้นหาและการแสดงออกของยีนที่ตอบสนอง ต่อสภาพน้ำท่วมในปาล์มน้ำมัน

ภายใต้ชุดโครงการ “การค้นหาและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สำคัญในปาล์มน้ำมัน”

**ผช. ดร. พจมาลย์ สุรนิลพงศ์ และคณะ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์**

สภาพน้ำท่วมขัง มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน แม้ว่าปาล์มน้ำมันจะเป็นพืชที่ต้องการปริมาณน้ำสูง แต่เมื่อต้นปาล์มน้ำมันต้องจมอยู่ในน้ำเป็นเวลานาน รากไม่สามารถปรับตัวต่อกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับดูดซึม และส่งผ่านธาตุอาหารเพื่อไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้นได้ ส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยแสดงอาการเหี่ยวตาย ส่วนต้นที่มีอายุมาก ต้องฟื้นตัวก่อนให้ผลผลิตใหม่เป็นเวลาเกือบ 1 ปี

**การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย** การศึกษาหายีนและการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทนต่อสภาพน้ำท่วมขังของสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทย จะเป็นข้อมูลพื้นฐานให้นักปรับปรุงพันธุ์นำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน และเป็นข้อมูลในการเลือกซื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันของเกษตรกร

**ขั้นตอนการวิจัย**

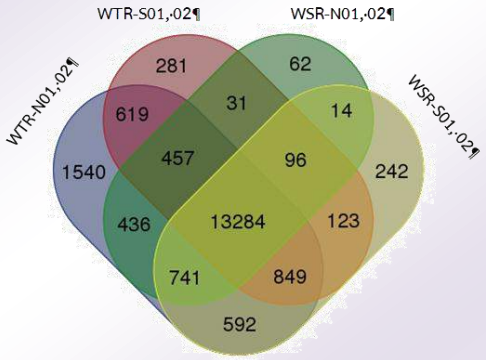
**1. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันในสภาพน้ำท่วมขัง** นำปาล์มน้ำมัน จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Ghana สุราษฎร์ธานี 1 และ 2 และหนองเป็ด อายุ 12 เดือน มาปลูกในสภาพให้น้ำปกติ และให้น้ำท่วมขังเป็นเวลา 0 30 60 90 และ 120 วัน พบว่า สภาพน้ำท่วมขังที่นานขึ้น ส่งผลให้การตอบสนองทางสรีรวิทยาของทุกลักษณะ ได้แก่ อัตราการเพิ่มความสูงต้น อัตราการเพิ่มความกว้างโคนต้น อัตราการเพิ่มทางใบ อัตราการเพิ่มความกว้างทรงพุ่ม และอัตราการคลี่บานของใบอ่อน พื้นที่ใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม มีแนวโน้มลดลงแตกต่างตามสายพันธุ์ (ภาพที่ 1) แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าสายพันธุ์ไหน มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีที่สุด และพบว่า สายพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 สร้างรากหายใจเพื่อตอบสนองต่อสภาพน้ำท่วมขังมากที่สุด (ภาพที่ 2) ดังนั้นงานวิจัยต่อไปจะมุ่งเน้นไปที่ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างรากหายใจ

**ภาพที่ 1 ต้นปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ ที่อยู่ในสภาพจำลองน้ำท่วมขังในเวลาต่างๆกัน**

**ภาพที่ 2 พัฒนาการของรากอากาศในสภาวะน้ำท่วม**

**2. การค้นหายีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทนน้ำท่วมในปาล์มน้ำมัน** จากพันธุ์ Ghana และ สุราษฎร์ธานี 2 ในสภาพให้น้ำปกติ และน้ำท่วมขัง 45 วัน วิเคราะห์หายีน พบว่า Sequencing reads ในรากและใบมีจำนวน 38 และ 62 ล้านเส้น มีค่าเฉลี่ยความยาวต่อเส้นเท่ากับ 140 และ 144 คู่เบส เมื่อทำการ Alignment sequencing reads ของรากและใบได้ 87-90 และ 94.93-96.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

- **การเปรียบเทียบการแสดงออกของยีนในรากและใบ** รากของ Ghana ในสภาวะปกติเทียบกับสภาวะน้ำท่วม ให้จำนวนยีนที่แสดงออกแตกต่างกันมากที่สุด 3,287 ยีน รากของสุราษฎร์ธานี 2 กับ Ghana ในสภาวะน้ำท่วม มีจำนวนยีนที่แตกต่างกัน 87 ยีน ส่วนสุราษฎร์ธานี 2 ในสภาวะปกติเทียบกับสภาวะน้ำท่วม ไม่พบการแสดงออกยีนที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ยีนในใบของ สุราษฎร์ธานี 2 ในสภาวะปกติเทียบกับ Ghana ในสภาวะน้ำท่วม มีจำนวนยีนที่แสดงออกแตกต่างกัน 339 ยีน ในขณะที่ยีนระหว่าง Ghana ในสภาวะปกติและน้ำท่วม ให้จำนวนยีนที่แสดงออกเท่ากับ 68 ยีน




**ภาพที่ 3 การซ้อนทับของยีนที่แสดงออกใน** (ภาพที่ 3)

- **การซ้อนทับกันของยีนที่แสดงออกในราก** การนับจำนวน Read ที่เกิดการซ้อนทับกันที่ค่า Minimum mapping quality (MAPQ) เท่ากับ 10 และนับยีนนั้นๆ ที่มีการแสดงออก ≥10 read ต่อหนึ่งยีน พบว่า มียีนที่สามารถนับได้ทั้งหมด 30,752 ยีน เป็นยีนที่แสดงออกเหมือนกัน 13,752 ยีน ส่วน Ghana และ สุราษฎร์ธานี 2 ในสภาวะปกติมียีนที่แสดงออกต่างจากสภาวะน้ำท่วม เท่ากับ 1,540 ยีน และ 62 ยีน

- **การศึกษา Ontology ของยีน** ศึกษาตำแหน่งหน้าที่ของยีนด้วยโปรแกรม Blast2GO ในBiological process พบยีนที่แสดงออกแตกต่างกันในใบ 225 กระบวนการ ส่วนมีการแสดงออกของยีน ทั้งหมด 291 กระบวน และการวิเคราะห์ผลใน Molecular function พบยีนที่แสดงออกแตกต่างกันในใบทั้งหมด 102 หน้าที่ โดยมีหน้าที่ในส่วนของ Binding สูงที่สุดเท่ากับ 15 ลำดับ ในขณะที่รากมีการแสดงออกของยีน 128 หน้าที่ มีลำดับที่ทำหน้าที่เป็น Catalytic activity สูงที่สุดเท่ากับ 58 ลำดับ ส่วนในระดับ Cellular component พบว่า ยีนที่แสดงออกแตกต่างกันในใบมีทั้งหมด 77 ตำแหน่ง โดยพบมากที่สุดในบริเวณ Intercellular part Intercellular cell part และ Cell จำนวน 12 ลำดับ ขณะที่ยีนที่แสดงออกแตกต่างกันในรากพบทั้งหมด 98 ตำแหน่ง โดยพบมากที่สุดใน Cell part และ Cell จำนวน 27 ลำดับ ขณะนี้อยู่ระหว่างการเลือกระดับยีนที่แสดงออกแตกต่างมากที่สุด เลือก Pathway และเลือกยีนที่สนใจมาพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุล รวมถึงศึกษา Full length ของยีนต่อไป

**3. การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความจำเพาะ กับลักษณะทนน้ำท่วมในปาล์มน้ำมัน**

ทำการสกัดดีเอ็นเอของปาล์มน้ำมันทั้งหมด 22 สายพันธุ์ และจากตัวอย่างที่จำลองสภาพน้ำท่วมทั้งหมด 180 ตัวอย่าง ทำการออกแบบ และคัดกรองไพรเมอร์จากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำนวน 15 คู่ไพรเมอร์ ได้แก่ ADH1 ADH2 ADH3 ACO1 ACO2 ACS1 ACS2 ACS3 ERS1 ERS2 ERS3 ERS4 ACCS และ ACCO พบ ไพร์เมอร์ที่ออกแบบมาจากยีน *ERS* ที่สามารถเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอได้ในช่วง Annealing ที่อุณหภูมิ 58-64 องศาเซลเซียส จากนั้นนำคู่ไพร์เมอร์ที่ได้มาเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนกับดีเอ็นเอปาล์มน้ำมันจำนวน 22 สายพันธุ์ ก่อนนำผลผลิตพีซีอาร์ไปตรวจสอบความแตกต่างด้วยเทคนิค SSCP ขณะนี้อยู่ระหว่างการหาตำแหน่ง SNP ก่อนพัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุล และตรวจสอบกับสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันก่อนนำไปใช้ในเชิงการค้า

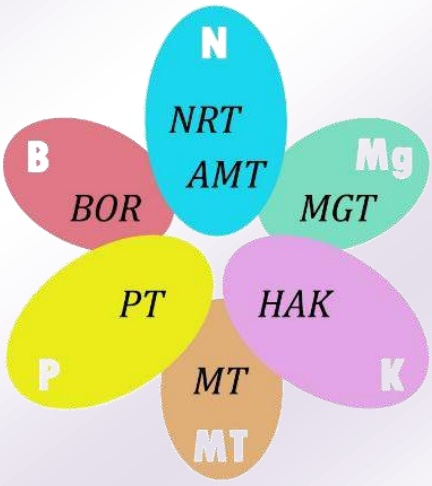
# การค้นหาและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึม การลำเลียง และการรักษาสมดุลของแร่ธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

ภายใต้ชุดโครงการ “การค้นหาและการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สำคัญในปาล์มน้ำมัน”

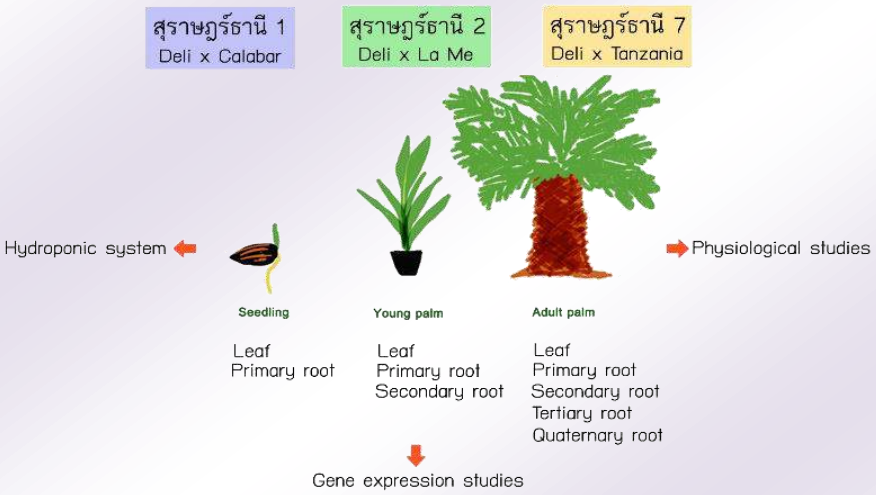
**ดร. ณภัศศรณ์ ปัญญาสุข คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ที่ปัจจุบันประสบปัญหาราคาตกต่ำ ไม่คุ้มทุนซึ่งสาเหตุของปัญหานี้ ส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับการปลูกปาล์มน้ำมันของเกษตรกรที่พบว่า มีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น โดยมีสาเหตุหลักมาจากราคาปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้น และยังมีลักษณะการให้ปุ๋ยในอัตราที่อาจมากเกินความต้องการของพืช ซึ่งสาเหตุประการหนึ่ง อาจเนื่องจากไม่ได้เข้าใจถึงความต้องการปุ๋ยของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะการขาดข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการดูดซึม และการใช้แร่ธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะในระดับชีวโมเลกุลจึงเป็นเรื่องที่สมควรดำเนินการศึกษาวิจัยอย่างเร่งด่วน เพื่อค้นหาและศึกษายีนที่ควบคุมการดูดซึม การลำเลียงและการเก็บรักษาแร่ธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้ปุ๋ยและคัดเลือกพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

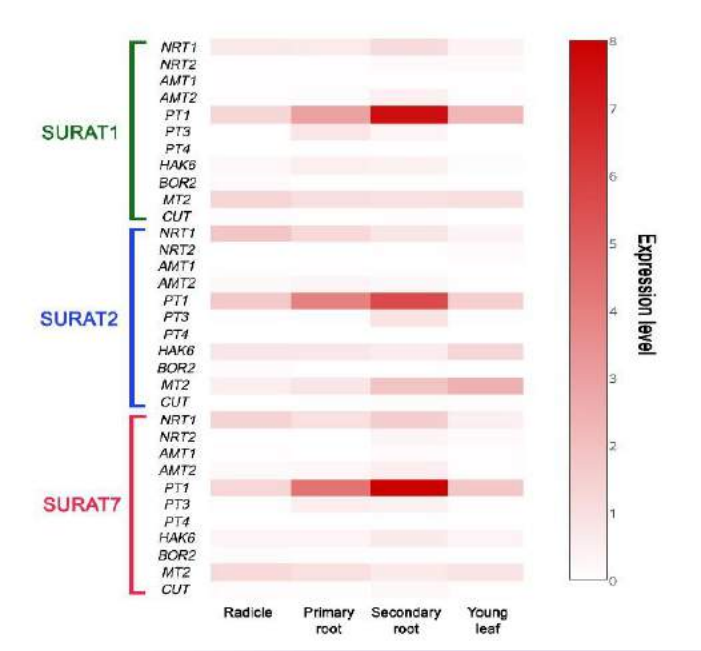
**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** จากผลการศึกษาในปีที่ 1 ได้ค้นพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมและการลำเลียงแร่ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โบรอน แมกนีเซียม และ ทองแดง ในปาล์มน้ำมัน 3 พันธุ์ของไทย คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 2 และ 7 โดยจากการศึกษาพบลักษณะการแสดงออกของยีนที่มีความแตกต่างกันไปในแต่ละเนื้อเยื่อทั้งในรากและใบ และยังพบว่าการแสดงออกของยีนมีลักษณะเฉพาะในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ซึ่งอาจสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงลักษณะการให้ปุ๋ยให้เหมาะสมกับรากและใบ และระยะการเจริญเติบโต นอกจากนี้ ยังสามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นฐานข้อมูลทางพันธุกรรมให้กับนักวิจัยปาล์มน้ำมันทั้งในระดับประเทศและนานาชาติ และอาจสามารถปรับใช้ยีนที่มีลักษณะการแสดงออกที่มีความโดดเด่นในแต่ละสายพันธุ์ และในแต่ละช่วงอายุ เป็นเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อใช้ในการคัดเลือกต้นปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ที่สามารถดูดซึมและลำเลียงธาตุอาหารได้ดี เพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการปลูกปาล์มน้ำมันได้อย่างยั่งยืน




**แผนภาพ**
**แสดงกลุ่มของยีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมและลำเลียงธาตุอาหารที่ค้นพบ และศึกษาในปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 2 และ 7**




**แผนภาพ แสดงกระบวนการศึกษาการแสดงออกของยีนในปาล์มน้ำมันทั้ง 3 พันธุ์ ในระยะต่างๆและชนิดของเนื้อเยื่อรากและใบ**




**แผนภูมิ สีแสดงถึงลักษณะการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึม และลำเลียงธาตุอาหารที่พบในเนื้อเยื่อรากและใบของต้นปาล์มน้ำมัน ระยะต้นกล้า**

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.สุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

# การจัดการธาตุอาหารหลักรองและจุลธาตุอาหารในดินเปรี้ยวจัดที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตที่ราบภาคกลางของประเทศไทยเพื่อให้ได้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุนทางด้านธาตุอาหารพืชสูงสุด

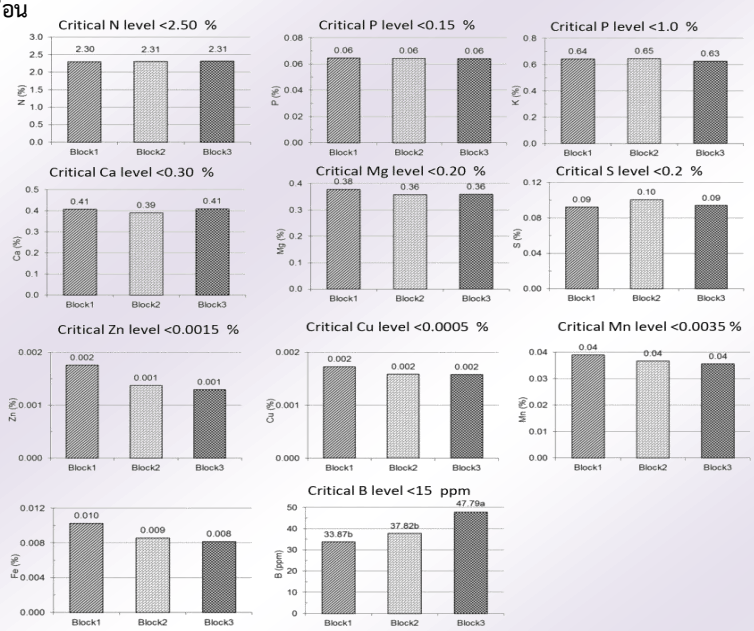
ภายใต้แผนงานวิจัย"การจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิต และการใช้ของเสียจากปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนในที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย"

**ดร. ณัฐพล จิตมาตย์ และคณะ  คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

การปลูกปาล์มน้ำมันในดินเปรี้ยวจัดอาจประสบปัญหาต้นปาล์มแคระแกร็นและเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งอาจเกิดจากทั้งการขาดธาตุอาหาร และความเป็นพิษของธาตุอะลูมินัมที่ละลายออกมาในสภาพที่ดินเป็นกรดจัด การศึกษาการตอบสนองต่อธาตุอาหารหลัก รอง และจุลธาตุบางตัวที่จำเป็นสำหรับปาล์มน้ำมัน เป็นแนวทางหนึ่งในการให้คำแนะนำในการจัดการธาตุอาหารให้มีประสิทธิภาพ

**ภาพที่ 1 ลักษณะดินเปรี้ยวจัดและต้นปาล์มน้ำมันอายุ 28 เดือน ที่ใช้ในการทดลอง**

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบปาล์มก่อนการทดลอง ตำแหน่งใบที่ 17 (ภาพที่ 2)  มีความผันแปรของความเข้มข้นระหว่างพื้นที่แปลงทดลองน้อย จึงเป็นตำแหน่งใบที่เหมาะสมสำหรับเป็นใบอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์การดูดใช้ธาตุอาหารของปาล์มน้ำมัน

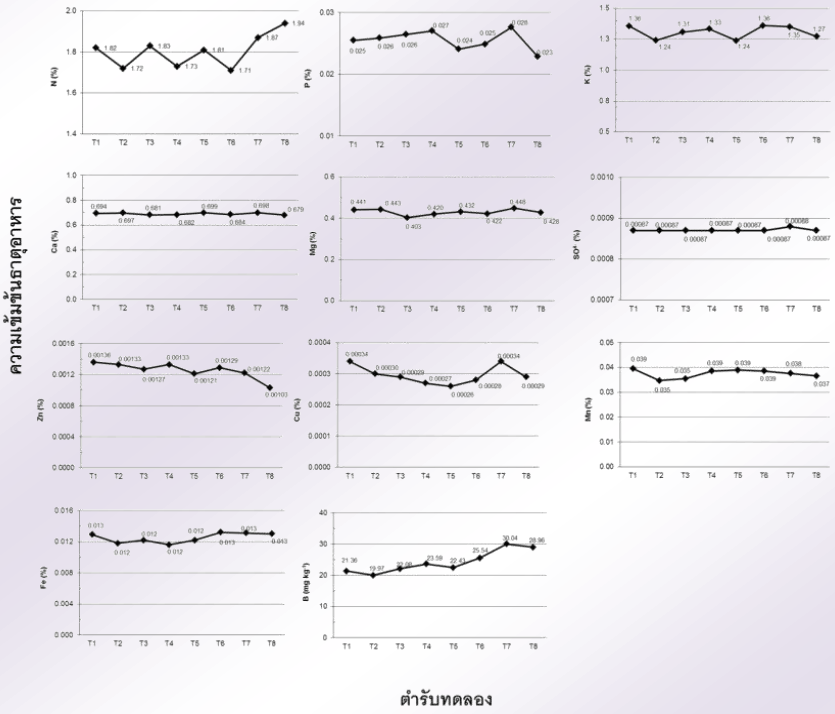



**ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของธาตุหลัก รองและจุลธาตุในใบปาล์มใบที่ 17 ก่อนการทดลองในแต่ละบล็อก ค่าวิกฤต (Critical level) เป็นค่าสำหรับปาล์มอายุน้อยกว่า 6 ปี อ้างอิงจาก Fairhurst and Mutert (1999)**

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย**  ผลงานวิจัยในปีแรกเป็นชุดดินรังสิต (ภาพที่ 1) มีข้อจำกัดความด้านความอุดมสมบูรณ์ต่อปาล์มน้ำมัน คือ มีค่าพีเอชระดับต่ำหรือเป็นกรดรุนแรงมาก ความมีประโยชน์ของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมระดับต่ำ ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนสูง มีอินทรียวัตถุปานกลาง มีไนโตรเจนปานกลาง ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการจัดการปุ๋ยในพื้นที่ก่อนการทดลองทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนในระดับที่สูง

ผลการเปรียบเทียบอัตราปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในปีที่ 1 ของการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยธาตุหลัก N-P-K ตามโดยการใส่ยูเรีย (46-0-0) อัตรา 3,070 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) อัตรา 3,260 กรัม และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) อัตรา 4,000 กรัม และบอแรกซ์ 670 กรัม ต่อต้นต่อปี ร่วมกับการใส่ปูนตามความต้องการปูน คือ 2,500 กรัม ต่อต้นต่อปี ทำให้การเพิ่มขึ้นของทางใบและความสูงของต้นปาล์มสูงสุด ขณะที่การใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 2,150 กรัม ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) อัตรา 2,280 กรัม และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) อัตรา 2,500 กรัม และ และบอแรกซ์ 470 กรัม ต่อต้นต่อปี ร่วมกับการใส่ปูนตามความต้องการปูน คือ 2,500 กรัมต่อต้นต่อปี ทำให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนทะลายปาล์มสูงที่สุด

ผลวิเคราะห์การดูดใช้ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันใบที่ 17 (ภาพที่ 3) พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนและโบรอน เพิ่มขึ้นเมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น ส่วนสังกะสีและทองแดง มีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น ส่วนธาตุอื่นๆ มีแนวโน้มคงที่เมื่ออัตราปุ๋ยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า ปาล์มมีการตอบสนองต่ออัตราปุ๋ยที่ใส่ โดยเฉพาะปุ๋ยไนไตรเจน และส่งผลต่อการลดการดูดใช้จุลธาตุ โดยเฉพาะสังกะสีและทองแดง แต่มีผลส่งเสริมการดูดใช้ธาตุโบรอน




**ภาพที่ 3 ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบที่ 17 หลังใส่ปุ๋ยตามตำรับทดลอง**

จำนวนผลผลิตทะลายปาล์มสะสมในปีที่ 1 พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโบรอน ในใบปาล์มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมร่วมกับโบรอน เป็นธาตุที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านลำต้นและการติดทะลาย ส่วนอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การดูดใช้ธาตุโบรอนได้ดีขึ้น และส่งผลให้ผลผลิตปาล์มสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาปีที่ 1 นี้ ยังไม่สามารถสรุปอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมได้ จำเป็นต้องเก็บผลผลิตปาล์มน้ำมันในระยะยาว เพื่อศึกษาอิทธิพลของธาตุเหล่านี้ได้ชัดเจนขึ้น

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** ได้วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับดินเปรี้ยวจัดด้านธาตุอาหารในการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างเหมาะสม จะสามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมัน และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น โดยองค์ความรู้ดังกล่าวจะทำให้การปลูกปาล์มน้ำมันได้ผลผลิตที่สูงขึ้น และสร้างความมั่งคงทางด้านอาหารและพลังงานได้เป็นอย่างดี

# การจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อส่งเสริมการเติบโตของรากปาล์มน้ำมัน และลดความเป็นกรดจัดและอะลูมินัมเป็นพิษ ในที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย

ภายใต้แผนงานวิจัย"การจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิต และการใช้ของเสียจากปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนในที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย"

**ศาสตราจารย์ดร. อัญชลี สุทธิประการ และคณะ  คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้น้ำมันสูง มีต้นทุนการผลิตและราคาต่ำ และสามารถนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซลได้ ทำให้เกษตรกรมีความสนใจ และหันมาปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้น ในการปลูกจำเป็นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านภูมิอากาศ สภาพพื้นที่ ลักษณะของดิน และดินเปรี้ยวจัดที่ศึกษานี้เป็นดินที่โดยทั่วไปอยู่ในพื้นที่ที่มีน้ำขังได้ และมีอิทธิพลของกรดและอะลูมินัมที่เป็นพิษได้สูง แต่การปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายพื้นที่ลงมาถึงดินเปรี้ยวจัด โดยมีการยกร่องปลูกในพื้นที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออก จึงได้ทำการศึกษาแนวทางการลดอิทธิพลของกรดและอะลูมินัมเป็นพิษในสภาพดินนี้ เพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสม และให้สามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้ และมีความยั่งยืน

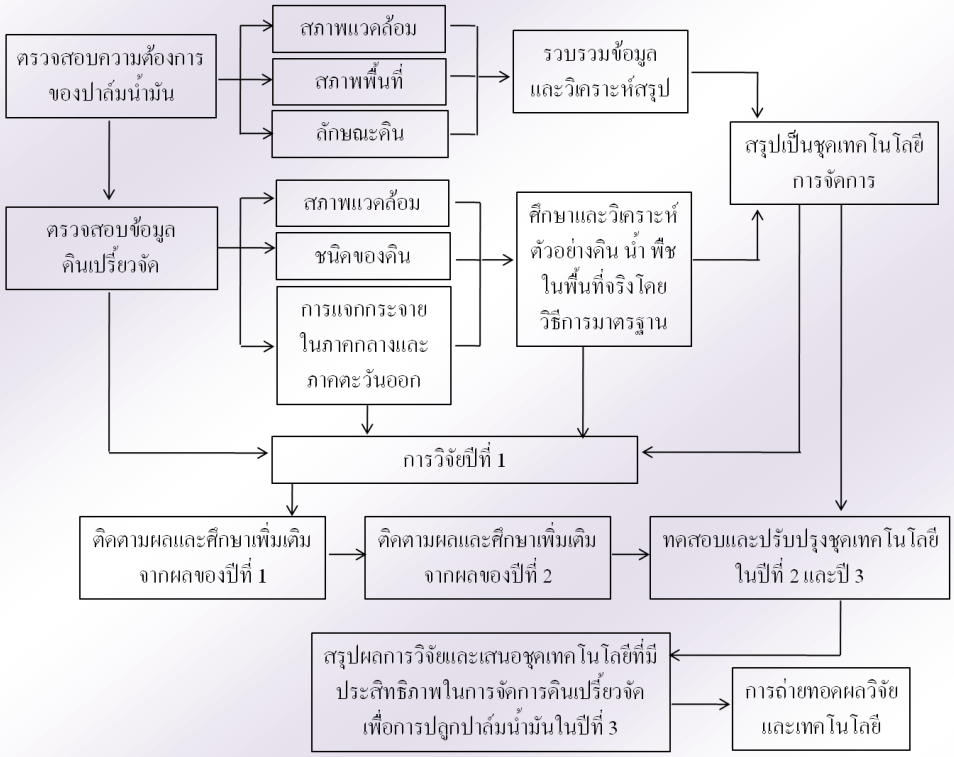
**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** เน้นการศึกษาลักษณะดิน และการตอบสนองของปาล์มน้ำมัน ที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด ตามกรอบความคิดดังแสดงในภาพที่ 1 ประกอบด้วย การวิเคราะห์ลักษณะดินอย่างครบถ้วน การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของพื้นที่ การวิเคราะห์น้ำ และการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน เพื่อพิจารณาการขาดธาตุอาหาร  และความต้องการปูนของดิน การบ่มดินระยะสั้นและระยะยาว เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรด และประมวลผลที่ได้ นำมาสร้างเป็นเทคโนโลยีการจัดการดินและน้ำ เพื่อการปลูกปาล์มน้ำมัน แล้วทดสอบเทคโนโลยีดังกล่าว เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลการผลิตปาล์มน้ำมันในดินเปรี้ยวจัดที่มีประสิทธิภาพและความยั่งยืน ต่อไป

ผลจากการศึกษา พบว่า ดินเปรี้ยวจัดทั้งสองพื้นที่ มีค่าพีเอชต่ำกว่า 4 และเมื่อถูกออกซิไดส์ พีเอชต่ำมาก คือต่ำกว่า 2.5 ดินมีอินทรียวัตถุและไนโตรเจนรวมสูง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูง บางบริเวณมีอะลูมินัมที่สกัดได้สูง ดินมีความจุต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอชสูง (ภาพที่ 2) เกิดจากอิทธิพลของแร่ผสมคือ เคโอลิไนต์ อิลไลต์ และแร่ดินเหนียวในกลุ่ม 1.4 นาโนเมตร (ภาพที่ 3) ปัญหาหลักของดินเปรี้ยวจัดเหล่านี้คือ ความเป็นกรดรุนแรงมาก สมรรถนะความอุดมสมบูรณ์เป็น Ccg คือมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (C) เป็นดินเหนียวที่มีความเป็นกรดรุนแรง (c) และมีลักษณะขังน้ำ (g) ดินเปรี้ยวจัดที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง การปรับพีเอชและการรักษาระดับน้ำในร่องปลูก เป็นแนวทางหลักในการจัดการเบื้องต้น

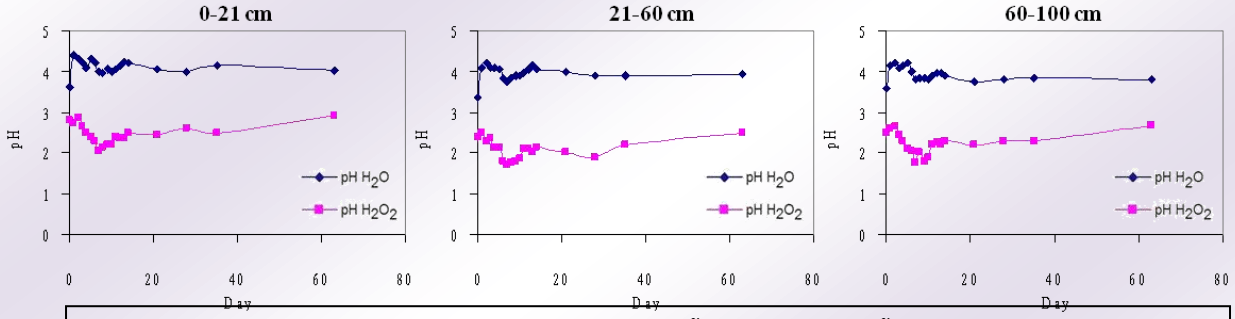
ผลจากการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน (ทางใบที่ 17) แสดงว่า ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดบริเวณที่ราบภาคกลาง มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต แต่มีระดับโพแทสเซียมที่เสี่ยงต่อการขาดธาตุอาหารนี้ ค่าวิเคราะห์น้ำ พบว่ามีแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงกว่าอะลูมินัมและเหล็กในแปลงที่จัดการดี แสดงว่าการใส่ปูนช่วยให้คุณภาพน้ำในบริเวณดินเปรี้ยวจัดที่ปลูกปาล์มน้ำมันดีขึ้น

ผลจากการศึกษา สามารถกำหนดเป็นเทคโนโลยีการจัดการการปลูกปาล์มน้ำมันในดินเปรี้ยวจัดได้คือ ใส่ปูนปรับพีเอชให้สูงกว่า 5.0 (ความต้องการปูน) ใส่ปูน 2 ครั้ง ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนร่วมกับจัดการให้ระดับน้ำในร่องน้ำอยู่ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร จากสันร่องปลูก ส่วนการจัดการโพแทสเซียม ใช้ปุ๋ย NPK (เน้น K) ไม่เกิน 3 ครั้งต่อปี ในช่วงที่มีน้ำ ทั้งน้ำฝนและน้ำชลประทาน

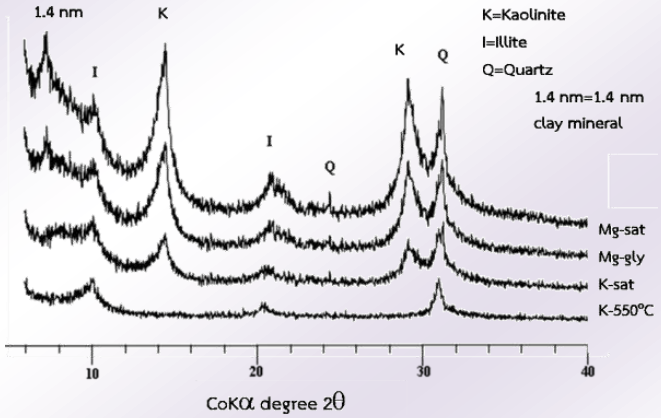
**ผลในเชิงเศรษฐกิจ** การผลิตปาล์มน้ำมันในดินเปรี้ยวจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืน รองรับการจัดการปุ๋ยและการจัดการวัสดุปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ดีขึ้นได้




**ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดและกิจกรรมการวิจัยในการจัดการดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกปาล์มน้ำมันในภาคกลางและภาคตะวันออก**




**ภาพที่ 2 ค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการบ่มดิน ของดินเปรี้ยวจัดที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมัน ในบริเวณที่ราบภาคกลาง**




**ภาพที่ 3 X-ray patterns ของอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินที่ราบภาคกลางที่ระดับความลึก 30-60 เซนติเมตร**

ผู้ร่วมวิจัย ดร. กมลวรรณ เหล่าพูลกิจ บ.บางจากปิโตรเลียม จำกัด นายบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ กรมวิชาการเกษตร ดร.วรชาติ วิศวพิพัฒน์ นายรฐนนท์ เจริฐชาศรี ดร.ณัฐพล จิตมาตย์ และผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# การจัดการและการเพิ่มมูลค่าของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ในการผลิตทางการเกษตร

ภายใต้แผนงานวิจัย"การจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิต และการใช้ของเสียจากปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน ในที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย"

**ดร. วรชาติ วิศวพิพัฒน์ และคณะ  คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

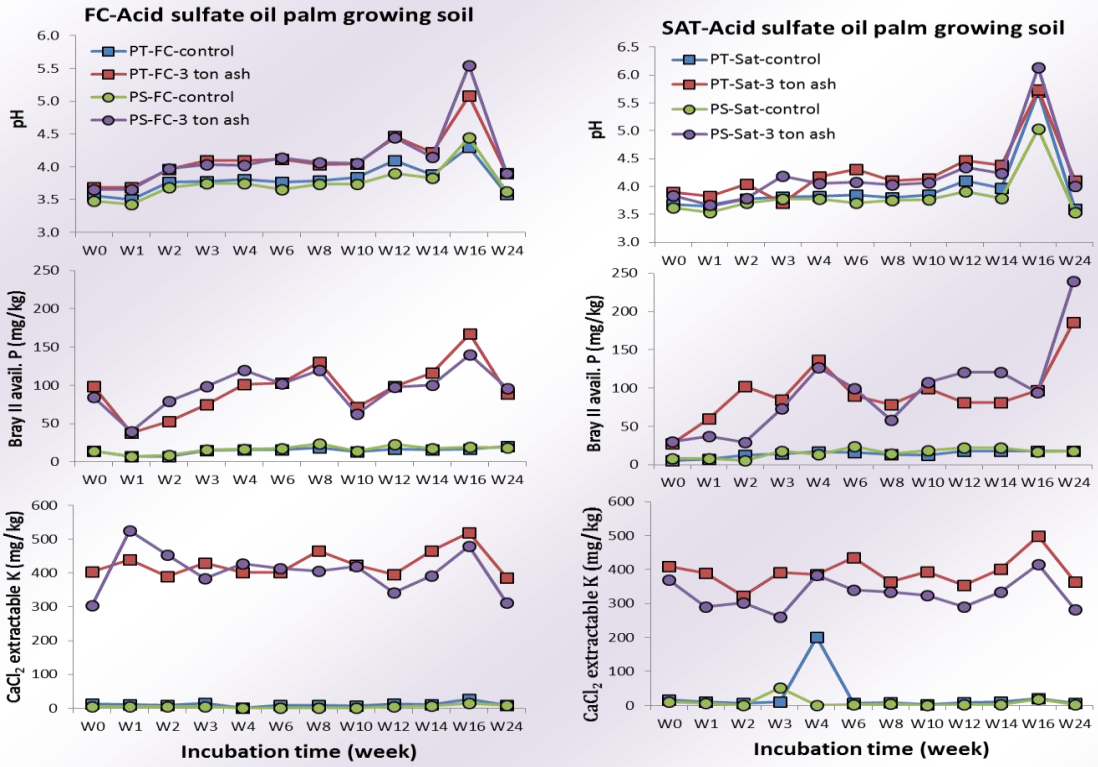
ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการผลิตไบโอดีเซลเพื่อเป็นแหล่งของพลังงานทดแทน ความต้องการวัตถุดิบเพื่อผลิตไบโอดีเซลมากขึ้นเท่าไหร่ ทำให้มีชีวมวลเหลือทิ้งมากขึ้นเท่านั้น เช่น ทะลายปาล์มเปล่า กะลา และขี้เถ้าปาล์ม เหล่านี้ เป็นวัตถุดิบที่มีประโยชน์ทางเกษตรกรรม แต่การวิจัยถึงการเพิ่มมูลค่า และอิทธิพลของเศษวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวยังมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** งานวิจัยในปีแรก ประกอบกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) การศึกษาผลของขี้เถ้าปาล์มน้ำมันต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชของดินเปรี้ยวจัดที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมัน และข้าว 2) ศึกษาสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพจากกะลาและเส้นใยปาล์มน้ำมัน และ 3) ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เชิงพาณิชย์จากทะลายปาล์มหลังการเพาะเห็ดฟาง

**ภาพที่ 1 ถ่านชีวภาพที่ผลิตจากเส้นใยผลปาล์ม เส้นใยทะลายปาล์ม กะลาปาล์ม และเถ้าปาล์ม**

ผลการวิจัย พบว่า เถ้าปาล์มมีสมบัติเป็นด่าง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (2,393 มก./กก.) มีปริมาณโพแทสเซียม (7.1 %) และซิลิคอนทั้งหมด (13%) สูงมาก การทดลองบ่มดินกับขี้เถ้าปาล์มระยะเวลา 6 เดือน แสดงให้เห็นว่า*การใช้ขี้เถ้าปาล์มในอัตรา 3 ตันต่อไร่ ช่วยลดสภาพกรดและความเป็นพิษของอะลูมินัมของดินเปรี้ยวจัด*ที่ใช้ปลูกปาล์มน้ำมันและข้าว ช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงขึ้น และยังเพิ่มปริมาณโพแทสเซียม แมงกานีส แมกนีเซียม และซิลิคอนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงมีความเป็นไปได้ด้วยการใช้ขี้เถ้าเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดิน

ผลการศึกษาสมบัติของถ่านชีวภาพจากปาล์มน้ำมัน พบว่า มีความแตกต่างกัน ตามชนิดของวัสดุ โดยกะลาและเส้นใยผล มีสภาพความเป็นกรดมากกว่าเส้นใยทะลาย แต่เส้นใยทะลายมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์




**ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงพีเอช ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ภายใต้สภาพความจุความชื้นสนาม (จำลองสภาพการปลูกปาล์มน้ำมัน) และสภาพขังน้ำ (จำลองสภาพการปลูกข้าว) ของดินเปรี้ยว**

นอกจากนี้ ถ่านชีวภาพ ยังมีซิลิคอนและโพแทสเซียมสูง ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงมากในการใช้ผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มซิลิคอนและโพแทสเซียมให้กับดิน ด้านการศึกษาสมบัติของทะลายปาล์มก่อนและหลังเพาะเห็ด พบว่า วัสดุนี้มีสมบัติเป็นกลางถึงเป็นด่าง มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ อินทรียวัตถุสูง อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนแคบ (<20) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.2, 0.15 และ 1.2 ตามลำดับ วัสดุนี้ยังมีปริมาณสารหนู โครเมียม ทองแดง และตะกั่วต่ำ วัสดุเหล่านี้มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งในการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์เชิงพาณิชย์ แต่จำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตเพื่อให้เข้าเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน หรืออาจมีปรับแต่งสูตรเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์เคมีสูตรต่างๆ ให้เหมาะสมกับพืชเศรษฐกิจแต่ละชนิด ผลวิจัยในปีแรก แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันต่อการผลิตทางการเกษตร แต่จำเป็นต้องมีการวิจัยในภาคสนามเพิ่มเติมถึงอิทธิพลของขี้เถ้า ถ่านชีวภาพจากปาล์มน้ำมัน ต่อความเป็นประโยชน์และการดูดใช้ธาตุอาหาร รวมถึงการเจริญเติบโตและผลผลิตปาล์มน้ำมันหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น ข้าว ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกใกล้เคียงกับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในดินเปรี้ยวจัด

ผู้ร่วมวิจัย ดร.ณัฐพล จิตมาตย์ ผศ.ดร.เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ ศ.ดร. อัญชลี สุทธิประการ
นายรฐนนท์ เจริฐชาศรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นายบรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ กรมวิชาการเกษตร
ดร.กมลวรรณ เหล่าพูลกิจ บ.บางจากปิโตรเลียม จำกัด

# การออกแบบเครื่องต้นแบบระดับโรงงานเพื่อผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้นจากน้ำมันปาล์มดิบและวิตามินอีเข้มข้นจากดิสทิลเลตกรดไขมันปาล์ม

**รองศาสตราจารย์ดร. พัชรินทร์ ระวียัน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**

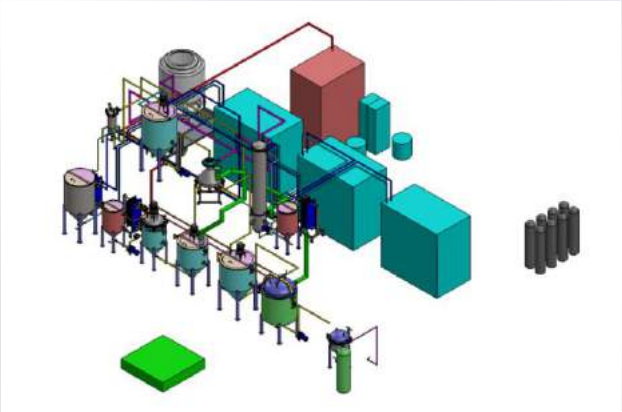
การผลิตน้ำมันปาล์มเพื่อการบริโภค มีการกำจัดสีส้มแดงของแคโรทีนอยด์ออกไป เพื่อให้น้ำมันมีสีอ่อนลง ในขณะที่แคโรทีนอยด์ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง ซึ่งแคโรทีนอยด์ที่เข้มข้น 100% มีราคาถึง 100,000 บาทต่อกิโลกรัม ดิสทิลเลตเป็นของเหลือทิ้งจากการผลิตน้ำมันปาล์มบริโภค มีวิตามินอีเป็นองค์ประกอบ หากนำมาผลิตวิตามินอี ซึ่งมีราคาถึง 300,000 บาทต่อกิโลกรัม ก็จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ของเหลือทิ้งที่สูงมาก อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการผลิตแคโรทีนอยด์และวิตามินอีระดับอุตสาหกรรม ยังเป็นเทคโนโลยีขั้นสูงจากต่างประเทศ เครื่องผลิตมีความซับซ้อน และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงไม่เหมาะกับภาคการผลิตของประเทศไทย ปัจจุบันจึงยังไม่มีการผลิตแคโรทีนอยด์และวิตามินอีจากน้ำมันปาล์ม

**การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย** แบบของเครื่องผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้นจากน้ำมันปาล์มดิบ และแบบของเครื่องผลิตวิตามินอีเข้มข้นจากดิสทิลเลตกรดไขมันปาล์ม ได้ทำการออกแบบให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำหน่ายหรือสร้างได้ภายในประเทศ สามารถซ่อมบำรุงได้โดยช่างเทคนิคในท้องถิ่น มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม มีกำลังการผลิตครั้งละ 100 กิโลกรัม ไขมันที่เหลือจากการสกัดแคโรทีนอยด์ สามารถนำไปผลิตน้ำมันปาล์มบริโภค หรือไบโอดีเซลได้ ส่วนกรดไขมันที่เหลือทิ้งจากการผลิตวิตามินอี สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่าต่อไปได้

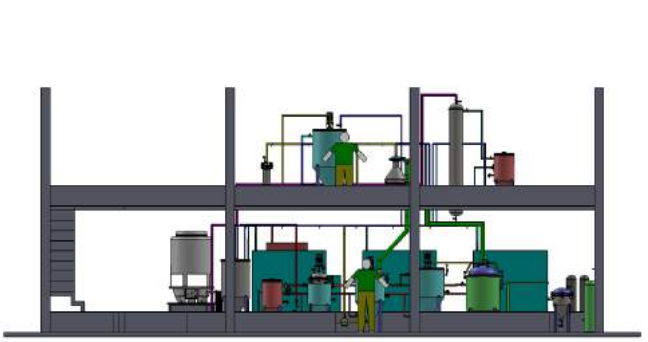
**เทคโนโลยีการผลิต/นวัตกรรม** การออกแบบเครื่องต้นแบบระดับโรงงานเพื่อผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้น ได้พัฒนามาจากเครื่องต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นผลงานวิจัยที่ได้รับสิทธิบัตรการประดิษฐ์จากประเทศไทย ส่วนการออกแบบเครื่องต้นแบบระดับโรงงานเพื่อผลิตวิตามินอีเข้มข้น ได้ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบใหม่ ซึ่งได้รับสิทธิบัตรการประดิษฐ์จากประเทศสหรัฐอเมริกา

**ผลเชิงเศรษฐกิจ** การผลิตแคโรทีนอยด์จากเครื่องต้นแบบระดับโรงงานที่ออกแบบนี้ มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารโรงงาน ค่าเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการเริ่มโครงการ รวม 13,915,750 บาท ซึ่งจากการคำนวณที่ประสิทธิภาพการสกัด 65% เมื่อทำการผลิตแคโรทีนอยด์เข้มข้น 20% จากน้ำมันปาล์มดิบที่มีแคโรทีนอยด์เข้มข้น 1800 ppm และขายที่ราคา 9,000 บาท/กิโลกรัม จะมีระยะเวลาคืนทุน 7 ปี การผลิตวิตามินอีเข้มข้นมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนรวม 26,340,500 บาท ซึ่งจากการคำนวณเมื่อทำการผลิตวิตามินอีเข้มข้น 27% ทำการสกัดได้ 100% และขายที่ 300,000 บาท/กิโลกรัม จะมีระยะเวลาคืนทุน 5.67 ปี หากประสิทธิภาพในการสกัดต่ำกว่า 100% จะมีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 10 ปี

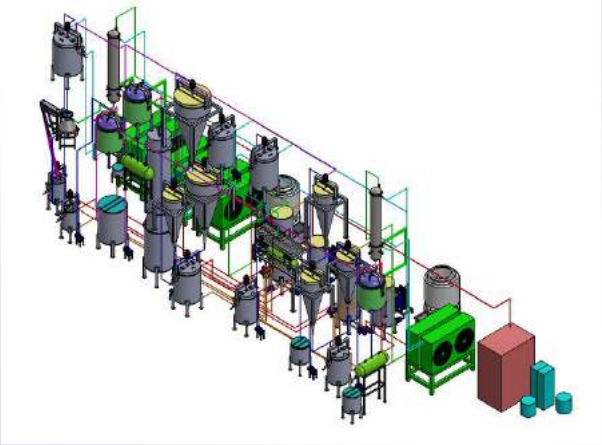
การผลิตแคโรทีนอยด์และวิตามินอีจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้เครื่องสกัดและเทคโนโลยีที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยให้การทำสวนปาล์มน้ำมันมีความยั่งยืนแล้ว ยังช่วยเพิ่มโอกาสทางธุรกิจให้กับอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์มและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลดีต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ



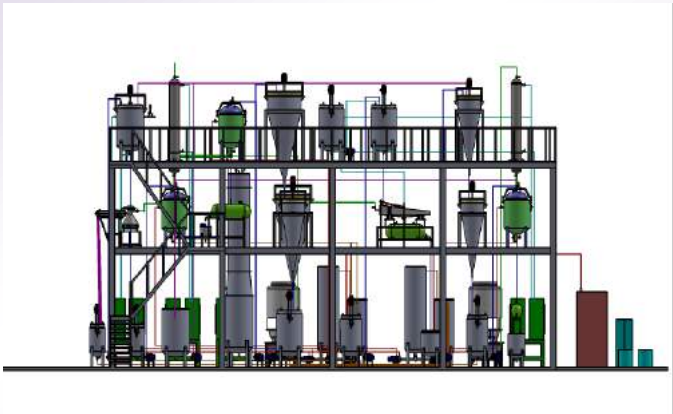
**ภาพที่ 1 แผนผังอุปกรณ์เครื่องผลิตแคโรทีนอยด์ (ภาพมุมสูงด้านหน้า)**



**ภาพที่ 2 แผนผังโรงงานต้นแบบของการผลิตแคโรทีนอยด์ (ภาพด้านหน้า)**



**ภาพที่ 3 แผนผังอุปกรณ์เครื่องผลิตวิตามินอี (ภาพมุมสูงด้านหน้า)**



**ภาพที่ 4 แผนผังโรงงานต้นแบบขิงการผลิตวิตามินอี (ภาพด้านหน้า)**

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.เชาว์ อินทร์ประสิทธิ์ อาจารย์สยุมพร รัตนพันธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ. ทวีชัย นิมาแสง ดร. รัตนา ม่วงรัตน์ อาจารย์ณัฐวุฒิ เนียมสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# ศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตและการสร้างประชากรดูราและพิสิเฟอรา จากโคลนปาล์มน้ำมัน

ภายใต้แผนงานวิจัย"ศักยภาพการให้ผลผลิตและการสร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอรา จากโคลนปาล์มน้ำมันและปาล์มน้ำมันลูกผสม"

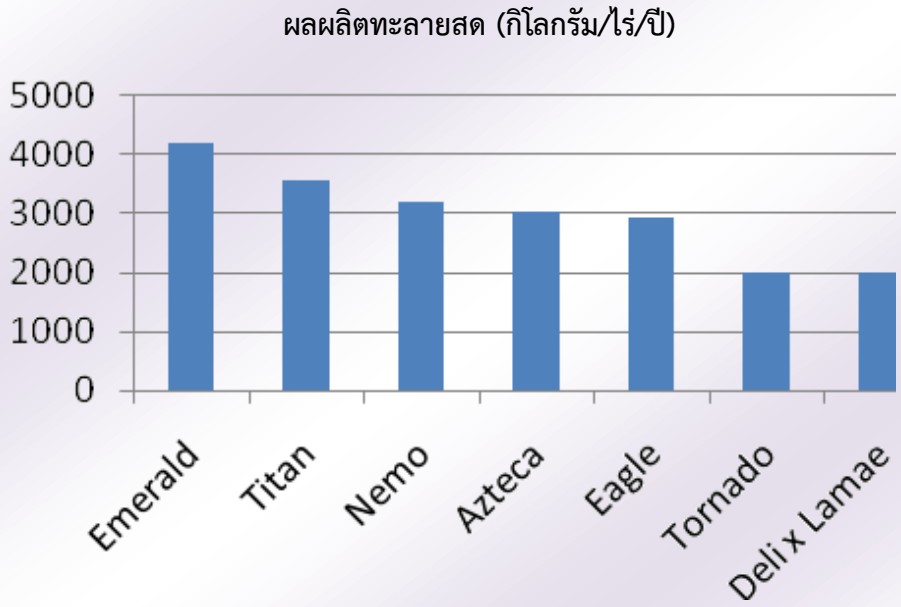
**นายประสาทพร กออวยชัย และคณะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร**

การวิจัยนี้ มุ่งศึกษาถึงการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตในโคลนปาล์มน้ำมัน และศึกษาให้ลึกลงไปถึงผลของการแสดงออกทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม และสหสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ผลการวิจัยจะเกิดประโยชน์แก่เกษตรกร เพราะสามารถระบุลงไปได้ว่าโคลนปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ใดเหมาะสมที่จะปลูกในสภาพแวดล้อมแบบใด จึงจะให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด โคลนปาล์มน้ำมันที่นำมาศึกษา พัฒนาจากบริษัท ASD ประเทศคอสตาริกา ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกับประเทศไทย ดังนั้น โคลนปาล์มน้ำมันน่าจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นแก่เกษตรกรซึ่งนำโคลนปาล์มน้ำมันไปปลูก จำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันแต่ละโคลน และเมื่อทราบข้อมูลเบื้องต้นของโคลนปาล์มน้ำมันเป็นรายต้นแล้ว จะนำมาพิจารณาสร้างประชากรดูราและพิสิเฟอรา เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันต่อไปในอนาคต

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** ทราบถึงการปรับตัวของโคลนปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆต่อสภาพแวดล้อมของจังหวัดชุมพร สามารถระบุเป็นการเฉพาะเจาะจงลงไปว่า โคลนปาล์มน้ำมันพันธุ์ใดเหมาะสมในพื้นที่ใดและควรหลีกเลี่ยงสภาพปลูกในพื้นที่ใด สามารถนำข้อมูลลักษณะทางการเกษตร ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของโคลนปาล์มน้ำมันแต่ละต้น มาใช้สร้างประชากรดูราและพิสิเฟอร่า เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงปาล์มน้ำมันในอนาคต

**เทคโนโลยีการผลิต** บันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตทะลาย ลักษณะองค์ประกอบทะลาย ลักษณะผลผลิตน้ำมันปาล์ม ข้อมูลการเจริญเติบโตของโคลนปาล์มน้ำมันแต่ละพันธุ์ จัดการตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร อาศัยปริมาณน้ำฝนตามปริมาณธรรมชาติในแต่ละสถานที่ วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี RCB ของโคลนปาล์มน้ำมัน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของโคลนปาล์มน้ำมันแยกในแต่ละสถานที่ โดยนำข้อมูลลักษณะผลผลิตองค์ประกอบผลผลิต และการเจริญเติบโต มาเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิต สร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอราไปใช้เพื่อพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศของประเทศไทยได้ สามารถนำไปต่อยอดโดยการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ให้มีลักษณะทางใบสั้น มีการเจริญเติบโตด้านความสูงของลำต้นช้า มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง และมีกรดไขมันแบบไม่อิ่มตัวในน้ำมันสูง ประชากรดูราและฟิสิเฟอรา จากโคลนปาล์มน้ำมันสามารถนำไปสร้างปาล์มน้ำมันพันธุ์ใหม่ได้ในอนาคต

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตทะลายสด พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคลน Emerald ให้ผลผลิตทะลายสดสูงที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 4,196 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ไม่แตกต่างกับโคลน Titan, Nemo, Azteca และพันธุ์ Deli x Lamae ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,555 3,204 3,043 และ 2,949 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ แต่แตกต่างกับโคลน Eagle และ Tornado ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2,014 และ 1,987 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี




**รูปที่ 1 ผลผลิตทะลายสดของโคลนปาล์มน้ำมัน 6 โคลน และพันธุ์ Deli x Lamae**

หากพิจารณาเฉพาะในดินปลูกที่มีความเหมาะสม พบว่า โคลน Emerald ให้ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 5,970 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ผลผลิตดังกล่าวข้างต้น มากกว่าผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันเทเนอร่าทั่วไป ประมาณ 2 เท่า ดังนั้น เกษตรกรจะมีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า โดยปกติ หากปลูกพันธุ์เทเนอร่าทั่วไป เกษตรกรจะได้รับผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ราคาเฉลี่ยรับซื้อทะลายสดอยู่ที่กิโลกรัมละ 4 บาท เกษตรกรจะมีรายได้ เท่ากับ 12,000 บาทต่อไร่ต่อปี และหากปลูกโคลน Emerald เกษตรกรจะมีรายได้ เท่ากับ 23,880 บาทต่อไร่ต่อปีดังนั้นเกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น 11,880 บาทต่อไร่ ต้นที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงและให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อไร่ต่อปีสูงที่สุดของทั้ง 6 โคลนถูกนำมาสร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอราเพื่อใช้สำหรับพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปรับตัวเข้ากับภูมิอากาศของประเทศไทยต่อไป

ผู้ร่วมวิจัย นางปิยนุช จันทรัมพร นายรังสิวุฒิ สิงห์คำ นางสาวฐิติมา ศรีพร จาก มหาวิทยาลัยแม่โจ้–ชุมพร
นางไซนีย๊ะ สะมาลา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

# ศึกษาศักยภาพการให้ผลผลิตและสร้างประชากรดูราและพิสิเฟอรา ของปาล์มน้ำมันลูกผสม *Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis* และ *Elaeis oleifera*

ภายใต้แผนงานวิจัย"ศักยภาพการให้ผลผลิตและการสร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอรา จากโคลนปาล์มน้ำมัน และปาล์มน้ำมันลูกผสม"

**นางปิยนุช จันทรัมพร และคณะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร**

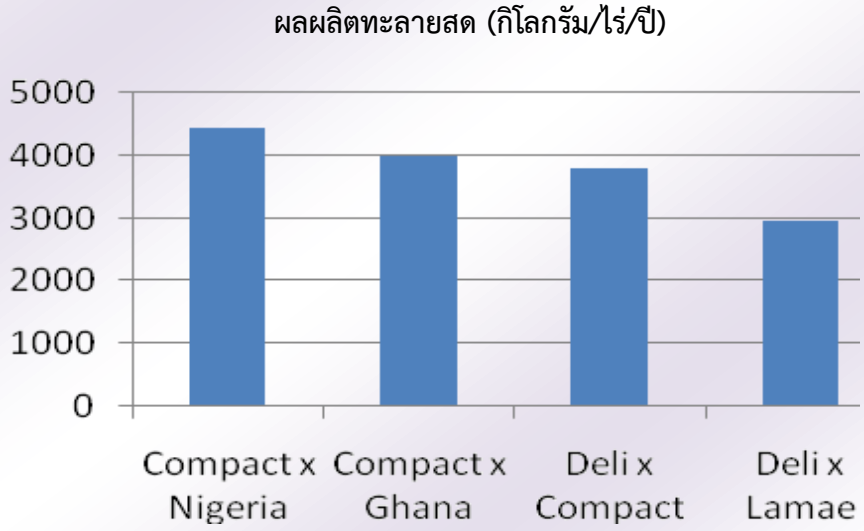
จากการพยากรณ์ปริมาณการผลิตน้ำมันพืชของโลกล่วงหน้า 20 ปี พบว่า อัตราการเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำมันต่อปี จะอยู่ระหว่าง 1.8 - 2.8 % ปริมาณการผลิตน้ำมันพืชของโลก มีสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างสูงกับจำนวนประชากรโลก (r = 0.991) ดังนั้นปริมาณการผลิตน้ำมันพืชของโลก จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์พืช สามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันโดยการพัฒนาปาล์มน้ำมันโดยได้พันธุ์คอมแพ็ค ซึ่งเป็นปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* ปาล์มน้ำมันพันธุ์คอมแพ็คนี้ มีทางใบสั้น จึงสามารถปลูกที่ระยะ 8 x 8 x 8 เมตร ได้ จำนวนต้นเท่ากับ 28 ต้นต่อไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 4 ตันต่อไร่ต่อปี นอกจากนี้ ยังพัฒนาสร้างประชากรดูราและพิสิเฟอร่า จาก *Elaeis oleifera* X *Elaeis guineensis* และ *Elaeis oleifera* เพื่อประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ต่อไป

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** ทราบถึงการปรับตัวของปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* พันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพแวดล้อมของจังหวัดชุมพร สามารถระบุเป็นการเฉพาะเจาะจงลงไปว่า โคลนปาล์มน้ำมันพันธุ์ใดเหมาะสมในพื้นที่ใด และควรหลีกเลี่ยงสภาพปลูกในพื้นที่ใด สามารถนำข้อมูลลักษณะทางการเกษตร ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต ของปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* แต่ละต้น มาใช้สร้างประชากรดูรา และพิสิเฟอร่า เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงปาล์มน้ำมันในอนาคต

**เทคโนโลยีการผลิต** บันทึกข้อมูลลักษณะผลผลิตทะลาย ลักษณะองค์ประกอบทะลาย ลักษณะผลผลิตน้ำมันปาล์ม ข้อมูลการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* แต่ละพันธุ์ ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร อาศัยปริมาณน้ำฝนตามธรรมชาติในแต่ละสถานที่ วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี RCB ของปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปาล์มน้ำมันลูกผสมระหว่าง ชนิด *Elaeis guineensis* กับชนิด *Elaeis oleifera* แยกในแต่ละสถานที่ โดยนำข้อมูลลักษณะผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และการเจริญเติบโต มาเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิต

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในลักษณะผลผลิตทะลายสด พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ Compact x Nigeria ให้ผลผลิตทะลายสดสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 4,435 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ Compact x Ghana และ Deli x Compact ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,992

และ 3,795 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ แต่แตกต่างกับพันธุ์ Deli x Lamae ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2,949 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี




**รูปที่ 1 ผลผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมันพันธุ์ Compact 3 พันธุ์ และพันธุ์ Deli**

หากพิจารณาเฉพาะในดินปลูกที่มีความเหมาะสม พบว่า พันธุ์ Compact x Nigeria ให้ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 4,990 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ผลผลิตดังกล่าวข้างต้น มากกว่าผลผลิตของพันธุ์ปาล์มน้ำมันเทเนอร่าทั่วไปประมาณ 1.6 เท่า โดยปกติหากปลูกพันธุ์เทเนอร่าทั่วไป เกษตรกรจะได้รับผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ราคาเฉลี่ยรับซื้อทะลายสดอยู่ที่กิโลกรัมละ 4 บาท เกษตรกรจะมีรายได้ เท่ากับ 12,000 บาทต่อไร่ต่อปี และหากปลูกพันธุ์ Compact x Nigeria เกษตรกรจะมีรายได้ เท่ากับ 19,960 บาทต่อไร่ต่อปี ดังนั้น เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น 7,960 บาทต่อไร่ต่อปี

ต้นที่ให้ผลผลิตทะลายสดสูงและให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อไร่ต่อปีสูงที่สุดของทั้ง 3 พันธุ์ จะถูกนำมาสร้างประชากรดูราและฟิสิเฟอรา เพื่อพัฒนาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปรับตัวเข้าภูมิอากาศของประเทศไทยได้

ผู้ร่วมวิจัย นายประสาทพร กออวยชัย นายรังสิวุฒิ สิงห์คำ นางสาวฐิติมา ศรีพร จา มหาวิทยาลัยแม่โจ้–ชุมพร
นางไซนีย๊ะ สะมาลา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

# ยุทธศาสตร์ ที่ 3

## งานวิจัยเพื่อประเมินและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

# การประเมินความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดวัฏจักรชีวิตของการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

**ศาสตราจารย์ ดร.แชบเบียร์ กีวาลา และคณะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**

ปัจจุบัน ประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมได้ถูกนำมาใช้เป็นหนึ่งในเงื่อนไขการค้าและการส่งออกผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงสินค้าเกษตร ปาล์มน้ำมันนับเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งมีข้อกังวลถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การใช้ทรัพยากรดินและน้ำ การบุกรุกพื้นที่ป่า และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ จึงจำเป็นต่อการประเมินความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยอาศัยตัวชี้วัดความยั่งยืนในระดับสากล คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต หรือ Carbon footprint Water footprint และการประเมินเบื้องต้นถึงความเสี่ยงต่อพื้นที่ที่มีคุณค่าสูงต่อการอนุรักษ์

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย**

(1) นำไปสู่การจัดทำเป็นฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตการปลูกปาล์มน้ำมันของไทย โดยจำแนกรายจังหวัด/ภูมิภาค ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตด้านเกษตรและอาหารระดับชาติ

(2) เป็นเครื่องมือสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันของไทย เพื่อสนับสนุนผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในการพัฒนาไปสู่มาตรฐานการผลิตน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืน (RSPO) หรือมาตรฐานการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพอย่างยั่งยืนที่เริ่มมีการบังคับใช้ในสหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา

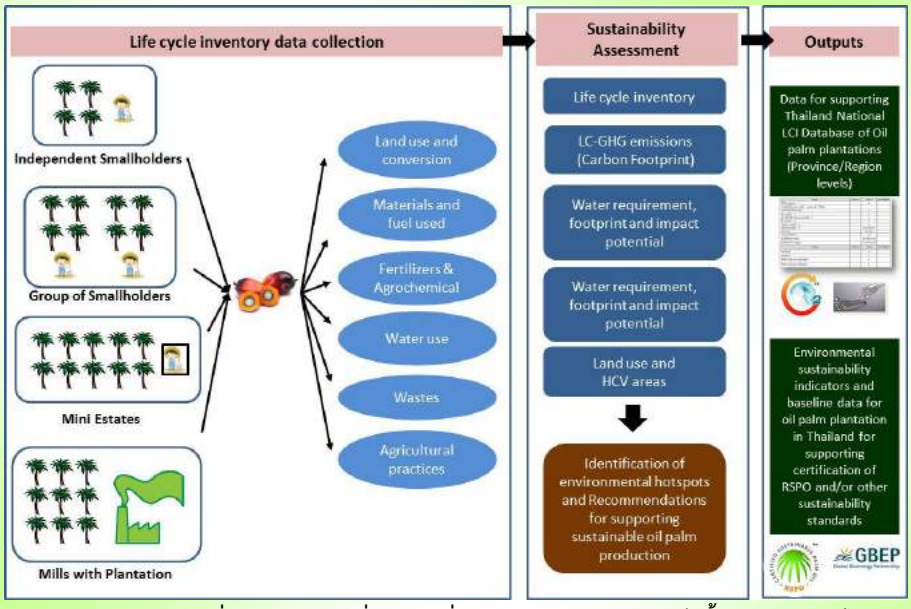
(3) ผลการประเมินความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการส่งเสริมเพื่อให้เกิดการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนของไทยในอนาคต

**ขั้นตอนและสรุปผลการศึกษา**

การศึกษา อาศัยหลักการประเมินวัฏจักรชีวิตของการปลูกปาล์มน้ำมัน คือตั้งแต่การเตรียมกล้า การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวผลผลิตตลอดอายุของปาล์มน้ำมัน ตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอน โดยได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันใน 21 จังหวัด ครอบคลุมภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

**การปล่อยก๊าซเรือนกระจก** ค่าเฉลี่ยของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อตันปาล์มน้ำมันสด (หน้าสวน) ในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไป ช่วงระหว่าง 64-225 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ขึ้นกับลักษณะพื้นที่ แนวปฏิบัติในการปลูกปาล์มน้ำมันและผลผลิตที่แตกต่างกันไป สาเหตุหลักของการเกิดก๊าซเรือนกระจกมาจากการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้เชื้อเพลิงในกิจกรรมการเกษตรและการขนส่งวัตถุดิบต่าง โดยพบว่าในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีผลกระทบด้านการขนส่งมากที่สุด นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ของไทยเพื่อไปปลูกปาล์มน้ำมัน อาจเป็นไปได้ทั้งการเพิ่มแหล่งกักเก็บคาร์บอน เช่น การเปลี่ยนพื้นที่ปลูกพืชไร่หรือข้าวไปเป็นปาล์มน้ำมัน และแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก กรณีการบุกรุกป่าไม้เพื่อการปลูกปาล์มน้ำมัน

**Water footprint** ค่าเฉลี่ยความต้องการน้ำชลประทานของปาล์มน้ำมันในประเทศไทยจะอยู่ 183-1,749 ลบ.ม.ต่อตัน แตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ ผลการประเมิน Blue water x Water Stress Index ของแต่ละพื้นที่ พบว่า การขยายการปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางบางจังหวัด จะมีผลกระทบด้าน Water deprivation potential สูงกว่าพื้นที่ปลูกอื่น มีโอกาสเกิดความตึงเครียดด้านน้ำของพื้นที่ในอนาคต จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่า ประมาณร้อยละ 3.5 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของไทยทับซ้อนกับเขตพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งประเด็นนี้ จำเป็นต้องมีการศึกษาเชิงพื้นที่จริงต่อไปในอนาคต แต่ที่ผลสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร พบว่า พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันใหม่ ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่การเกษตรเดิม เช่น นาข้าว เป็นปาล์มน้ำมัน ส่วนพื้นที่อนุรักษ์โดยเกษตรกรยังไม่ทราบถึงประเภทของพื้นที่อนุรักษ์ รวมถึงขาดความรู้เกี่ยวกับ การจัดการพื้นที่อนุรักษ์ต่างๆ ให้เกิดความยั่งยืนต่อไป




**กรอบการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย**

**การนำเสนอผลการศึกษาโครงการและรับฟังข้อคิดเห็นเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของการปลูกปาล์มน้ำมัน**


ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.รัตนาวรรณ มั่งคั่ง ม.เกษตรศาสตร์ กิตติวรรณ กิจปกรณ์สันติ ม.เกษตรศาสตร์
ดร.ธภัทร ศิลาเลิศรักษา ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พัชราพร พงษ์พัฒน์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ณปภัช เพิ่มพูล ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปิยานนท์ แก่นจันทน์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

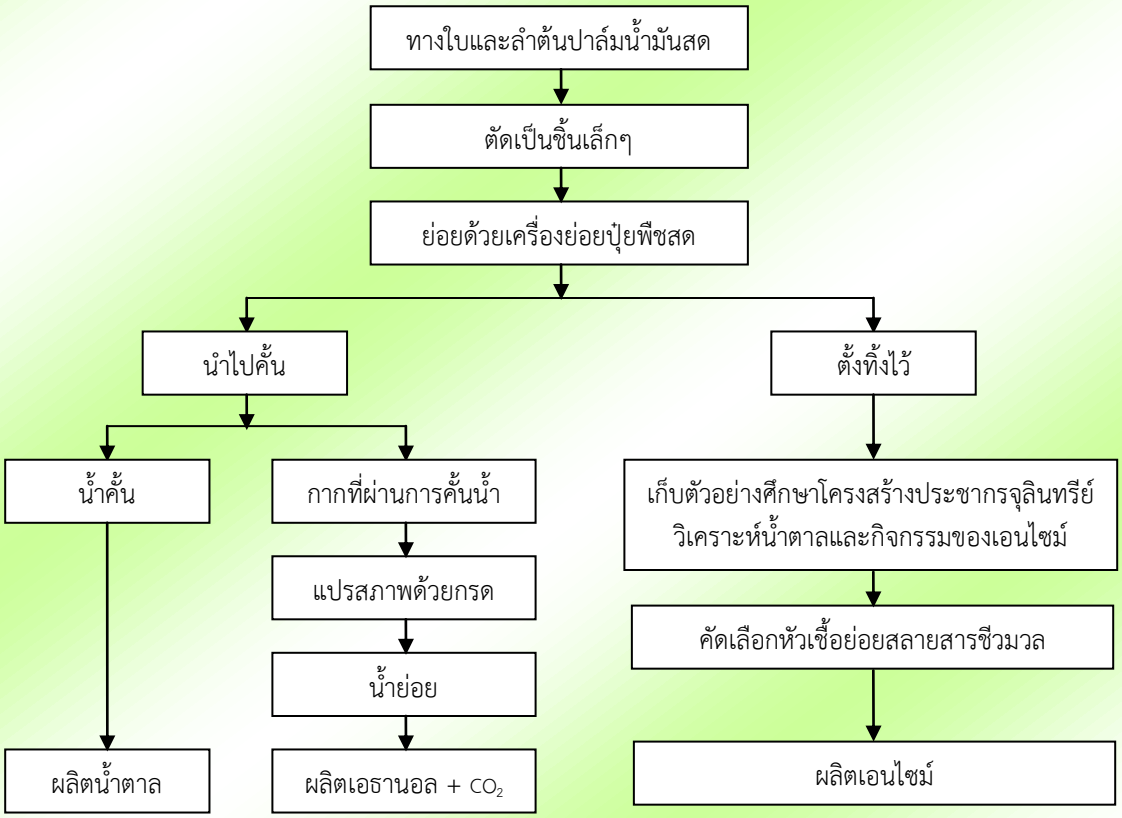
# การผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากวัสดุเศษเหลือของสวนปาล์ม และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

ภายใต้ชุดโครงการ “การใช้วัสดุเศษเหลือของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตสารอาหารร่วมและหัวเชื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพและผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม”

**ศาสตราจารย์ ดร. พูนสุข ประเสริฐสรรพ์ และคณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

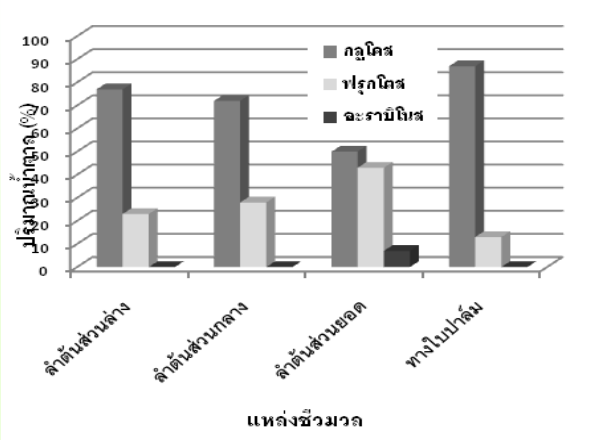
ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง ปลูกมากในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล ตรัง ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง สงขลา นครศรีธรรมราช และพังงา ในปี พ.ศ.2556 มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมด 4.72 ล้านไร่ เนื้อที่ให้ผลผลิต 4.11 ล้านไร่ คิดเป็นผลผลิต 12.02 ล้านตันต่อปี

**ขั้นตอนการดำเนินงาน**




ลำต้นปาล์มน้ำมันที่โค่นทิ้ง (อายุเกิน 25 ปี) และทางใบปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีองค์ประกอบของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้ อาทิเช่น น้ำตาล เอนไซม์ และเอทานอล

1) **การผลิตน้ำตาลจากลำต้นและทางใบปาล์มน้ำมัน** ดังแสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1 ปริมาณน้ำตาลจากลำต้นและทางใบปาล์มน้ำมัน**

**2) การผลิตเอทานอลจากน้ำย่อย (ไฮโดรไลเสต)** ที่ได้จากการแปรสภาพ กากลำต้นและกากทางใบปาล์ม จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรสภาพลำต้นและทางใบปาล์ม พบว่า มีน้ำตาลในไฮโดรไลเสตทั้งหมด 35.71 และ 29.84 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อนำไปหมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การใช้เชื้อผสมให้ค่าเอทานอลสูงกว่าการใช้เชื้อเดี่ยวทั้งสองกรณี โดยได้ค่าเอทานอลสูงสุดเท่ากับ 8.54 และ11.61 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

**3) การศึกษาโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์และการแยกจุลินทรีย์ที่เร่งอัตราการย่อยสลายสารชีวมวล** การศึกษาโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์ ด้วยเทคนิค PCR-DGGE พบว่า แบคทีเรียที่พบจากลำต้นปาล์มมีความหลากหลายกว่าที่พบในทางใบปาล์ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มหลักๆ ได้แก่ แบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก แบคทีเรียกลุ่มแลคติก แบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์ย่อยแป้ง แบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ ยีสต์ และรา

**4) การผลิตเอนไซม์ย่อยชีวมวลจากเชื้อที่แยกได้และการขยายขนาดการผลิตเอนไซม์** แยกได้เชื้อราที่เจริญบนกองต้นปาล์มและทางใบปาล์ม (รูปที่ 2) รวมทั้งผลิตลิกโนเซลลูโลไลสิกเอนไซม์ในปริมาณสูง จำนวน 20 สายพันธุ์ และคัดเลือกได้ 3 สายพันธุ์ (TT1 TT2 และ TM3) เพื่อผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ ที่ใช้ย่อยสลายสารชีวมวลชนิดผง (รูปที่ 3) และใช้เพื่อผลิตเอนไซม์ในปริมาณมากต่อไป

**รูปที่ 2 ลักษณะของเชื้อที่เจริญบนกองต้นปาล์มเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน**

**รูปที่ 3 หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ย่อยสลายสารชีวมวลชนิดผง**

**การใช้ประโยชน์** วัสดุเศษเหลือจากสวนปาล์มน้ำมัน (ทางใบและลำต้นปาล์มน้ำมันที่โค่นทิ้ง) และจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (ทะลายปาล์มเปล่าและเส้นใยปาล์ม) เป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม ได้แก่ น้ำตาล เอนไซม์ เอทานอล และหัวเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารชีวมวล และการผลิตเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มเหล่านี้จะเป็นประโยชน์กับอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มโดยรวม และอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้

**ผู้ร่วมวิจัย** ดร.พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ดร. ศุภลักษ์ สัตยสมิทสถิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# น้ำมันจากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้เอนไซม์

ภายใต้ชุดโครงการ "การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม"

**รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หันพงศ์กิตติกูล คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งทางด้านอาหารและพลังงาน การสกัดน้ำมันปาล์มมีน้ำเสียเกิดขึ้น โดยน้ำเสียจะมีน้ำมันปนอยู่ 7-15 กรัม/ลิตร ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการควบคุมการผลิต น้ำมันส่วนนี้แยกออกได้ยาก เนื่องจาก เกิดอิมัลชันกับสารแขวนลอยที่มาจากชิ้นส่วนของผลปาล์มหลังการบีบอัด ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ปัจจุบัน โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม แยกน้ำมันส่วนนี้ออกจากน้ำเสียโดยปล่อยให้เกิดการลอยตัวในถังดักน้ำมัน ซึ่งการลอยตัวและแยกชั้นของน้ำมันเกิดช้ามาก งานวิจัยนี้ จึงศึกษาการใช้เอนไซม์เซลลูเลสและไซลาเนสย่อยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสในน้ำเสีย และใช้การอัดอากาศละลาย (Dissolved air floatation) เพื่อช่วยในการแยกน้ำมันออกจากน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มให้เร็วขึ้น

**การใช้ประโยชน์** ผลของงานวิจัยนี้จะแยกน้ำมันออกจากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มได้มากขึ้นและเร็วขึ้น ถ้าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมีขนาดการผลิต 45 ตันปาล์มทะลายสด ทำการผลิต 10 ชั่วโมงต่อวัน และใช้ทะลายปาล์มสด 1 ตัน เกิดน้ำเสีย 0.5 ลูกบาศก์เมตร จะมีน้ำเสีย 225 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ถ้าน้ำเสียนี้มีน้ำมันปนอยู่ 10 กรัมต่อลิตร ก็จะมีน้ำมันในน้ำเสีย 2,250 กิโลกรัม หากสามารถแยกน้ำมันส่วนนี้ออกจากน้ำเสียแล้วนำกลับเข้าระบบได้ 20-30% ก็จะได้น้ำมันปาล์มดิบเพิ่มขึ้น

**เทคโนโลยีการผลิต**

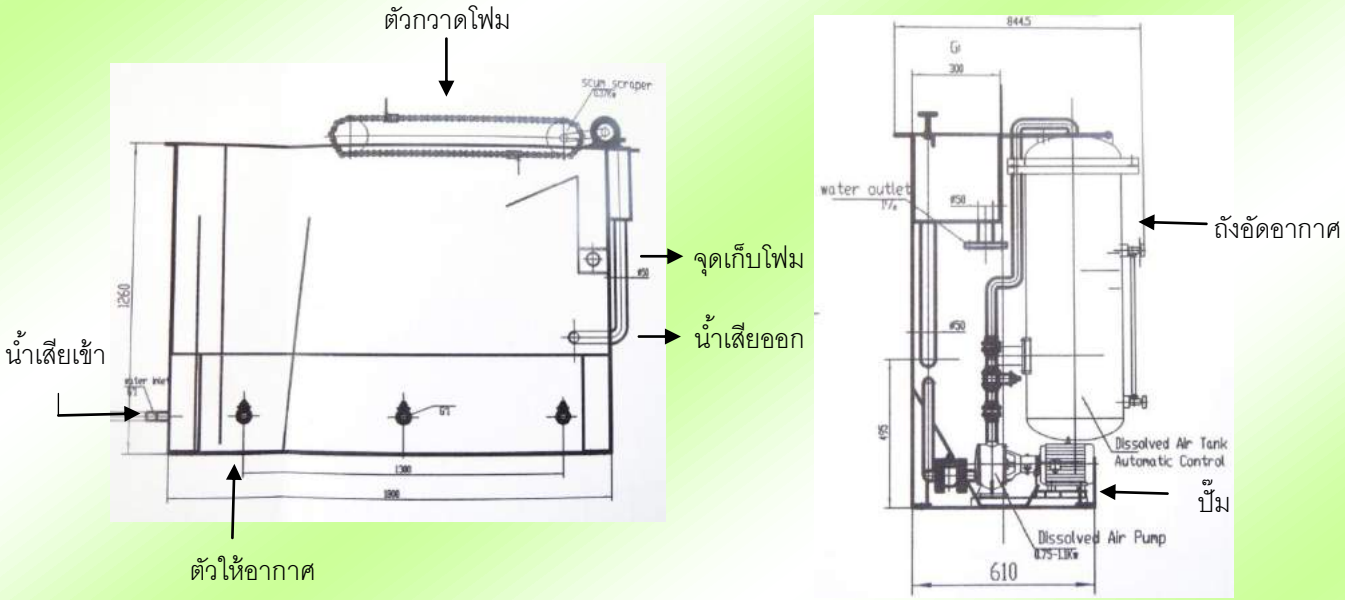
1. การแยกน้ำมันจากน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้เอนไซม์ทางการค้า iKnowZyme Z (เซลลูเลสและไซลาเนส) เพื่อย่อยสารแขวนลอยในน้ำเสีย ทำให้น้ำมันในน้ำเสียลอยตัวได้ง่ายขึ้น
2. การใช้เทคนิคการอัดอากาศละลาย (Dissolved air floatation, DAF) เข้าไปในน้ำเสีย โดยเกิดฟองอากาศขนาดเล็กมาก จึงพาอนุภาคของน้ำมันและสารแขวนลอยขนาดเล็กลอยตัวขึ้น เกิดการแยกชั้นน้ำมันเร็วขึ้น

**ผลการทดลอง**

1. เอนไซม์ที่ใช้เป็นเอนไซม์ทางการค้า iKnoZyme Xylanase ทำงานดีที่ 50 องศาเซลเซียส และที่ 70 องศาเซลเซียส เอนไซม์ยังมีกิจกรรมอยู่ 25%
2. การทดลองระดับเล็กที่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัทล่ำสูง (มหาชน) ใช้เครื่อง DAF ขนาด 1000 ลิตร อัดอากาศที่ความดัน 1 บาร์ ความเร็ว 66 ลิตรต่อนาที (ภาพที่ 1) ทดลองใน 4 กรณี คือ
   2.1 แบบกะไม่เติมเอนไซม์ เก็บน้ำมันได้ 12% ของปริมาณน้ำมันในน้ำเสียปาล์มใน 4 ชั่วโมง
   2.2 แบบกะเติมเอนไซม์ เก็บน้ำมันได้ 36% ของปริมาณน้ำมันในน้ำเสียปาล์มใน 4 ชั่วโมง
   2.3 แบบต่อเนื่องไม่เติมเอนไซม์ เก็บน้ำมันได้ 13% ของปริมาณน้ำมันในน้ำเสียปาล์มใน 4 ชั่วโมง
   2.4 แบบต่อเนื่องเติมเอนไซม์ เก็บน้ำมันได้ 21% ของปริมาณน้ำมันในน้ำเสียปาล์มของปริมาณน้ำมันในน้ำเสียปาล์มใน 4 ชั่วโมง

**ผลได้เชิงเศรษฐศาสตร์** เอนไซม์ราคากิโลกรัมละ 680 บาท 1 ชั่วโมงใช้เอนไซม์ 285 กรัม เป็นเงิน 194 บาท เครื่อง DAF ต้นแบบราคา 400,000 บาท ความจุ 1000 ลิตร ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศขนาด 0.75 kW ปั๊ม ขนาด 1.5 kW มอร์เตอร์กวาดน้ำมัน ขนาด 0.5 kW เดินเครื่อง 1 ชั่วโมง ใช้ไฟฟ้า 2.75 kW 8.25 บาท ถ้าน้ำเสียมีน้ำมัน 10 กรัมต่อลิตร และเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง ให้น้ำเสียเข้า 60 ลิตรต่อนาที โดยไม่เติมเอนไซม์ จะได้น้ำมัน 1.2 กิโลกรัม/ชั่วโมง แต่ถ้าคิดราคาน้ำมันดิบ 15 บาทต่อกิโลกรัม จะได้รายได้ 18 บาท ดังนั้นจะได้รายได้เพิ่ม 9.75 บาท/ชั่วโมง ถ้าเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง โดยเติมเอนไซม์ จะได้น้ำมัน 2.1 กิโลกรัม/ชั่วโมง เป็นเงิน 31.50 บาท แต่มีต้นทุนเอนไซม์เพิ่ม 194 บาท/ชั่วโมง ดังนั้นการเดินเครื่องโดยการเติมเอนไซม์ จะขาดทุน เนื่องจากเอนไซม์มีราคาแพง

***ดังนั้น ควรเลือกวิธีการใช้เครื่อง DAF แบบไม่เติมเอนไซม์***



**ภาพที่ 1 แสดงเครื่องอัดอากาศละลาย**

# การสังเคราะห์พอลิไฮดรอกซีอัลคาโนเอตสายโซ่กลางจากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อใช้ผลิตเมทิลเอสเทอร์โดยใช้ *Rummeliibacillus pycnus* $TS_8$

ภายใต้ชุดโครงการ “การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม”

**ผศ. ดร. ปิยะรัตน์ บุญแสวง คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่**

Polyhydroxyalkanoate (PHA) จัดอยู่ในกลุ่ม Polyesters ของ Hydroxyalkanoates ที่เก็บสะสมภายในเซลล์แบคทีเรียหลายชนิด มีทั้งพอลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์สายโซ่สั้น (Short chain length PHA; scl-PHA) และที่เกิดจากมอนอเมอร์สายโซ่กลาง (Medium chain length; mcl-PHA) โดยจุลินทรีย์จะสะสม PHA ภายในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรอง อย่างไรก็ตาม ในการผลิต PHA มีราคาสูง เนื่องจากเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง จึงมีการประยุกต์ใช้แหล่งคาร์บอนอินทรีย์จากน้ำเสียบ่อทิ้งรวม ที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

**การใช้ประโยชน์** ผลการวิจัยสามารถได้พอลิเมอร์ชนิด P(HB-co-HV-co-HHX) ที่มีมอเนอร์ชนิด 3-Hydroxybutyrate (3HB), 3-Hydroxyvalerate (3HV) และ 3-Hydroxyhexanoate (3HHx) โดยนำไปใช้ผลิตพลาสติกชีวภาพ และ เมทิลเอสเทอร์ สำหรับไบโอดีเซล

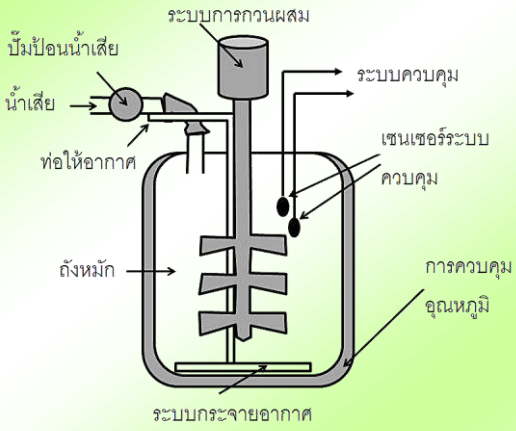
**เทคโนโลยีการผลิต/นวัตกรรม**

**การผลิตพอลิเมอร์**

สารตั้งต้น : น้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม แอมโมเนียมซัลเฟต ($NH_4SO_4$) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($KH_2PO_4$) (C/N:P= 10:0.1)

การควบคุม : อัตราการให้อากาศ เท่ากับ 1 vvm

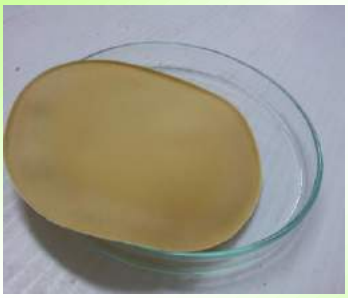
อุณหภูมิ 29±2˚C และ พีเอช 7.0±0.2



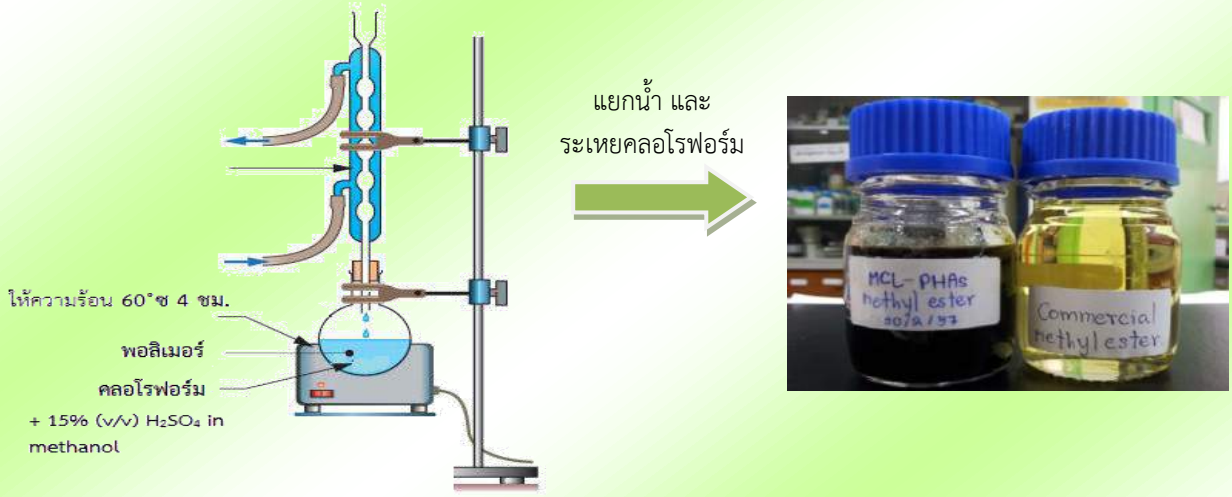

**การผลิตพลาสติกชีวภาพ**

พอลิเมอร์ ⟺ คลอโรฟอร์ม

แยกชั้นล่างทิ้งชั้นบนเอาไปให้ความร้อนระเหยของเหลว



**การผลิตเมทิลเอสเทอร์สำหรับไบโอดีเซล**




**คุณสมบัติพลาสติกชีวภาพ**

คุณสมบัติคล้ายกับสมบัติของพอลิโพรพิลีน โดยมีค่า $T_g$ $T_m$ Tensile strength Young's modulus และ Elongation at break เท่ากับ -21°ซ 147°ซ 27.67 Mpa 1260 Mpa และ 9.47% ตามลำดับ

**คุณสมบัติเมทิลเอสเทอร์**

มีค่าความร้อนจากการเผาไหม้ ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter เท่ากับ 32.9 KJ/g จุดเดือดของสาร Flash point และ Pour point เท่ากับ 132°ซ และ 7°ซ ตามลำดับ คุณสมบัติดังกล่าว ผ่านมาตรฐานของไทยและ ASTM D6751-07 **ยกเว้น** การกัดกร่อนคอปเปอร์และสีไม่พึงประสงค์

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ**

การวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ พบว่า

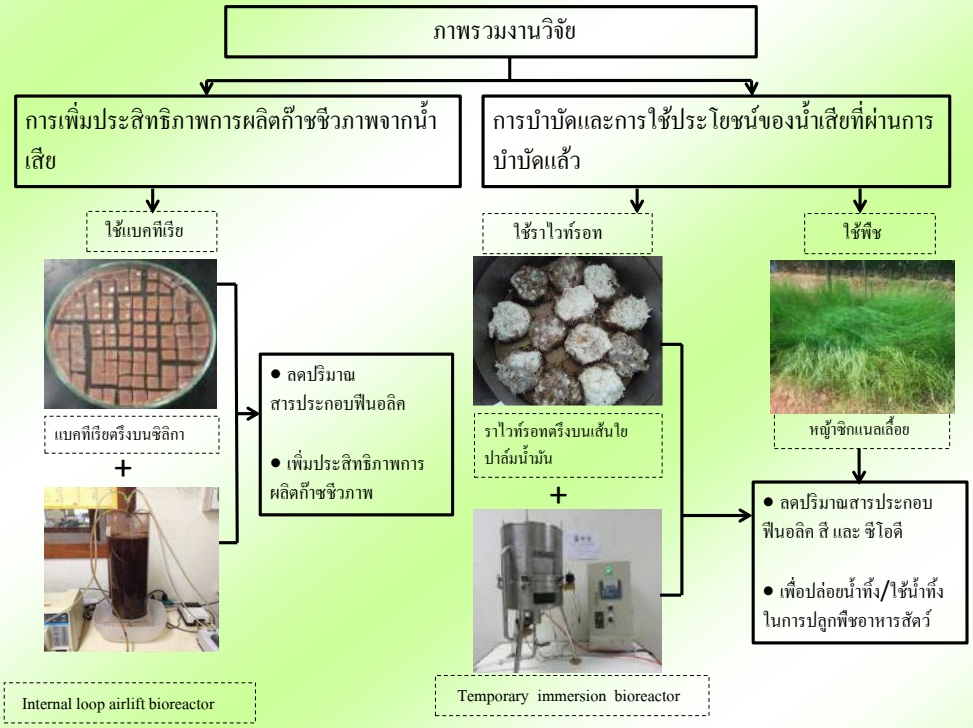
- การนำพอลิเมอร์ที่ผลิตได้ไปผลิตพลาสติกชีวภาพยังไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
- การนำพอลิเมอร์ที่ผลิตได้ไปผลิตเมทิลเอสเทอร์ มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ที่ระยะเวลาคืนทุน 2.2 ปี แต่ก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริง ต้องมีการทดสอบกับเครื่องยนต์

# การบูรณาการวิธีการทางชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ การบำบัดน้ำเสีย และการใช้ประโยชน์ของน้ำทิ้ง จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

ภายใต้ชุดโครงการ “การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม”

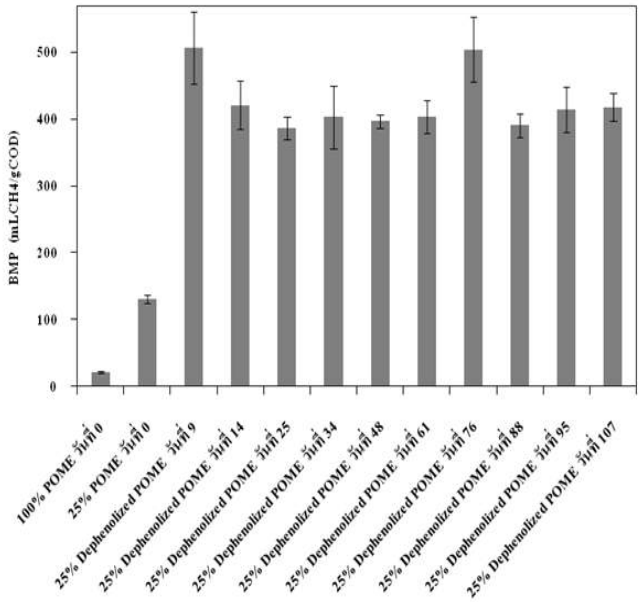
**ดร.อรมาศ สุทธินุ่น และคณะ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์สูงและมีสีน้ำตาลคล้ำ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิคที่ถูกสกัดออกมาจากผลปาล์มน้ำมัน จัดเป็นสารอินทรีย์กลุ่มหนึ่ง ที่มีส่วนทำให้เกิดสีคล้ำในน้ำเสีย อีกทั้งสารประกอบฟีนอลิคมีผลยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทนและจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดในระบบก๊าซชีวภาพ ทำให้การย่อยสลายทางชีวภาพลดลง ส่งผลต่อปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทน ที่ผลิตได้จากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ในทางปฏิบัติ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มยังไม่มีเทคโนโลยี ในการบำบัดสารประกอบฟีนอลิคขั้นต้น ก่อนนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบก๊าซชีวภาพ นอกจากนี้ จุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียไม่มีความจำเพาะเจาะจงในการย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิค จึงตรวจพบสารดังกล่าวตกค้างในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว โครงการวิจัยนี้ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ การบำบัดน้ำเสีย และการใช้ประโยชน์ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด โดยการบูรณาการวิธีการทางชีวภาพ ได้แก่ การใช้แบคทีเรีย รา และหญ้า โดยเน้นการแก้ไขที่แหล่งกำเนิด ตั้งแต่ปัญหาการปนเปื้อนของสารประกอบฟีนอลิคในน้ำเสียจากกระบวนการผลิต การลดปริมาณสารประกอบฟีนอลิคจะทำให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีประสิทธิภาพสูง รวมทั้งกับลดปัญหาสีและซีโอดี ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน

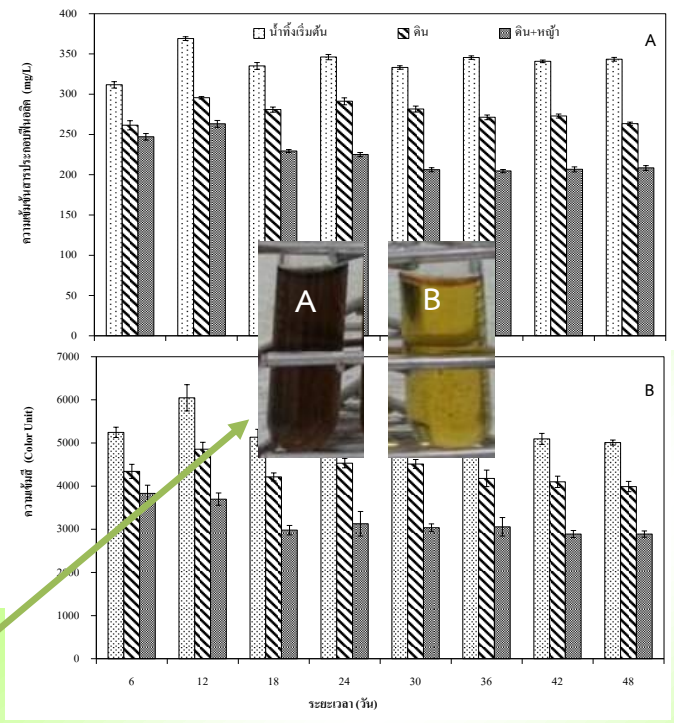


**การใช้ประโยชน์** การบำบัดน้ำเสียแบบบูรณาการที่พัฒนาขึ้น จากการใช้แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายฟีนอลได้แก่ *Methylobacterium* sp. NP3 และ *Acinetobacter* sp. PK1 ตรึงในซิลิกาสำหรับบำบัดสารประกอบฟีนอลิคขั้นต้นในน้ำเสียจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ก่อนเข้าสู่ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่า แบคทีเรียย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิคได้ดีและใช้ได้อย่างต่อเนื่องในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบ Internal loop airlift bioreactor การบำบัดสารประกอบฟีนอลิคขั้นต้นในน้ำเสีย สามารถเพิ่มปริมาณก๊าซชีวภาพและผลผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัด ส่วนการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านระบบก๊าซชีวภาพและ/หรือระบบบ่อปรับเสถียรของโรงงานแล้ว ใช้ราไวท์รอทร่วมระหว่าง *T. hirsuta* AK4 และ *P. ostreatus* ตรึงบนเส้นใยปาล์มน้ำมันควบคู่หรือต่อเนื่องกับการใช้หญ้าซิกแนลเลี้ยและจุลินทรีย์ดินราร่วมที่ถูกตรึงในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบ Temporary immersion bioreactor กำจัดสีได้ดีเท่าเทียมกับการกำจัดสารประกอบฟีนอลิค และประหยัดพื้นที่ในการดำเนินการ ในขณะเดียวกัน อาจนำหญ้าซิกแนลเลี้ยไปปลูกรอบบ่อปรับเสถียร หญ้าซิกแนลที่ผ่านการใช้งานแล้ว สามารถใช้เป็นหญ้าอาหารสัตว์ร่วมกับหญ้าอาหารสัตว์อื่นยามขาดแคลน ดังนั้นการบูรณาการวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบครบวงจร ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากสารประกอบฟีนอลิคสี และซีโอดี สามารถสร้างพลังงานจากน้ำเสีย และใช้ประโยชน์น้ำเสียได้สูงสุด ทั้งนี้วิธีการทางชีวภาพ สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยากได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต้นทุนดำเนินการไม่สูงมากและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

**ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำเสียกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านและผ่านการบำบัดสารประกอบฟีนอลิคขั้นต้น**




**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค (A) และสี (B) ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มก่อนและหลังจากการบำบัดด้วยดินและหญ้าซิกแนลเลี้อย**




**สีของน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มก่อนบำบัด(A) และหลังจากการบำบัดด้วยราไวท์รอท (B)**

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.เอกวัล ลือพร้อมชัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดร.บุญลือ คะเชนทร์ชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.ธิดารัตน์ บุญศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

# การเพิ่มประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยกระบวนการทางกายภาพเคมีเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่

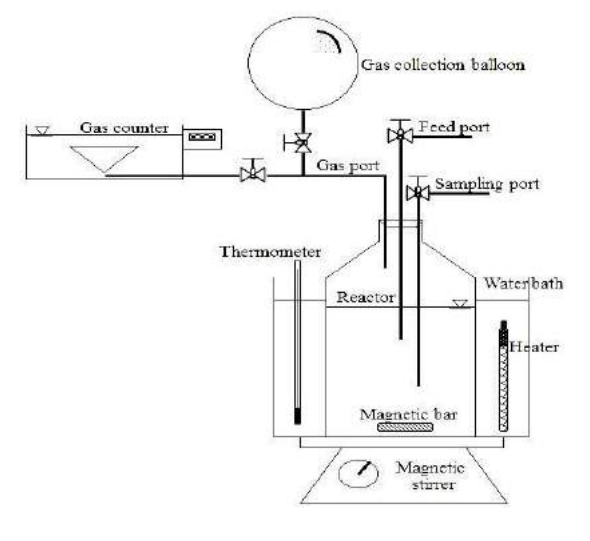
ภายใต้ชุดโครงการ “การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม”

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยศรี สุขสาโรจน์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

โครงการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายประยุกต์วิธีการทางกายภาพเคมีในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดสีและสารอินทรีย์

**การใช้ประโยชน์** กระบวนการ Pretreatment สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบได้ ซึ่งจะทำให้ลดค่าไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานและมีรายได้เพิ่มจากการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

**เทคโนโลยีการผลิต** กระบวนการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นด้วยวิธีการตกจม ร่วมกับวิธีการทางกายภาพเคมี 3 กระบวนการ ได้แก่ อัลตราโซนิค โคอะเลสเซอร์ และตะกอนลอยแบบอัดอากาศ ซึ่งสามารถกำจัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสียได้ 50.3% 53.1% และ 68.2% ตามลำดับ และค่าไขมันในน้ำเสียลดลงอยู่ในช่วงของค่าแนะนำในการเดินระบบแบบไม่ใช้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (น้อยกว่า 10 g/L) ประสิทธิภาพการผลิตมีเทนและการย่อยสลายสารอินทรีย์หลังผ่านการหมักในระดับห้องปฏิบัติการแบบกะที่อุณหภูมิ 35 °c พบว่า น้ำเสียที่ผ่านบำบัดขั้นต้นทั้ง 3 กระบวนการ ทำให้ผลผลิตมีเทนเพิ่มขึ้น 29.7% 16.4% และ 10.1% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการบำบัดขั้นต้น โดยการบำบัดขั้นต้นด้วยอัลตราโซนิคให้ผลผลิตมีเทนสูงสุด 3.05 $LCH_4$/L น้ำเสีย รองลงมาคือ ตะกอนลอยแบบอัดอากาศ และโคอะเลสเซอร์มีค่า 2.65 และ 2.74 $LCH_4$/น้ำเสีย ตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่า การบำบัดขั้นต้นด้วยอัลตราโซนิค ทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ในน้ำเสียเพิ่มขึ้น 76% ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์เมื่อเทียบกับชุดที่ไม่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในรูปของบีโอดีมีค่าเพิ่มขึ้น 22.2% 12.1% และ 11.5% ตามลำดับ และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมีค่าเพิ่มขึ้น 30.5% 21.1% และ 20.4% ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและการกำจัดสีในหน่วย ADMI มีค่าเพิ่มขึ้น 10.5% 11.1% และ 21.6% และ 10.7% 9.7% และ 9.9% ตามลำดับ สารอินทรีย์ในรูปอื่นๆ หลังผ่านการหมักแบบไร้อากาศ พบว่า การตกจมตามธรรมชาติร่วมกับอัลตราโซนิคสามารถกำจัดสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน ลิกนิน และสารฮิวมิค ได้เพิ่มขึ้น 10.5% 10.2% 14.4% 21.1% และ 21.5% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ส่วนการตกจมตามธรรมชาติร่วมกับโคอะเลสเซอร์หรือตะกอนลอยแบบอัดอากาศสามารถกำจัด แอนโทไซยานิน ลิกนิน และสารฮิวมิค ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 10% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

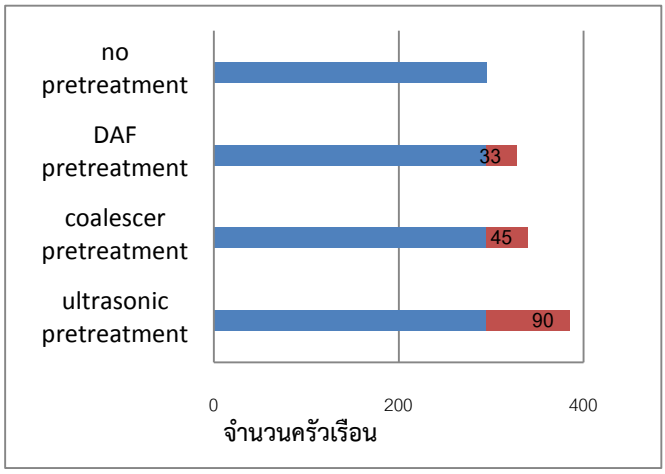



การทดลองในถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ดังภาพที่ 1 เดินระบบแบบกึ่งต่อเนื่อง ควบคุมอุณหภูมิที่ 35°C และระยะเวลากักเก็บ 8 16 และ 32 วัน (OLR 1.00-6.30 gVS/L/day) พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยอัลตราโซนิค โคอะเลสเซอร์และตะกอนลอยแบบอัดอากาศ ให้ผลผลิตมีเทนสูงสุด 3.21 $LCH_4$/L น้ำเสีย 2.87 L $CH_4$/L น้ำเสีย และ 2.77 $LCH_4$/L น้ำเสีย ตามลำดับ ที่ระยะเวลากักเก็บ 16 วัน จะให้ผลผลิตมีเทนเพิ่มขึ้น

30.2% 15.1% และ 11.1% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์หลังผ่านระบบหมักแบบกึ่งต่อเนื่องในรูปของบีโอดีมีค่า 82.2% 75.1% และ 71.5% และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมีค่า 90.5% 86.1% และ 85.4% ตามลำดับ

สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยและการกำจัดสีในหน่วย ADMI มีค่าเท่ากับ 80.5% 71.1% และ 71.6% ตามลำดับ และ 60.7% 54.7% และ 51.9% ตามลำดับ ส่วนสารอินทรีย์ในรูปของสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน ลิกนิน และสารฮิวมิค หลังผ่านการหมักแบบกึ่งต่อเนื่อง พบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยการตกจมตามธรรมชาติร่วมกับอัลตราโซนิค มีประสิทธิภาพกำจัด 31.3% 20.9% 24.5% 31.5% และ 35.2% ตามลำดับ ส่วนโคอะเลสเซอร์ มีประสิทธิภาพกำจัด 29.1% 20.2% 23.6% 30.1% และ 32.5% ตามลำดับ และตะกอนลอยแบบอัดอากาศ พบว่า มีประสิทธิภาพกำจัด 28.8% 20.4% 23.1% 30.1% และ 32.4% ตามลำดับ

จากการตรวจวัดค่าของน้ำเสียหลังผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพในระบบจริง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในห้องปฏิบัติการ พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่ได้ทำการศึกษา สามารถกำจัดสีในหน่วย ADMI เท่ากับ 48.5% ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอย มีค่า 77.01% 82.2% และ 75.4% ตามลำดับ ส่วนสารอินทรีย์ในรูปของสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน ลิกนิน และสารฮิวมิค หลังผ่านระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีประสิทธิภาพกำจัด 22.3% 15.7 % 19.8% 27.2% และ 28.5% ตามลำดับ การบำบัดขั้นต้นด้วยวิธีการดังกล่าว ส่งผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งการนำไปใช้จริงในระบบบำบัดน้ำเสียจะมีการบำบัดในขั้นต่อไปหลังจากผ่านระบบหมักก๊าซชีวภาพแล้ว คือ ระบบบ่อปรับเสถียรจึงมีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำในบ่อสุดท้ายมีค่าสีและสารอินทรีย์ลดลงด้วย




**ภาพที่ 2 เทคโนโลยีการผลิตเพื่อรองรับการบริโภคพลังงานไฟฟ้าของครัวเรือน**

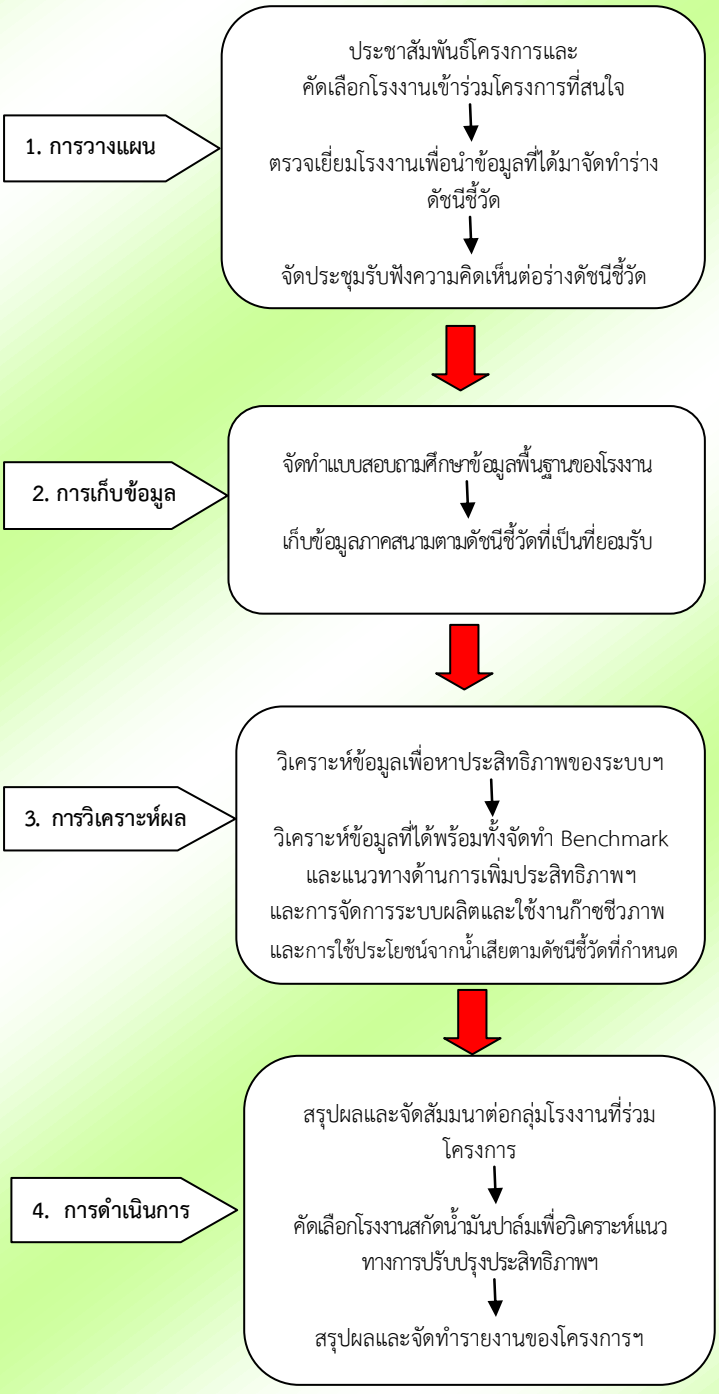
**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่มีขนาด 45 ตันทะลายปาล์มสดต่อชั่วโมง จะมีน้ำเสียประมาณ 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ประมาณ 2,000,000 kWhต่อปี และจากรายงานของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ไทยมีการใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนเฉลี่ย 6,780 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ได้ประมาณ 295 ครัวเรือน และผลการทดลองวิธีการที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด (การบำบัดขั้นต้นด้วยอัลตราโซนิค) ทำให้การผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น 30.2% (หรือ 610,000 kWh ต่อปี) และจะสามารถรองรับครัวเรือนได้เพิ่มขึ้นอีก 90 ครัวเรือน ดังภาพที่ 2

# การจัดทำระบบชี้วัดประสิทธิภาพระบบผลิตก๊าซชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียในกลุ่มโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ภายใต้ชุดโครงการ “การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม”

**รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

ในช่วงปี 2548-2552 ผลผลิตน้ำมันปาล์มของโลกเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 6.30 ต่อปี โดยมีประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียเป็นผู้นำในการผลิตคิดเป็นร้อยละ 86.90 ของผลิตน้ำมันปาล์มทั้งหมด และประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 2.82 ของผลผลิตน้ำมันปาล์มโลก ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบประมาณ 52 แห่ง มีโรงงานร้อยละ 80 ที่มีระบบผลิตพลังงานทดแทนจากน้ำเสียในรูปแบบก๊าซชีวภาพ โดยแต่ละโรงงานมีประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพที่แตกต่างกัน และโครงการวิจัยนี้ ใช้เทนนิคเบนช์มาร์กกิ้ง (Benchmarking) เพื่อเทียบเคียงประสิทธิภาพในการผลิตและใช้งานก๊าซชีวภาพในกลุ่มโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ในการดำเนินโครงการเพื่อการทำ Benchmarking แบ่งการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ขั้นตอนตามหน่วยปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 1

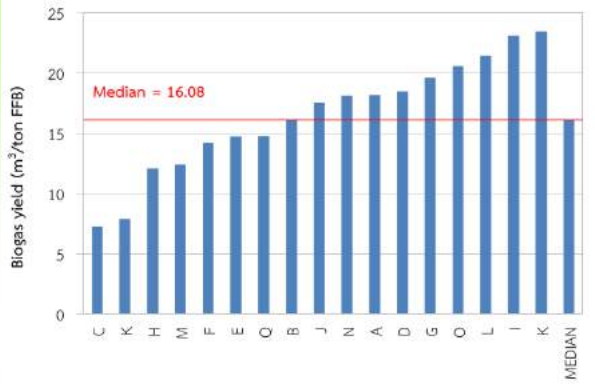



**รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำ Benchmarking**

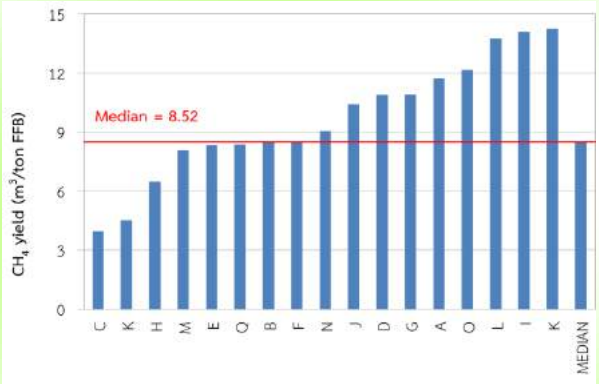
**การใช้ประโยชน์** โรงงานสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพให้เพิ่มสูงขึ้น สามารถจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมการผลิต

**การประชุมสัณจรและเยี่ยมชมระบบผลิตก๊าซชีวภาพของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ**

**ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพฯ** ดัชนีที่ใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตก๊าซชีวภาพฯ มีทั้งหมด 5 ตัวชี้วัดได้แก่ สัมประสิทธิ์การผลิตก๊าซชีวภาพและมีเทนต่อปริมาณปาล์มสด และต่อ COD ที่ถูกกำจัด ประสิทธิภาพการบำบัด COD ของหน่วยผลิตก๊าซชีวภาพ ความเข้มข้นของ $H_2S$ ที่ผ่านหน่วยกำจัด $H_2S$ และอัตราการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ




**รูปที่ 2 จัดอันดับประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพต่อ Biogas yield ($m^3$/tonFFB)**




**รูปที่ 3 จัดอันดับประสิทธิภาพของระบบผลิตก๊าซชีวภาพต่อ Methane yield ($m^3$/tonFFB)**

**ผลดำเนินงาน** พบว่า หน่วยผลิตก๊าซชีวภาพ (AD) การผลิตก๊าซชีวภาพต่อตันทะลายปาล์มสดและต่อการกำจัด COD มีค่าอยู่ในช่วง 25.90-7.73 $m^3$/tonFFB และ 0.80-0.35 $m^3$/kgCOD removed ตามลำดับ คิดเป็นดัชนีสัมประสิทธิ์การผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas yield) มีค่าเท่ากับ 16.08 $m^3$/tonFFB (รูปที่ 2) and 0.51 $m^3$/kgCOD removed นอกจากนี้การผลิตก๊าซมีเทนต่อตันทะลายปาล์มสดและต่อการกำจัด COD มีค่าอยู่ในช่วง 15.76-4.26 $m^3$/tonFFB และ 0.46-0.20 $m^3$/kgCOD removed ตามลำดับ คิดเป็นค่าดัชนีค่าสัมประสิทธิ์การผลิตมีเทน 8.52 (รูปที่ 3) $m^3$/tonFFB and 0.30 $m^3$/kgCOD removed โดยประสิทธิภาพการบำบัด COD มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 97.31-76.31 คิดเป็นค่าดัชนีการบำบัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 89.10 สำหรับ หน่วย $H_2S$ removal unit มีค่าดัชนี $H_2S$ output อยู่ในช่วง 228.79-1.70 ppm คิดเป็นค่าดัชนี $H_2S$ output เท่ากับ 30.64 ppm และหน่วยผลิตไฟฟ้า (GEN) มีค่าดัชนีอัตราการผลิตไฟฟ้าได้อยู่ในช่วง 2.58-1.40 kWh/$m^3$ biogas คิดเป็นค่าดัชนีเท่ากับ 1.96±0.14 kWh/$m^3$ biogas การจัดทำตัวชี้วัดประสิทธิภาพระบบผลิตก๊าซชีวภาพฯ ทั้ง 5 ตัวชี้วัดนี้สามารถนำไปเป็นการยกระดับความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบของไทยได้ในระยะยาวต่อไป

ผู้ร่วมวิจัย ผศ.ดร.ปิยะรัตน์ บุญแสวง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คุณจิราพร ศิริวัฒน์ คุณกัญญารัตน์ สฤษฎ์พงศ์ทรีฆ และคุณอมรพรรณ แถมเงิน

# คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 และเถ้าปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด

ภายใต้ชุดโครงการ “การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด”

**นายสนธยา กงกองแก้ว และคณะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตอุเทนถวาย**

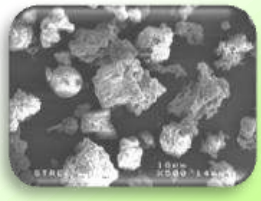
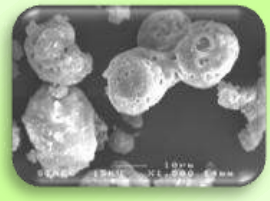
ความตื่นตัวเรื่องการใช้พลังงานทดแทนจากพืชเพื่อลดการใช้น้ำมันปิโตรเลียม “ไบโอดีเซล” ซึ่งใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิต กลายเป็นแหล่งพลังงานสำคัญ หลายประเทศจึงเร่งรณรงค์และออกมาตรการผลักดันให้ประชาชนหันมาใช้ไบโอดีเซล ในประเทศไทย รัฐบาลได้ประกาศเรื่องพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ เนื่องจากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพง และประเทศไทยต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน การส่งเสริมและสนับสนุนใช้น้ำมันจากพืชซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้เองในประเทศ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการรักษาเงินตราต่างประเทศ สร้างความมั่นคงและสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศ อีกทั้งยังช่วยสร้างตลาดที่มั่นคงให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย กระทรวงพลังงานจึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดพื้นที่ปลูก จัดหาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เพื่อสนับสนุนนโยบายของรัฐบาล

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เศษเหลือใช้ของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ กะลา เส้นใย และทลายปาล์มเปล่า มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หลังจากการเผา พบว่าเถ้าปาล์มน้ำมันที่เกิดขึ้น มีปริมาณสูงถึง 2 แสนตันต่อปี เถ้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นผงฝุ่น น้ำหนักเบา สามารถฟุ้งกระจายได้ง่าย เถ้าปาล์มน้ำมันมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ส่วนใหญ่ทำให้เกิดปัญหาการกำจัดทิ้ง เช่น ปัญหาด้านมลพิษต่อสภาวะแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้น การนำเถ้าปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสมของวัตถุดิบที่หาได้จากท้องถิ่น เช่น ดินลูกรัง เป็นส่วนประกอบผนังอาคาร จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรม และเป็นการนำวัตถุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มและพัฒนาต่อยอดเป็นวัสดุก่อสร้างผนังชนิดใหม่ได้เป็นอย่างดี

**การใช้ประโยชน์** สามารถนำเถ้าปาล์มน้ำมันมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ในการปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังเพื่อนำมาใช้เป็นผนังดินแบบบดอัดให้เป็นไปตามมาตรฐาน ทำให้เถ้าปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มมีคุณค่าที่เพิ่มขึ้น

**ขั้นตอนการผลิต**

ดินลูกรัง เถ้าปาล์มน้ำมันและปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ที่ใช้ในการวิจัย

ภาพขยาย Scanning Electron Microscope (SEM) ของอนุภาคเถ้าปาล์มน้ำมัน กำลังขยาย 500 เท่า และ 1,500 เท่า

การเตรียมตัวอย่างดินลูกรัง เถ้าปาล์มน้ำมันและปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เพื่อทดสอบกำลังอัด โดยการบดอัดในแบบหล่อ

การบ่มตัวอย่างที่บดอัดแล้ว ในถุงพลาสติก ก่อนนำไปทดสอบกำลังอัด

การทำผนังดินแบบบดอัดในอาคารที่ก่อสร้างจริง โครงการสร้างโบสถ์ดินวัดตอยาง จ. สระบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

การทดสอบกำลังรับแรงอัด

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ** การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรัง โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 และเถ้าปาล์มน้ำมัน ช่วยให้สามารถนำดินลูกรังที่พบได้ในหลากหลายพื้นที่ของประเทศไทย มาสร้างเป็นผนังอาคารที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐาน ช่วยลดการใช้วัสดุที่ก่อให้เกิดมลพิษจากการก่อสร้างที่ใช้อิฐดินเผาและคอนกรีตที่ใช้พลังงานสะสมเพื่อการผลิตและก่อให้เกิดมลพิษจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์

# คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เถ้าและเส้นใยปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด

ภายใต้ชุดโครงการ “การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด”

**นายเสกสรร ปลื้มสวาสดิ์ และคณะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตอุเทนถวาย**

นับตั้งแต่การตื่นตัวเรื่องการใช้พลังงานทดแทนจากพืชเพื่อลดการใช้น้ำมันปิโตรเลียม “ไบโอดีเซล” ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิต ได้กลายเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในอันดับต้นๆ หลายประเทศจึงเร่งรณรงค์และออกมาตรการผลักดันให้ประชาชนหันมาใช้ไบโอดีเซล เพื่อทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม ที่นับวันก็ยิ่งมีราคาสูงขึ้น ประเทศไทย โดยรัฐบาลได้ประกาศให้เรื่องพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ เนื่องจากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพง และประเทศไทยต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน การส่งเสริมและสนับสนุนน้ำมันจากพืชซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้เองในประเทศมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการรักษาเงินตราต่างประเทศ สร้างความมั่นคงและสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศ อีกทั้งยังช่วยสร้างตลาดที่มั่นคงให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย กระทรวงพลังงานจึงได้ปรับปรุงยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลเสนอคณะรัฐมนตรีเห็นชอบโดยความร่วมมือกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดพื้นที่ปลูก และจัดหาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เพื่อสนับสนุนนโยบายของรัฐบาล

จากเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เศษเหลือใช้ของผลปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เศษกะลา เส้นใย และทลายปาล์มเปล่า มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถูกนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า หลังจากการเผา พบว่าเถ้าปาล์มน้ำมันที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงถึง 2 แสนตันต่อปี เถ้าปาล์มน้ำมันมีลักษณะเป็นผงฝุ่นน้ำหนักเบา สามารถฟุ้งกระจายได้ง่าย เถ้าปาล์มน้ำมันมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ส่วนใหญ่ทำให้เกิดปัญหาการกำจัดทิ้ง เช่น ปัญหาด้านมลพิษต่อสภาวะแวดล้อม เป็นต้น

ดังนั้น การนำเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสมของวัตถุดิบที่หาได้ทั่วไปจากท้องถิ่น เช่น ดินลูกรัง มาใช้เป็นส่วนประกอบผนังอาคาร จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรม เป็นการนำวัตถุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มและพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างผนังชนิดใหม่ได้

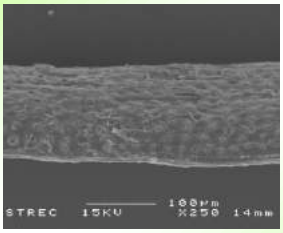
**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** สามารถนำเถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมันมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 ในการปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังเพื่อนำมาใช้เป็นผนังดินแบบบดอัดให้เป็นไปตามมาตรฐาน ทำให้เถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มมีคุณค่าที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เส้นใยปาล์มน้ำมัน ยังเสริมกำลังและลดการแตกร้าวให้กับผนังดินแบบบดอัดได้ด้วย

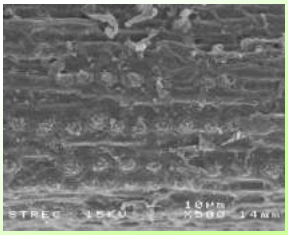
**ขั้นตอนการผลิต**

ดินลูกรัง เถ้าปาล์มน้ำมันและปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ที่ใช้ในการวิจัย

ภาพขยายเส้นใยปาล์มน้ำมัน

250 เท่าและ500 เท่า





การบ่มตัวอย่างหลังจากการบดอัดดินลูกรังผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เถ้าปาล์มน้ำมัน และเส้นใยปาล์มน้ำมัน ที่อายุการบ่มที่ 7 14 และ 28 วัน ก่อนนำมาทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว

ตัวอย่างดินลูกรังปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ร้อยละ 5 และเส้นใยปาล์มน้ำมันร้อยละ 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ที่อายุการบ่มที่ 28 วัน ตามลำดับ

การทำผนังดินแบบบดอัดในอาคารที่ก่อสร้างจริง
โครงการสร้างโบสถ์ดินวัดตอยาง จ.สระบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอเทนถวาย

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ** สามารถนำดินลูกรังที่พบได้ในหลากหลายพื้นที่ของประเทศไทย มาสร้างเป็นผนังอาคารที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐาน ช่วยลดการใช้วัสดุที่ก่อให้เกิดมลพิษ จากการก่อสร้างที่ใช้อิฐดินเผาและคอนกรีต ที่ใช้พลังงานสะสมเพื่อการผลิตและก่อให้เกิดมลพิษจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ การนำเส้นใยปาล์มน้ำมันผสมเพิ่มลงไป ช่วยทำให้ชิ้นตัวอย่างมีความเหนียวมากขึ้น และช่วยลดการแตกร้าวในตัวดินบดอัดได้เป็นอย่างดี

ผู้ร่วมวิจัย นายสนธยา กงกองแก้ว

# การพัฒนาประสิทธิภาพความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของผนังดินลูกรัง ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน และเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นผนังรับน้ำหนักแบบบดอัด

ภายใต้ชุดโครงการ “การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรังด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 เถ้าปาล์มน้ำมันและเส้นใยปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นผนังดินแบบบดอัด”

**นายพู่กัน สายด้วง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตอุเทนถวาย**

การปรับปรุงยุทธศาสตร์พัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลของกระทรวงพลังงาน ที่เสนอคณะรัฐมนตรีเห็นชอบเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 ทำให้เศษเหลือใช้ของผลปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เศษกะลา เส้นใย และทลายปาล์มเปล่า มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถูกนำมาเผาเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า มีอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ประมาณ 800-9,000 ℃ ทำให้เกิดเถ้าปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Fuel Ash) เป็นจำนวนมาก ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและสหกรณ์ พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มประมาณ 2,885,000ไร่ และมีผลผลิตเป็นอันดับ 3 ของโลก ประมาณ 9,271,000 ตันต่อปี ทำให้เศษเหลือใช้ของผลปาล์มน้ำมัน มีปริมาณที่สูง หรือประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ขณะเดียวกันได้ มีการนำเถ้าปาล์มน้ำมัน มาใช้ในงานคอนกรีตอย่างแพร่หลาย และมีงานวิจัยออกมาอย่างต่อเนื่องจากหลายสถาบัน จนเป็นที่ทราบกันดีว่าเถ้าปาล์มน้ำสามารถใช้แทนปูนซีเมนต์บางส่วนในงานคอนกรีตได้ดี ดังนั้นการนำเถ้าน้ำมันปาล์ม และเส้นใยปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนผสมของวัตถุดิบที่หาได้ทั่วไปจากพื้นที่ท้องถิ่น เช่น ดินลูกรัง เป็นส่วนประกอบผนังอาคาร จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมจากวัตถุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ หากมีการพัฒนาให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพเพิ่มในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อน จะช่วยเพิ่มมูลค่าของงานสถาปัตยกรรมสร้างสรรค์และเป็นแรงจูงใจในการนำไปใช้จริง เพื่อให้การใช้ที่ว่างในอาคารเกิดภาวะน่าสบายมากยิ่งขึ้น

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** การใช้ผนังดินรับน้ำหนักแบบบดอัด ที่มีส่วนผสมของวัสดุดินลูกรัง ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน และเส้นใยปาล์มน้ำมัน จะมีความแข็งแรง สัดส่วนที่ดีในการนำไปออกแบบสถาปัตยกรรม และใช้ในการก่อสร้างได้สะดวก เป็นฉนวนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้เป็นองค์ประกอบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน จะเป็นนวัตกรรมการก่อสร้างอาคารที่ช่วยในการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติตั้งแต่กระบวนการผลิต ช่วยลดมลพิษและสิ่งตกค้างที่มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม โดยการนำวัสดุเหลือใช้มาพัฒนาให้เกิดเป็นวัสดุที่ใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้รวมไปถึงงานสถาปัตยกรรมในชุมชน ปลูกสร้างอาคารด้วยตนเองได้ โดยไม่ต้องใช้องค์ความรู้และฝีมือทางช่างมากนัก อย่างเช่น งานผสมคอนกรีต งานฉาบที่ต้องใช้ช่างที่ชำนาญการในการก่อสร้าง และสามารถหาวัสดุได้ในท้องถิ่น อาคารที่นำวัสดุประเภทนี้ไปใช้ จะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวทางสถาปัตยกรรม และช่วยให้มีสภาวะน่าสบายในการอยู่อาศัย

**ขั้นตอนการผลิต**

**การคัดกรองส่วนผสมในห้องทดลอง**

**(ภาพแสดงบางส่วนของการคัดกรองสัดส่วนปริมาณวัสดุ)**

การทดสอบส่วนผสมในห้องทดลอง
(ภาพแสดงบางส่วนของการทดสอบวัสดุ)

การเตรียมวัสดุ สรุปส่วนผสมในห้องทดลอง

การผสมส่วนผสมในสถานที่ก่อสร้าง

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ** การนำวัสดุเหลือใช้ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า คือ เถ้าปาล์มน้ำมัน และเส้นใยปาล์มน้ำมัน มาผสมกับดินและซีเมนต์ เพิ่มมูลค่าโดยการใช้ในการก่อสร้างผนังอาคาร และช่วยลดปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้าง นอกจากนี้ ยังเพิ่มคุณค่าความเป็นเอกลักษณ์ให้สถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากชุมชนนำไปใช้กับอาคารในชุมชนอย่างแพร่หลาย จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเพิ่มรายได้ในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ต่อไป จึงเป็นการนำผลการวิจัยเรื่องนี้มาเป็นส่วนหนึ่งในการก่อสร้างอาคาร

**ภาพ แสดงการก่อสร้างอาคารโดยใช้ผนังดินแบบบดอัด โดยอาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย**

*หมายเหตุ การวิจัยนี้เป็นเพียงการนำผลการทดลองบางส่วนไปใช้กับการก่อสร้างอาคาร เนื่องจากยังไม่สรุปอัตราส่วนที่เหมาะสมจากการทดลอง โดยจะทำการสรุปและทดลองใช้กับอาคารในปีที่ 2 ของโครงการ ต่อไป

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
สวก

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

# ยุทธศาสตร์ที่4

## งานวิจัยการกำหนดมาตรฐานคุณภาพ

## และการจัดการแต่ละขั้นตอน

# โครงการระบบบริหารจัดการปาล์มน้ำมันอย่างมีส่วนร่วมที่ยั่งยืน เพื่อเตรียมพร้อมการรับรอง GAP และ RSPO

**รองศาสตราจารย์ดร. กาญจนา เศรษฐนันท์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**

ประเทศไทย มีจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่า 1.28 แสนครัวเรือน มีพื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่ให้ผลผลิตประมาณ 4.28 และ 3.98 ล้านไร่ ตามลำดับ โดยผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของไทยในปี 2555 มีแนวโน้มขยายตัวร้อยละ 5-7 จากปีก่อนหน้า ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากที่ภาครัฐได้มีการดำเนินยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมัน ซึ่งระบบการผลิตปาล์มน้ำมัน ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการในธุรกิจน้ำมันปาล์มจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตทั้งระบบ ตั้งแต่ระดับเกษตรกรผู้ปลูก โรงสกัดและโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยเน้นการลดต้นทุน และเพิ่มปริมาณผลผลิตที่ได้จากการผลิต เพื่อให้ระบบการผลิตมีความพร้อมที่จะขอการรับรอง GAP และ RSPO เพื่อนำไปสู่ระบบการผลิตปาล์มน้ำมัน ที่ยั่งยืน

**การใช้ประโยชน์** โครงการนี้จะเป็นโครงการนำร่องในปีถัดไป เพื่อขยายไปสู่วิสาหกิจอื่นโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการรวมกลุ่ม (Cluster) ปาล์มน้ำมันให้เข้มแข็งและมีมาตรฐาน GAP และ RSPO อันจะนำไปสู่ความเข้มแข็งในระบบการบริหารอย่างมีส่วนร่วมที่ยั่งยืนในระยะยาวอย่างแท้จริง

**ขั้นตอนการดำเนินงาน** วิธีการดำเนินการวิจัย เริ่มด้วยการคัดเลือกวิสาหกิจชุมชนนำร่อง จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล และดำเนินการศึกษา ซึ่งแบ่งกลุ่มการศึกษาไว้ 5 โมดูล ได้แก่ 1) การเพิ่มศักยภาพในการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างมีส่วนร่วมของชุมชน 2) รูปแบบการบริหารจัดการโครงการสกัดปาล์มน้ำมันต้นแบบอย่างมีส่วนร่วม 3) การศึกษาหาตำแหน่งที่ตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม และจุดรวบรวมน้ำมันปาล์มดิบ 4) การศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ในด้านเศรษฐกิจชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม และ 5) การรายงานผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และสังคม

**ผลที่ได้รับจากโครงการ**

**โมดูล 1**

รูปแบบ (Model) การผลิตปาล์มน้ำมันที่ได้ผลผลิตสูงและเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูง ด้วยระบบการจัดการที่ดีและมีความยั่งยืน

**โมดูล 2**

แผนกลยุทธ์ของกลุ่มเครือข่ายปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้การบริหารจัดการการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นไปอย่างยั่งยืน

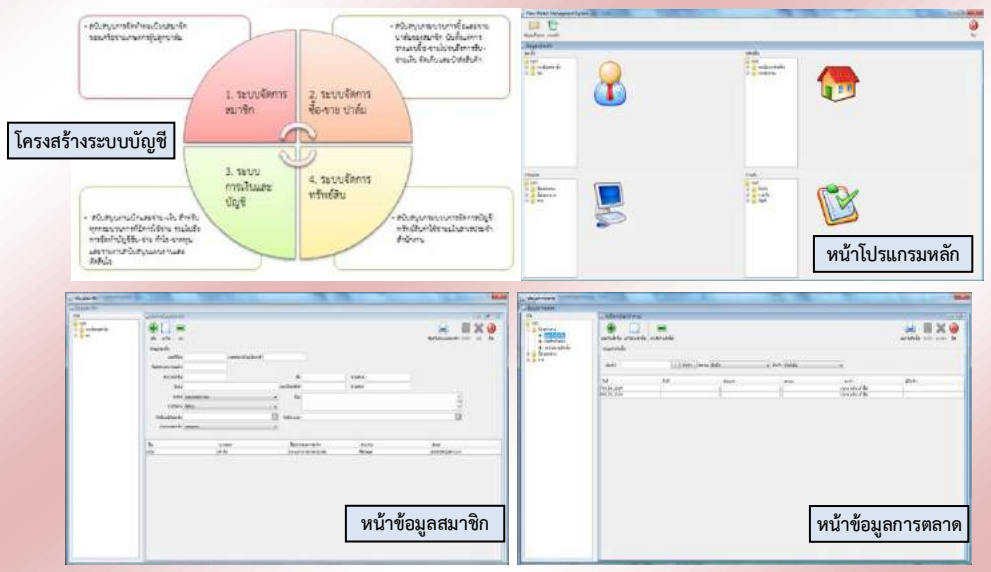
**โมดูล 3**

รูปแบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อการจัดสรรผลผลิตปาล์มน้ำมันไปยังจุดรวบรวมและโรงงานสกัด เพื่อทำให้เกิดการลดต้นทุนการขนส่งและเพื่อรักษาคุณภาพของผลผลิตปาล์มน้ำมัน

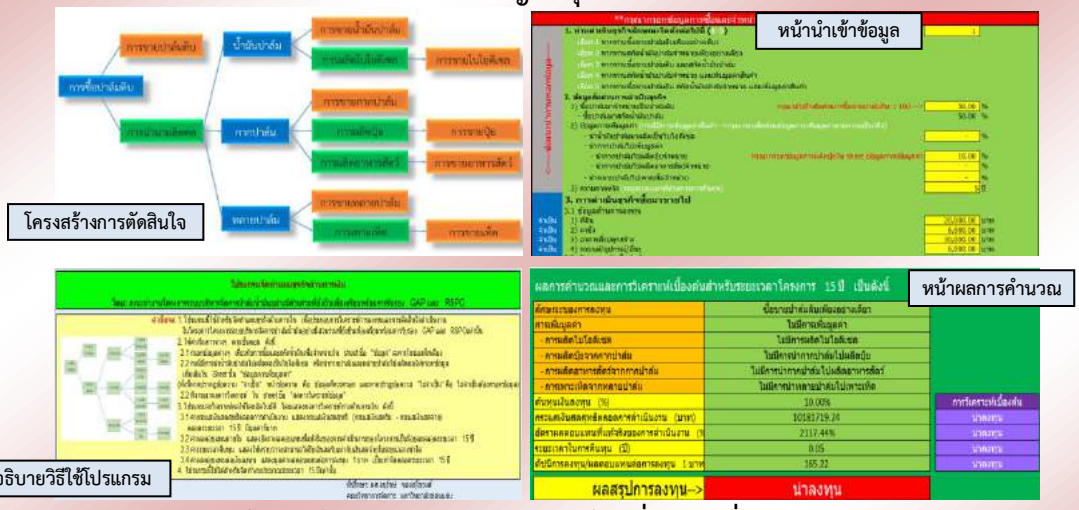
**โมดูล 4 และ5**

ประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในพื้นที่ชุมชนนำร่อง

**ภาพ ระบบฐานข้อมูลเกษตรกร**




**ภาพ ระบบบัญชีกลุ่มปาล์มน้ำมัน**




**ภาพ โครงสร้างของระบบการตัดสินใจเพื่อการเพิ่มมูลค่าผลผลิต**

ผู้ร่วมวิจัย : คณะมหาวิทยาลัยขอนแก่นและมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

# การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและการประเมินการใช้มาตรฐานคุณภาพของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

**ผศ. ดร. เบญจมาภรณ์ พิมพา และคณะ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี**

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และการประเมินการใช้มาตรฐานคุณภาพของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยมุ่งเน้นการศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันจำนวน 3 มาตรฐาน ประกอบด้วย มาตรฐานสินค้าเกษตรทะลายปาล์มน้ำมัน มาตรฐานสินค้าเกษตรว่าด้วยการปฏิบัติที่ดีสำหรับลานเทปาล์มน้ำมัน และมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับปาล์มน้ำมัน การวิจัยในครั้งนี้มีการใช้แบบสอบถามเกษตรกรจำนวน 256 ราย ลานเทจำนวน 77 ลานเท และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบจำนวน 10 โรงงาน ทำการสุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมัน เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายในห้องปฏิบัติการจำนวน 628 ทะลาย โดยคัดเลือกทะลายปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพดีที่สุดจากเกษตรกรหรือผู้รับจ้างตัดปาล์มที่นำมาจำหน่ายยังลานเท เก็บตัวอย่างน้ำมันปาล์มดิบจากโรงงาน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพจำนวน 33 โรงงาน

**การใช้ประโยชน์** งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันให้มีความอย่างยั่งยืน

**ผลการวิจัย** ผลผลิตทะลายปาล์มสดเมื่อปี พ.ศ. 2557 มีปริมาณ 12.5 ล้านตัน ราคาน้ำมันปาล์มดิบเฉลี่ยกิโลกรัมละ 28.57 บาท หากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีอัตราการสกัด (Oil Extraction Rate; OER) 20% จะคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ 71,425 ล้านบาท อัตราการสกัดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเฉลี่ยเมื่อปี พ.ศ. 2557 17.18% คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ 61,844.9 ล้านบาท ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่าสูงถึง 10,151.5 ล้านบาท ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำมันต่อทะลายปาล์มน้ำมันในห้องปฏิบัติการจำนวน 628 ทะลาย พบว่ามีค่าเฉลี่ย 23.25% ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างทะลายปาล์มน้ำมันจากจังหวัดต่างๆ โดยมีค่าเฉลี่ย ดังต่อไปนี้ 1) กระบี่ 23.25% 2) ชุมพร 21.35% 3) สุราษฎร์ธานี 21.78% 4) ปทุมธานี 23.30% 5) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19.71% 6) ชลบุรี 26.40% 7) กาญจนบุรี 25.58% 8) เชียงราย 26.11% 9) ตาก 24.19% และ 10) สุโขทัย 22.80% ทะลายปาล์มที่สุ่มตัวอย่างที่ลานเทโรงงานจังหวัดชลบุรี มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุด 26.40% จากการสอบถาม พบว่ามีผลมาจากหลายปัจจัย เช่น การได้รับการส่งเสริมเรื่องการจัดการสวนที่ดี การเลือกตัดทะลายปาล์มสุกมาจำหน่ายที่โรงงานโดยตรง และลานเทของโรงงานมีการคัดคุณภาพ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันปาล์มดิบ พบว่ากรดไขมันอิสระของน้ำมันปาล์มดิบอยู่ในช่วง 2.39-11.56% ค่าไอโอดีนของน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้มีค่า 50.84-55.89 ค่าความชื้นของน้ำมันปาล์มดิบมีค่าอยู่ในช่วง 0.017-0.80% ค่าสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ในช่วง 0.01-0.16% ค่า Deterioration Bleachability Index อยู่ในช่วง 0.85-2.98 ค่าแคโรทีนอยด์ของน้ำมันปาล์มดิบอยู่ในช่วง 287.05-520.98 ppm ผลการศึกษาการรับรู้และการปฏิบัติที่สอดคล้องกับมาตรฐาน พบว่าเกษตรกรรับรู้และปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรทะลายปาล์มน้ำมันร้อยละ 79.60 สาเหตุที่เกษตรกรไม่ได้นำข้อกำหนดบางข้อไปปฏิบัติ เนื่องจาก ในทางปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐานนั้นทำได้ยาก เช่น การวิเคราะห์คุณภาพทั่วไปของทะลายปาล์ม ข้อกำหนดที่เป็นข้อมูลที่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ทราบแน่ชัด คือข้อมูลที่เกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์น้ำมัน หรือการชักตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนของน้ำมันในทะลาย

**มุมมองเกษตรกร** ร้อยละ 91.23 รับรู้การปฏิบัติที่สอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติที่ดีสำหรับลานเทปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 91.84 รับรู้และปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับปาล์มน้ำมัน เกษตรกรมีความเห็นว่า มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับปาล์มน้ำมันมีประโยชน์ในเรื่องของการดูแลจัดการสวนปาล์มให้เกิดคุณภาพและเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน

**มุมมองผู้ประกอบการลานเท** ร้อยละ 86.04 รับรู้และปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรทะลายปาล์มน้ำมัน สาเหตุที่ไม่สามารถนำข้อกำหนดบางข้อไปปฏิบัติได้ เนื่องจาก ในทางปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐานนั้นทำได้ยาก เช่น การวิเคราะห์คุณภาพทั่วไปของทะลายปาล์ม ร้อยละ 97.34 รับรู้และปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติที่ดีสำหรับลานเทปาล์มน้ำมัน เนื่องจากลานเทส่วนใหญ่เป็นลานเทของโรงงานที่มาเปิดให้บริการเกษตรกรในพื้นที่

**มุมมองโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ** ร้อยละ 95.33 รับรู้ว่ามีมาตรฐานทะลายปาล์มน้ำมัน แต่ไม่สามารถนำข้อกำหนดบางข้อไปปฏิบัติได้ เนื่องจาก มีข้อจำกัดด้านเวลาในเรื่องการวิเคราะห์คุณภาพ ร้อยละ100 รับรู้และปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานสินค้าเกษตรการปฏิบัติที่ดีสำหรับลานเทปาล์มน้ำมัน

**ข้อเสนอแนะของเกษตรกร** เสนอแนะให้ทุกภาคส่วนร่วมมือกันในการพัฒนาคุณภาพปาล์ม โดยให้ส่งเสริมความรู้เรื่องการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน ควบคุมลานเทไม่ให้รดน้ำ และแยกลูกร่วง ควบคุมตาชั่งและไม่ให้โรงงานสกัดรับซื้อทะลายปาล์มดิบ

**ข้อเสนอแนะของผู้ประกอบการลานเท** เสนอแนะให้มีการกำหนดมาตรการจากภาครัฐเพื่อควบคุมตรวจสอบการทำงานของทุกภาคส่วนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เหตุผลที่ลานเทไม่คัดทะลายปาล์มดิบ เนื่องจากในพื้นที่มีการแข่งขันสูง

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น** หากทุกฝ่ายร่วมมือกันพัฒนาและปฏิบัติตามแนวทางของมาตรฐาน โดยตัดทะลายปาล์มสุก ไม่รดน้ำ ไม่ทำลายคุณภาพปาล์ม อัตราการสกัดน้ำมันของโรงงานเพิ่มขึ้นจะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าปีละ 10,000 ล้านบาทสำหรับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม

ผู้ร่วมวิจัย : คุณวิชณีย์ ออมทรัพย์สิน คุณนนทิภัค เพียรโรจน์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และ คุณภาสกร ธรรมโชติ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

# การพัฒนากลุ่มเกษตรกรรายย่อยอย่างมีส่วนร่วม ในการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนตามมาตรฐาน GAP และ RSPO

**รองศาสตราจารย์ดร. สุธัญญา ทองรักษ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญของไทย ในปี 2557 มีพื้นที่ปลูกมากกว่า 4 ล้านไร่ มีเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่า 2 แสนราย และมีปัญหาหลักคือผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ คือประมาณ 3 ตัน/ไร่/ปี ผลผลิตปาล์มสดไม่มีคุณภาพ โรงงานจึงรับในราคาต่ำ และต้นทุนการผลิตสูง โดยมีสาเหตุมาจาก การขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่ดีและยั่งยืน ราคาปุ๋ยสูง โรงงานสกัดหลายโรงไม่ซื้อปาล์มน้ำมันตามคุณภาพ และประการสำคัญ เกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ ยังขาดการรวมกลุ่ม

**การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย** เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นแนว Action Research และเน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรรายย่อยและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สรุปผลงานวิจัยได้ ดังนี้

1) เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีการผลิตปาล์มน้ำมันบนฐานข้อมูลและความรู้ ทำให้เกษตรกรมีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นจากก่อนเข้าร่วมโครงการ ในกลุ่มที่ก่อตั้งก่อนหน้า เกษตรกรได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม ส่วนหนึ่งได้ผลผลิตปาล์มน้ำมันเฉลี่ยมากกว่า 5 ตัน/ไร่/ปี บางรายนั้น อายุปาล์มเพียง 6 ปี ได้ผลผลิตสูงถึง 6.78 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งในระยะต่อไปของโครงการ จะได้คัดเลือกเกษตรกรที่มีการจัดการที่ดีเพื่อจัดทำเป็นกรณีตัวอย่าง สำหรับเกษตรกรกลุ่มใหม่ที่เริ่มจัดตั้ง นอกจากเริ่มกระบวนการกลุ่มแล้ว เกษตรกรได้เริ่มมีการปรับการจัดการสวนปาล์มน้ำมันโดยเฉพาะการใส่ปุ๋ย การอนุรักษ์ดินและน้ำ แต่ยังไม่ส่งผลกระทบในปีนี้มากนัก ต้องอาศัยเวลาในการประเมินผลจากการเปลี่ยนแปลงการจัดการ 2) เกษตรกรมีการบริหารต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยที่ต้นทุนต่อหน่วยผลปาล์มน้ำมันสดลดลง การจัดการที่ดี ทำให้ลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจได้ 3) คุณภาพผลผลิตปาล์มน้ำมันดีขึ้น ขายได้ราคาสูงขึ้นตามเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สูงขึ้น และโรงงานเครือข่ายจะรับซื้อผลผลิตปาล์มน้ำมันจากเกษตรกรสมาชิกกลุ่มที่ผลิตปาล์มน้ำมันตามมาตรฐาน RSPO สูงกว่าเกษตรกรทั่วไปอย่างน้อย 10-20 สตางค์/กก 4) เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีรายได้เพิ่มขึ้นกว่าเกษตรกรทั่วไป มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดี และอาชีวอนามัยที่ปลอดภัยและถูกต้อง นอกจากนี้ เกษตรกรมีเครือข่ายที่ให้บริการด้านความรู้และคำแนะนำ และจัดหาปัจจัยการผลิต รวมทั้งได้เกษตรกรมืออาชีพด้านการผลิตปาล์มน้ำมันภายในกลุ่มขึ้น 5) กลุ่มเดิมยังคงรักษาระบบควบคุมภายในได้เนื่องจากยังมีการจ้างพี่เลี้ยงเกษตรกรและบางกลุ่มจ้างเจ้าหน้าที่ช่วยเรื่องข้อมูลด้วย ในปี 2557 กลุ่มนำร่องเดิมอย่างน้อย 3 กลุ่มได้ผ่านการตรวจติดตามประจำปี (Surveillance Audit) ตามมาตรฐาน RSPO ส่วนกลุ่มใหม่จะได้พัฒนาระบบเตรียมพร้อมขอรับการรับรองในปีที่ 2 ของโครงการ ต่อไป และ 6) โรงงานสกัดที่เข้า

ตัวอย่างเกษตรกรที่ทำได้ดีมาก: คุณโสพส เดชมณี
กลุ่มเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนสุราษฎร์ธานี

| รายการ | ปี 2557 | ปี 2556 |
|---|---|---|
| พื้นที่ปลูก | 44 ไร่ | |
| อายุปาล์ม | 6 ปี | 5 ปี |
| ผลผลิตรวม (กก.) | 298,455 | 204,530 |
| ผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่) | 6.78 | 4.65 |
| ราคาเฉลี่ยที่ได้รับ (บาท/กก.) | 4.8 | 4.0 |

| ปี 2557 | รายได้รวม 1,432,584 บาท<br>ต้นทุน 405,783 บาท |
|---|---|

คิดเป็นต้นทุนต่อหน่วยผลปาล์ม = 1.39 บาท/กก.

ร่วมโครงการ ได้รับทะลายปาล์มน้ำมันที่มีคุณภาพมากขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่สกัดได้เพิ่มขึ้น น้ำมันมีคุณภาพมากขึ้น และมีปริมาณวัตถุดิบเข้าสู่โรงงานมากขึ้น ต้นทุนต่อหน่วยในการสกัดลดลง และมีภาพลักษณ์ที่ดีในการผลิตน้ำมันปาล์มตามมาตรฐานการผลิตน้ำมันปาล์มอย่างยั่งยืนของ RSPO

**ขั้นตอนการวิจัย 1) กลุ่มนำร่องเดิม 4 กลุ่ม** ในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และสระแก้ว มีสมาชิกรวม 508 ราย สวนปาล์มน้ำมัน 940 แปลง พื้นที่ปลูกปาล์ม 21,190.97 ไร่ ในปี 2557 เน้นการสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มสามารถรักษาระบบควบคุมภายในไว้ได้ดังเดิม มีการจัดฝึกอบรมเพิ่มเติมใน 5 หลักสูตร ได้แก่ 1) การจัดการสวนปาล์ม 2) การใช้ปุ๋ยในสวนปาล์ม 3) การเป็นผู้ประกอบการด้านการผลิตปาล์มน้ำมัน 4) การบริหารจัดการข้อมูลและฐานข้อมูล และ 5) การสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่ม รวมทั้งการให้คำแนะนำปรึกษากลุ่ม และติดตามผลการดำเนินงานของกลุ่มและสมาชิก

**2) กลุ่มใหม่ 4 กลุ่ม** ในจังหวัดกระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี มีเกษตรกรรายย่อยสมาชิกรวม 430 ราย มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันรวม 16,872 ไร่ จัดหลักสูตรการอบรมให้ 10 หลักสูตร ในจำนวนนี้มี 5 หลักสูตรเหมือนกับที่อบรมให้กับกลุ่มนำร่องเดิม และอีก 5 หลักสูตรใหม่ คือ 1) อาชีวอนามัยและความปลอดภัย 2) การอนุรักษ์ดิน น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน 3) แนวปฏิบัติตามมาตรฐานการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน เช่น GAP/RSPO 4) พื้นที่ที่มีคุณค่าสูงต่อการอนุรักษ์ และ 5) ระบบควบคุมภายในและการดูงานได้นำสมาชิกจากกลุ่มใหม่ไปเยี่ยมสวนในกลุ่มเดิมที่มีการจัดการสวนดีมาก

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** แม้ว่าโครงการวิจัยจะผ่านไปเพียงปีแรก และยังไม่ได้ประเมินผลลัพธ์ของโครงการอย่างเต็มรูป แต่พอที่จะคาดการณ์ได้ว่าผลจากการดำเนินโครงการวิจัยนี้ จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง จากผลที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรที่กล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก และเป็นโครงการที่สมควรได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง เพราะเป็นโครงการที่เน้นแก้ปัญหาให้แก่เกษตรกรรายย่อยที่ต้นเหตุของปัญหาคือการผลิตปาล์มน้ำมันบนฐานความรู้และข้อมูล นอกจากนี้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน การทำงานร่วมกันระหว่างเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร โรงงานสกัด และภาครัฐ เพื่อพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน และมีรูปแบบซึ่งสามารถเป็นต้นแบบในการดำเนินการที่เป็นจริงในทางปฏิบัติ เกิดประโยชน์กับส่วนรวมระดับประเทศ และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย และที่สำคัญการผลิตของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มสามารถเข้าถึงตลาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

**คู่มือการอบรม**

**การนำความรู้ไปสู่ภาคปฏิบัติ**

ผู้ร่วมวิจัย : ผศ.ดร.สิริรัตน์ เกียรติปฐมชัย และนายธีระพงศ์ จันทรนิยม

# การศึกษาระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม ในการปรับตัวรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

**ดร. ชโย ตรังอดิศัยกุล และคณะ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย**

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของกลุ่มประเทศ ASEAN ที่มีศักยภาพการผลิตสูง โดยเฉพาะอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย ในปี พ.ศ.2556/57 อินโดนีเซียเป็นผู้นำการผลิตน้ำมันปาล์ม คือ 31 ล้านตัน รองลงมา คือ มาเลเซีย 19.90 ล้านตัน และไทย 2.15 ล้านตัน โดยกำลังการผลิตของทั้ง 3 ประเทศรวมกันคิดเป็นร้อยละ 89.47 ของกำลังการผลิตทั่วโลก เมื่อพิจารณาจากความต้องการใช้น้ำมันปาล์มของโลกปี พ.ศ.2547/48-2556/57 มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 6.44 (USDA, 2014) อีกทั้งโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของไทยมีผู้เกี่ยวข้องอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น เกษตรกร อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ อุตสาหกรรมโรงกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ ตลอดจนเป็นแหล่งพลังงานทดแทนในอนาคตของประเทศในการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งการศึกษาถึงโครงสร้างต้นทุนตลอดทั้งโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มยังมีความสำคัญและการนำโซ่อุปทานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของไทยเทียบเคียง (Benchmarking) กับโซ่อุปทานของอินโดนีเซีย มาเลเซีย อันจะทำให้เกิดความเข้าใจถึงช่วงห่าง (Gaps) ของสมรรถนะโซ่อุปทาน เช่น ต้นทุนโซ่อุปทาน (Supply Chain Cost) ของไทยกับอินโดนีเซีย มาเลเซีย และนำไปสู่การปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของประเทศไทย ที่อาจจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการรวมกันเป็น AEC

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย**

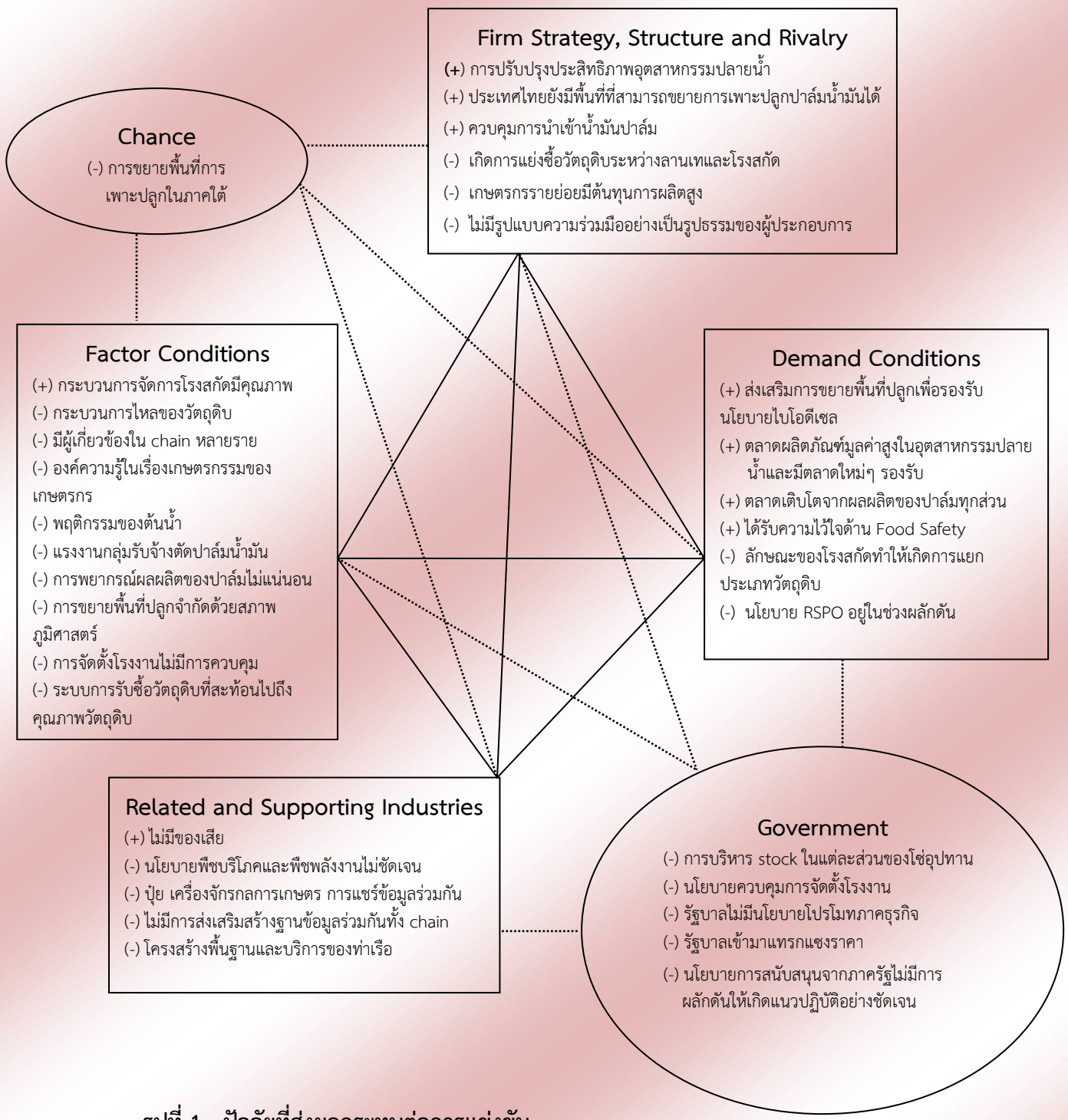
มุ่งเน้นเพื่อที่จะเตรียมความพร้อมให้แก่หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของไทยได้ทราบถึงแนวโน้ม และทิศทางในการดำเนินงานที่จะปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นภายใต้บริบทของ AEC เพื่อทำให้ผู้ประกอบการและประเทศไทยได้รับประโยชน์จากความร่วมมือของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน โดยประเมินช่วงห่าง (Gaps) ที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของไทย เมื่อเทียบเคียงกับอินโดนีเซีย มาเลเซีย โดยเฉพาะในกระบวนการโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของแต่ละประเทศ**

| โลจิสติกส์ขาเข้า | ไทย | มาเลเซีย | อินโดนีเซีย |
|---|---|---|---|
| พื้นที่ให้ผลผลิต | 3,982,623 ไร่ | 27,205,450 ไร่ | 57,186,994 ไร่ |
| ลักษณะเกษตรกร | • เกษตรกรรายย่อย 49 %<br>• เกษตรกรกลุ่มสหกรณ์ 16%<br>• บริษัทเอกชน 35 % | • บริษัทเอกชน 62%<br>• หน่วยงานเฉพาะทางของภาครัฐ18%<br>• เกษตรกรรายย่อย14%<br>• องค์กรภาครัฐ 6 % | • บริษัทเอกชน 48 %<br>• เกษตรกรรายย่อย 44 %<br>• องค์กรภาครัฐ 8 % |
| ผลผลิต | 3.15 ตัน/ไร่/ปี | 3.84 ตัน/ไร่/ปี | 3.24 ตัน/ไร่/ปี |

| โลจิสติกส์ขาเข้า | ไทย | มาเลเซีย | อินโดนีเซีย |
|---|---|---|---|
| ลานเท | • สามารถตั้งโดยไม่ต้องขออนุญาตจากรัฐ<br>• จ่ายเงินให้กับเกษตรกรทันที | • มีระเบียบในการตั้งลานเทอย่างชัดเจน<br>• จ่ายเงิหลังจากทราบ %น้ำมัน FFB ประมาณ 2-4สัปดาห์ | N/A |
| การขนส่งขาเข้า | มีการขนส่งข้ามพื้นที่ | ขนส่งภายในรัศมีไม่เกิน 50 กม. | N/A |
| การจัดซื้อของลานเท | • ตัดเอง ส่งเอง<br>• ลานเทตัด เก็บ ส่งเอง | ลานเทขนส่งวัตถุดิบจาสวนมายังลานเท | N/A |

และจากการวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน และน้ำมันปาล์ม โดย Diamond Model Framework สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแข่งขัน**

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

# ยุทธศาสตร์ที่ 5

## งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุเหลือใช้ในสวนปาล์มน้ำมัน และการแปรรูปน้ำมันปาล์มเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

# การผลิตกระดาษปราศจากเคมีจากเศษเหลือชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พิชิต สมบูรณ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมันเช่น ทะลายปาล์มเปล่าและทางใบ เป็นวัสดุเส้นใยประเภทลิกโนเซลลูโลส สามารถนำมาเพิ่มมูลค่ามากกว่าการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการแยกเส้นใยออกมาจากเศษเหลือทิ้งเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ เน้นกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษโดยไม่ใช้สารเคมี ซึ่งเรียกกระบวนการผลิตนี้ว่า กระบวนการผลิตเยื่อเชิงกล เยื่อที่ผลิตได้ สามารถนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษที่ปลอดภัยต่อสุขภาพผู้บริโภค แต่เนื่องจากปัจจุบัน เทคโนโลยีการผลิตเยื่อเชิงกล ไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่เป็นเศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมัน จึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสามารถใช้เศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบได้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงศึกษากระบวนการผลิตเยื่อเชิงกลจากเศษเหลือชีวมวลปาล์มน้ำมัน การเตรียมวัตุดิบ การผลิตเส้นใย และการปรับแต่งคุณภาพเส้นใยให้เหมาะสมกับการนำไปผลิตกระดาษที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

**วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย**

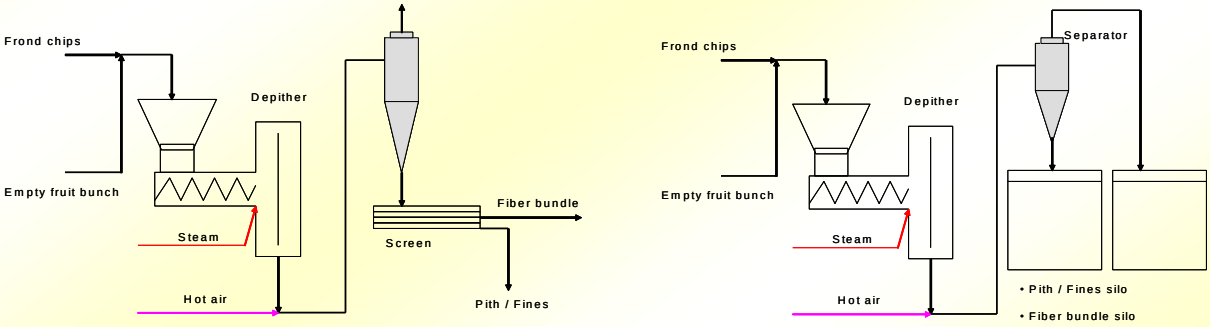
วัตถุดิบเศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมันที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ทางใบ และทะลายปาล์มเปล่า ดังแสดงในภาพที่ 1

**ภาพที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทางใบ(ซ้าย) และทะลายผลเปล่า(ขวา)**

**กระบวนการผลิต** กระบวนการผลิตกระดาษจากเศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมัน แบ่งกระบวนการผลิตออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ (2) กระบวนการผลิตเยื่อขั้นปฐมภูมิ และ(3)กระบวนการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยและผลิตกระดาษ โดยปีที่ 1 จะเป็นการดำเนินการในขั้นตอนที่ 1และ 2 ดังนี้

***(1) กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ***

วัตถุดิบเศษเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมัน ทางใบ และทะลายปาล์มเปล่า ประกอบไปด้วย มัดเส้นใย (Fiber bundles) และขุย (Pith: Parenchyma tissue) ดังนั้น ในกระบวนการเตรียมวัตุดิบ จำเป็นจะต้องมีการแยกขุยออกจากมัดเส้นใย (Depithing process) ดังแสดงในภาพที่ 2 จากนั้น จึงจะสามารถนำมัดเส้นใยมาใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ




**ภาพที่ 2 กระบวนแยกขุยและเตรียม Fiber bundles**

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการแยกขุย ในกระบวนการ Depithing process ได้แก่ ชนิด Plates ที่ใช้แยกขุย ระยะห่างของ Plates และปริมาณไอน้ำที่ใช้ ผลผลิตที่ได้ในกระบวนการนี้ ได้แก่ Fiber bundles เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นมีขนาดความยาวประมาณ 1- 2 เซนติเมตร เหมาะสำหรับนำเข้าไปผลิตเยื่อ ดังแสดงในภาพที่ 3-4 และสามารถแยก Pith เพื่อนำไปในในการผลิตอื่นได้ ดังแสดงในภาพที่ 5

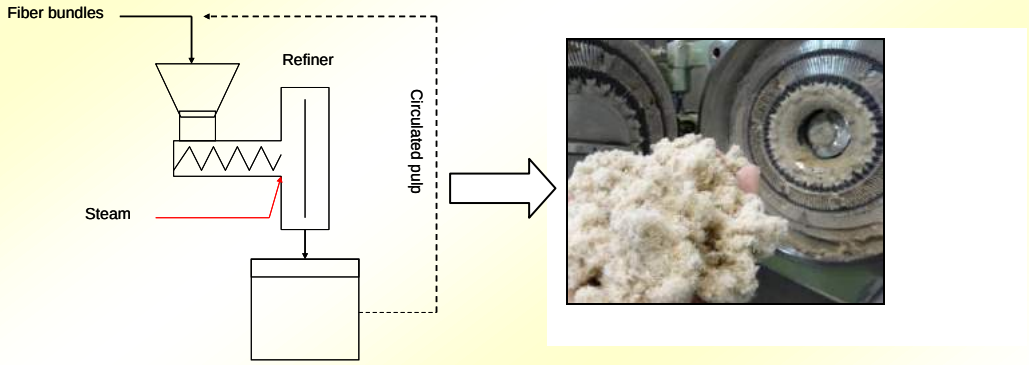
**ภาพที่ 3 Fiber bundles จาก Frond chips**

**ภาพที่ 4 Fiber bundles จาก Empty fruit**

**ภาพที่ 5 Pith (Parenchyma tissue)**

***(2) กระบวนการแยกเส้นใย***

ในการศึกษากระบวนการแยกเส้นใยขั้นปฐมภูมิ ได้ทำการออกแบบการแยกเส้นใย และสามารถแยกเยื่อออกจากมัดเส้นใย (Fiber bundles) ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยคุณภาพเยื่อขั้นปฐมภูมิเมื่อนำมาผ่านเครื่องคัดแยก (Fiber classifier) มีคุณภาพใกล้เคียงกับเยื่อจากไม้สนที่ผลิตในโรงงานในต่างประเทศ แต่ปริมาณ Fines ที่สูงกว่า และ Long fiber fraction ที่ต่ำกว่า




**ภาพที่ 6 กระบวนการผลิตเยื่อเชิงกล และเยื่อที่ได้จากการแยกเส้นใยในขั้นปฐมภูมิ**

***(3) กระบวนการปรับแต่งเส้นใยและผลิตกระดาษ***

ในกระบวนการปรับแต่งเส้นใยหรือเยื่อกระดาษให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปผลิต และการผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษ ซึ่งจะนำเยื่อที่ได้จากการแยกเส้นใยในขั้นปฐมภูมิ ไปดำเนินงานในปีที่ 2 ต่อไป

**ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจและสังคม** สามารถนำเยื่อเชิงกลจากเศษเหลือชีวมวลปาล์มน้ำมันมาผลิตกระดาษชนิดใหม่ๆ สามารถนำเยื่อเชิงกลมาใช้ทดแทนเยื่อเชิงกลนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อช่วยลดปริมาณการนำเข้าจากต่างประเทศ สามารถลดมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม สามารถลดปริมาณการใช้ไม้ในการผลิตเยื่อกระดาษ และสามารถสร้างผลิตภัณฑ์กระดาษที่ปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

# สมบัติของพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมัน

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. พรนภา เกษมศิริ และคณะ**
**ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืนและภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**

ประเทศไทย มีการปลูกปาล์มน้ำมันทั้งภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ใช้ได้ทั้งการบริโภคและใช้เป็นไบโอดีเซล ในกระบวนการสกัดน้ำมันจากปาล์ม ก่อให้เกิดกากปาล์มเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีองค์ประกอบหลักของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญในการผลิตเส้นใยธรรมชาติ การประยุกต์ใช้งานของเซลลูโลสที่มีขนาด และการจัดเรียงตัวเป็นผลึกอยู่ในช่วงนาโน/ไมโครเมตรหรือที่เรียกว่า “วิสเกอร์” ได้มีการนำมาใช้ในงานหลากหลายประเภท อาทิ เช่น วัสดุทางการแพทย์ ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ และวัสดุเสริมแรงในพอลิเมอร์ ทั้งนี้ เนื่องจากวิสเกอร์มีสมบัติทางกลที่โดดเด่นทำให้เซลลูโลสวิสเกอร์มีราคาสูงถึง 120 ดอลลาร์ (SGD) ต่อ 500 กรัม การสังเคราะห์วิสเกอร์สามารถทำได้ทั้งวิธีทางเคมีและวิธีทางกล เช่น การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Sonication) เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องกำจัดสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์ นับได้ว่าเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการพัฒนาต่อยอดการเตรียมเซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมันด้วยวิธีทางกลนี้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ได้เซลลูโลสวิสเกอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากอุตสหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยการประยุกต์ใช้เซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุเสริมแรงในไบโอพอลิเมอร์คอมพอสิต

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** เซลลูโลสวิสเกอร์สามารถเตรียมได้ด้วยวิธีทางกลโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง ซึ่งกากปาล์มที่ผ่านกระบวนการกำจัดไข และการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่เวลา 30 นาที ทำให้สามารถกำจัดลิกนินและเฮมิเซลลูโลส ทำให้ได้เซลลูโลสวิสเกอร์ที่มีความเป็นผลึกสูงสุดถึงร้อยละ 63.56 และมีเสถียรภาพการสลายตัวทางความร้อนที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำเซลลูโลสวิสเกอร์ที่สังเคราะห์มาใช้เป็นวัสดุเสริมแรงในพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต พบว่าฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนต (PBS) เสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ มีค่ามอดูลัสสะสมและอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อมีการเติมเซลลูโลสวิสเกอร์ที่ 2% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ ยังพบว่า การเติมเซลลูโลสวิสเกอร์ในฟิล์มคอมพอสิตที่ได้นั้น เกิดงานร่วมในเสถียรภาพทางความร้อนของ PBS และเซลลูโลสวิสเกอร์ส่งผลให้มีอุณหภูมิการสลายตัวทางความร้อนที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าทั้ง PBS และเซลลูโลสวิสเกอร์ที่เป็นวัสดุเริ่มต้นของฟิล์มคอมพอสิต

**ภาพ ฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมัน**

**ตารางเปรียบเทียบสมบัติของฟิล์มพอลิเมอร์เสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์**

| ฟิล์มคอมพอสิตที่เสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ | มอดูลัสสะสม (Storage modulus) | อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ($T_g$องศาเซลเซียส) | เสถียรภาพทางความร้อน ($T_d$ องศาเซลเซียส) | เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|---|---|
| PBS เสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ที่เตรียมจากกากปาล์มน้ำมัน 2 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก | 3557.04 เมกะปาสคาล | -28.47 | 365.06 | จากงานวิจัยนี้ |
| PBS เสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ที่เตรียมจากฝ้าย 2 ถึง 20 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก | 3.64 ถึง 3.68 เมกะปาสคาล | -22.9 ถึง -23.9 | - | [1] |
| พอลิยูรีเทนเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ที่เตรียมจากฝ้าย 0.4เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก | 3000 เมกะปาสคาล | -28 | - | [2] |
| พอลิแลคติกแอซิดด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ที่เตรียมจากฝ้าย5เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก | 9.4ปาสคาล | 60 | 290 | [3] |

[1] Lin N, Yu JH, Chang PR, Li JL, Huang J.*PolymerComposites.*2011, 32(3).472-482., [2] Petersson L, Kvien I, Oksman K. *Composites Science and Technology*, 2007. 67(11-12).2535-2544., [3] Wang Y, Tian H, Zhang L. *Carbohydrate Polymers*, 2010. 80(3). 665-671.

## ขั้นตอนการผลิต

**ความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ** เมื่อพิจารณาการลงทุนสำหรับสมบัติที่ดีที่สุดของฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์จากกากปาล์มน้ำมัน 2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก โดยสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ เช่น ถุงพลาสติก ฟิล์มห่ออาหาร และฟิล์มพลาสติกคลุมดินทางการเกษตร เป็นต้น จากการคาดการการเติบโตของกลุ่มธุรกิจพลาสติกชีวภาพที่คาดว่า ในระยะเวลา 5 ปีนี้ จะมีการเติบโตของการผลิตพลาสติกชีวภาพเพิ่มขึ้น 3% ดังนั้น การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในครั้งนี้ จึงกำหนดให้การเพิ่มของรายได้เพิ่มขึ้นปีละ 3% จากการประเมินผลตอบแทนและต้นทุนของของโครงการพบว่า จำนวนปีที่คืนทุนคือ 3.57 ปี เมื่อพิจารณาถึง อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิจากข้อมูลที่ได้สามารถแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการการผลิตฟิล์มพอลิบิวทิลีนซัคซิเนตเสริมแรงด้วยเซลลูโลสวิสเกอร์ในรูปฟิล์มคอมโพสิท


ผู้ร่วมวิจัย: ศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา จินดาประเสริฐ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไวยสุระสิงห์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวดล เพ็ชรวัฒนา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

# อัตราการซึมผ่านน้ำในคอนกรีตผสมเถ้าปาล์มและหินฝุ่น

**ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในการผลิตวัสดุก่อสร้าง (คอนกรีต อิฐ ไม้เทียม)”**

**นายอรรถพล มาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**

ในปัจจุบัน การก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ นิยมใช้คอนกรีตเป็นวัสดุสำหรับโครงสร้างหลัก โดยมวลรวมหรือวัสดุผสม (Aggregate) ได้แก่ หิน ทราย กรวด เป็นต้น เป็นส่วนผสมที่สำคัญของคอนกรีต เนื่องจากมวลรวมมีปริมาตร 70-80% ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้ เป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ เมื่อมีการนำมาใช้ ก็ย่อมจะต้องมีจำนวนลดลงตามกาลเวลา และมีราคาสูงขึ้นด้วย ประเทศไทย นิยมใช้หินปูนในงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีภูเขาหินปูนกระจายอยู่ทั่วประเทศ การจะนำหินที่อยู่ตามธรรมชาติมาใช้นั้น จะต้องผ่านการแปรรูปให้มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การนำไปใช้งานซึ่งต้องทำการระเบิดภูเขาหินปูน แล้วเข้าสู่กระบวนการโม่หิน ทำการโม่หินจนมีขนาดที่ต้องการเพื่อนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งขั้นตอนการโม่หินนี้ มีเศษฝุ่นหินที่เล็กมาก จะไม่ผ่านตะแกรงร่อนแต่ปลิวออกมาตกกองทับถมอยู่ด้านใต้เครื่องโม่ซึ่งหินฝุ่นนี้ ถือว่าเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ต้องขนออกไปทิ้ง ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่และค่าใช้จ่ายจำนวนมาก นอกจากนั้นแล้ว ยังมีเถ้าปาล์ม 400-500 ตันต่อปี ซึ่งเถ้าปาล์มเหล่านี้ส่วนใหญ่จะต้องนำไปทิ้ง แต่การนำไปทิ้งค่อนข้างยาก เนื่องจากมีลักษณะเป็นฝุ่นผง สามารถฟุ้งกระจายได้ง่าย จึงก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสภาวะแวดล้อมกับบริเวณโดยรอบ อีกทั้งยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนทิ้งหรือกำจัดอีกด้วย

**การใช้ประโยชน์** ศึกษาความต้านทานการซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตผสมเถ้าปาล์มน้ำมันและหินฝุ่น ซึ่งทดสอบโดยใช้วิธีการไหลแบบคงที่ เมื่อน้ำไม่สามารถซึมผ่านเข้าเนื้อคอนกรีตได้หรือซึมผ่านได้ช้าลงก็สร้างความเสียหายต่อคอนกรีตได้น้อยลง เนื่องจากสารละลายต่างๆจะเข้าสู่เนื้อคอนกรีตได้น้อยตามไปด้วย เป็นผลให้เหล็กเสริมในคอนกรีตเป็นสนิมได้ยากขึ้น ผลงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในงานโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก และในงานทางวิศวกรรมโยธาทั่วไปได้ในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเถ้าปาล์มน้ำมันและหินฝุ่นอีกด้วย

**ขั้นตอนการผลิต** ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันและหินฝุ่นเป็นส่วนผสม ซึ่งเถ้าปาล์มจะถูกนำไปแทนที่ในปูนซีเมนต์ในอัตราร้อยละ 0 10 20 และ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และหินฝุ่นจะถูกนำไปแทนที่ในทรายในอัตราร้อยละ 100 90 80 และ 70 โดยน้ำหนักของทราย หลังจากนั้นจะนำไปทดสอบความต้านทานการซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตที่อายุ 28 วัน

**การจัดเตรียมวัสดุและขั้นตอนการดำเนินการทดลอง** มีดังต่อไปนี้

1. ออกแบบส่วนผสม และจัดเตรียมปูนซีเมนต์ หิน ทราย หินฝุ่น และเถ้าปาล์มน้ำมัน หลังจากนั้นทำการลงมือผสม โดยนำมาชั่งน้ำหนักหาปริมาณเพื่อใส่ปูนซีเมนต์ ทราย และน้ำ ลงในเครื่องโม่ผสม แล้วผสมให้เข้ากัน
2. ทำการตรวจสอบค่าการยุบตัวให้มีค่าระหว่าง 5 – 10 เซนติเมตร
3. นำคอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้ว มาใส่ในแบบหล่อก้อนตัวอย่างทดสอบ
4. หลังจากหล่อแบบก้อนตัวอย่างเสร็จแล้ว ให้นำไปเก็บไว้ในห้องบ่มชื้น หรือใช้ผ้าชุบน้ำพอหมาดๆ คลุม ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงแกะแบบแล้วนำก้อนตัวอย่างไปบ่มน้ำสะอาดในภาชนะที่เตรียมไว้

5. ทดสอบอัตราการซึมผ่านน้ำของก้อนตัวอย่างที่อายุ 28 วัน โดยนำตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกมาตัดบริเวณกึ่งกลางความสูงให้ได้ขนาดความหนาเท่ากับ 4 เซนติเมตร จากนั้นหล่ออีพ็อกซี่หนาประมาณ 2.5 เซนติเมตร โดยรอบผิวด้านข้างของตัวอย่างดังกล่าว แล้วทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง

6. เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จึงนำมาประกอบเซลล์บล็อกในน้ำ

7. นำเซลล์บล็อกที่ประกอบเสร็จแล้ว ไปติดตั้งที่เครื่องทดสอบ (ดังแสดงในภาพที่ 1) โดยงานวิจัยนี้จะใช้ความดันของน้ำเท่ากับ 5 เมกะปาสคาล ซึ่งเป็นความดันที่ Concrete Society ได้แนะนำไว้

**ภาพที่ 1 นำเซลล์บล็อกติดตั้งที่เครื่องทดสอบ**

8. นำหินฝุ่น และเถ้าปาล์มน้ำมันมาผสมแทนที่ทราย และปูนซีเมนต์ ตามลำดับ โดยให้กระทำแบบเดียวกันตั้งแต่ขั้นตอนแรก เพียงแต่ว่าปริมาณน้ำเราจะต้องใช้วิธีลองผิดลองถูก เพื่อให้ได้ค่าการยุบตัว อยู่ระหว่าง 5 – 10 เซนติเมตร จึงจะสามารถใช้ส่วนผสมนั้นได้

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ**

1. ทราบถึงการซึมผ่านน้ำของคอนกรีตผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดแทนทราย
2. ช่วยให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด โดยการนำเถ้าปาล์มน้ำมันและหินฝุ่นที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งไปใช้ในงานก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น
3. สามารถเลือกใช้อัตราส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดแทนทรายให้เหมาะสมกับงานก่อสร้างประเภทต่างๆ ได้
4. สามารถใช้เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยเรื่องวัสดุทดแทนในงานคอนกรีต และงานคอนกรีตกำลังสูงต่อไปในอนาคต
5. ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดหินฝุ่นและเถ้าปาล์มน้ำมันของผู้ประกอบการบริษัทให้มีผลกำไรเพิ่มมากขึ้น

# การพัฒนาคุณสมบัติของอิฐดินดิบด้วยเส้นใยปาล์มและยางพารา

**ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในการผลิตวัสดุก่อสร้าง (คอนกรีต อิฐ ไม้เทียม)”**

**นายอรรถพล มาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**

ปัจจุบัน กระแสการประหยัดพลังงานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้การเลือกใช้วัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับบ้านเรือน และอาคารประเภทต่างๆ มีเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยส่วนใหญ่วัตถุประสงค์ในการเลือกใช้วัสดุเหล่านี้ ก็เพื่อการประหยัดพลังงานเป็นหลัก โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในอนาคต หรือต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์

อิฐดินดิบ (Adode) เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อนชนิดหนึ่งที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และต่อสุขภาพมนุษย์ แต่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กัน เนื่องมาจากการป้องกันการรั่วซึมหรือการกัดเซาะจากน้ำที่ต่ำของอิฐดินดิบ ซึ่งปัจจัยนี้เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อกำลังหรือการรับน้ำหนักของโครงสร้างอิฐดินดิบโดยตรง

**การใช้ประโยชน์** พัฒนาระบบการก่อสร้างบ้านดินให้มีมาตรฐานและเป็นสากลมากขึ้น โดยการพัฒนาระบบการสร้างบ้านดินด้วยอิฐดินดิบที่มีการใช้การก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนัก ใช้การขึ้นรูปดินเหนียวโดยใช้บล็อกพิมพ์ เพื่อให้ได้เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 35 × 20 ×10 ซม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ จะเป็นรูปแบบของก้อนอิฐดินดิบ และเห็นควรที่จะทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในระบบการก่อสร้าง โดยการนำระบบการก่ออิฐแบบประสาน (Lock block) ที่มีการใช้กับอิฐ ดิน ซีเมนต์ เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะกันของก้อนอิฐดินให้มีความแข็งแรงมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแรงของก้อนอิฐดินดิบ การก่อสร้างระบบนี้เกิดขึ้นมาจากการใช้การขึ้นรูปก้อนอิฐดินดิบที่ได้จะมีเดือยในการยึดเกาะกัน ซึ่งจะช่วยให้ทำการก่อสร้างได้สะดวกรวดเร็วและง่ายขึ้น และยังเป็นการช่วยให้บ้านดินที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังรับน้ำหนักด้วยอิฐดินดิบมีความแข็งแรง และมีมาตรฐานสูงขึ้นกว่าการใช้ระบบการก่อสร้างในรูปแบบเดิม

**เทคโนโลยีการผลิต/นวัตกรรม** การพัฒนาความเป็นฉนวนกันความร้อน ป้องกันการรั่วซึมจากน้ำ และกำลังของอิฐดินดิบ โดยใช้น้ำยางพารา และเส้นใยปาล์มเป็นส่วนผสม ซึ่งวัสดุทั้งสองนี้ จะถูกนำไปแทนที่บางส่วนของดินเหนียวแห้ง ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักของอิฐดินดิบ ในอัตราร้อยละ 5 10 และ 15 โดยน้ำหนักทั้งหมด หลังจากนั้นจะนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (การดูดซึม การยืดหดตัว และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน) และคุณสมบัติทางกล (กำลังรับแรงอัด และกำลังรับแรงดัด)

**การจัดเตรียมวัสดุ และขั้นตอนการทดลอง** มีดังต่อไปนี้

1. นำดินเหนียวเข้าตู้อบ แล้วนำมาบดให้ละเอียด เพื่อร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เพื่อให้ได้ดินที่เป็นลักษณะคล้ายผง ซึ่งจะทำให้ก้อนอิฐดินมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมวลละเอียดขึ้น

2. เตรียมยางพาราสังเคราะห์ในปริมาณร้อยละ 5 10 และ 15 ของส่วนผสมทั้งหมดของก้อนอิฐ โดยขณะทำการเตรียมยางพารา ควรใส่ถุงมือ เพื่อความปลอดภัยในการสัมผัสยางพาราโดยตรง

3. ทำการชั่งน้ำหนักของผงดินเหนียว ใยปาล์ม ยางพารา และน้ำ

4. ทำการเทส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบลงในโม่ โดยการใส่ส่วนผสม ที่เป็นฝุ่นผงก่อนแล้วจึงค่อยตามด้วยส่วนที่เป็นของเหลว และใส่ยางพาราลงไปเป็นส่วนผสมสุดท้าย

5. เมื่อผสมให้เข้ากันแล้วจึงนำเข้าเครื่องอัดมือโยกเพื่อขึ้นรูปขนาด 12x24x10 เซนติเมตร

6. ทำการเทส่วนผสมใส่ในเครื่องอัดแรงมือโยก โดยเว้นที่ขอบด้านบนของเครื่องอัดไว้ประมาณ 2-3 เซนติเมตร

7. ทำการโยกเครื่องอัดแรงมือโยก โดยให้ใช้การโยกให้สุดแรงพอดี แล้วจึงปล่อย หากเกิดการกดเครื่องอัดแรงไม่ลงนั้น แสดงว่า เราใส่ดินเต็มเครื่องโม่มากเกินไป ต้องนำดินออกบางส่วน และถ้าหากเราใส่ดินน้อยเกินไปก็จะสังเกตได้ จากการที่ไม่มีแรงเสียดทานในขณะที่เราทำการโยกเครื่องอัดแรงมือโยก

8. นำก้อนอิฐดินดิบที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดอิฐมือโยก มาทำการตากแดดเพื่อให้ก้อนอิฐดินดิบแห้ง โดยในส่วนของขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการตากอิฐดินให้แห้งสนิทประมาณ 2-3 วัน

9. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของก้อนอิฐดินเหนียวดิบที่ได้

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ**

1. เป็นแนวทางในการเพิ่มมาตรฐานของการก่อสร้างผนังรับน้ำหนักของบ้านดินที่ก่อสร้างด้วยอิฐดินเหนียวดิบให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นในระดับชนบทของประเทศ

2. ได้วัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดีและมีราคาถูก

3. ทราบความเหมาะสมในการที่จะนำดินเหนียว ยางธรรมชาติ และเส้นใยปาล์ม มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง และสามารถใช้เป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนาคุณสมบัติของอิฐดินดิบให้ดีขึ้นได้

4. เป็นแนวทางการลดมลพิษที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการใช้วัสดุสังเคราะห์ในการสร้างที่อยู่อาศัย

5. เป็นทางเลือกในการลดภาระค่าใช้จ่ายในการสร้างบ้าน ให้กับผู้มีรายได้น้อยทั่วภูมิภาคของประเทศไทย

6. เพื่อส่งเสริมสถาปัตยกรรมทางเลือก (บ้านดิน) ให้เป็นที่ยอมรับในด้านความปลอดภัยและมาตรฐานในการก่อสร้างเป็นที่อยู่อาศัยมากขึ้น

7. เพื่อเป็นการลดต้นทุนในเรื่องค่าขนส่งวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากปัญหาวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันในประเทศ

# ไม้เทียมจากทะลายปาล์มและขวดพลาสติกใช้แล้ว

**ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในการผลิตวัสดุก่อสร้าง (คอนกรีต อิฐ ไม้เทียม)”**

**นายอรรถพล มาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**

ในปัจจุบัน ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าในประเทศไทยยังคงเกิดขึ้น ซึ่งการตัดไม้ทำลายป่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง เช่น น้ำท่วมฉับพลัน โคลนถล่ม น้ำป่าไหลหลาก อากาศเสีย และภาวะโลกร้อน เป็นต้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นอันดับ 3 ของโลก ซึ่งหลังจากการสกัดน้ำมันปาล์มแล้ว จะเหลือทะลายปาล์มเปล่า โดยปกติทะลายปาล์มเปล่าจะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานสกัด หรือนำกลับไปใช้ในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนการใช้ประโยชน์เศษวัสดุเหลือใช้ในการเพิ่มมูลค่า ยังมีน้อย

**การใช้ประโยชน์** กรอบแนวความคิดในการวิจัยครั้งนี้ จะนำทะลายปาล์มเปล่ามาบดอัด ทำการอัดขึ้นรูปกับพลาสติกโพลีเอทธิลีนที่ใช้แล้ว เป็นไม้เทียม เนื่องจาก ชิ้นงานทั่วไปที่ใช้ไม้เทียมแบบนี้ไม่มีความจำเป็นที่ต้องการกำลังมากในการใช้งาน แต่จะเน้นในส่วนของลวดลายไม้ให้สวยงามมากกว่า ซึ่งประโยชน์ที่ได้คือจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ OTOP ออกมาเป็นชิ้นงานได้ทันที อีกทั้งนำไปดัดแปลงใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ หรือเป็นส่วนประกอบการตกแต่งบ้านได้อีกด้วย และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับทะลายปาล์มเปล่าที่เหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในท้องถิ่น ผสมผสานกับเศษขยะขวดน้ำขาวขุ่น ซึ่งเป็นขยะไม่มีค่าหรือมีค่าน้อยมาก ที่ถูกทิ้งขว้างอยู่ทั่วไปในชุมชนได้อย่างลงตัวมากที่สุด และยังเป็นการตอบสนองกระแสพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงรับสั่งในเรื่องของเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างทันท่วงที เพื่อที่จะได้บูรณาการสร้างเสริมชุมชนให้ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

**ขั้นตอนการผลิต**

การจัดเตรียมวัสดุและขั้นตอนการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1. เตรียมขวดพลาสติกที่ใช้แล้วเพื่อนำมาย่อยให้เป็นเศษพลาสติกย่อย
2. เตรียมใยทะลายปาล์มเปล่า
3. เตรียมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เพื่อใช้ยึดประสานกัน
4. ออกแบบส่วนผสม โดยทดลองทั้งหมด 8 สัดส่วน ดังแสดงในตารางที่ 1
5. นำใยปาล์มน้ำมัน และพลาสติกย่อยไปคลุกกับกาวตามอัตราส่วนต่างๆ ตามตารางที่ 1

6. หลังจากนั้นนำไปเข้าเครื่องขึ้นรูปไม้อัด และให้ความหนาของชิ้นตัวอย่างอยู่ที่ 10 มิลลิเมตร

7. ทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆของไม้เทียมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 966 – 2547

**ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมไม้เทียมจากทะลายปาล์มและขวดพลาสติกที่ใช้แล้ว**

| ลำดับ | สัญลักษณ์ | สัดส่วนโดยปริมาณ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | PF (%) | PP (%) | UR (%) |
| 1 | F70-P15-UF15 | 70 | 15 | 15 |
| 2 | F75-P10-UF15 | 75 | 10 | 15 |
| 3 | F80-P5-UF15 | 80 | 5 | 15 |
| 4 | F85-P0-UF15 | 85 | 0 | 15 |
| 5 | F65-P15-UF20 | 65 | 15 | 20 |
| 6 | F70-P10-UF20 | 70 | 10 | 20 |
| 7 | F75-P5-UF20 | 75 | 5 | 20 |
| 8 | F80-P0-UF20 | 80 | 0 | 20 |

หมายเหตุ: PF คือ ใยปาล์ม

PP คือ ขวดพลาสติกย่อย

UR คือ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์

**ผลที่ได้เชิงเศรษฐกิจ**

1. สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขวดน้ำสีขาวขุ่นและทะลายปาล์มเปล่า
2. ลดค่าใช้จ่ายในการขนทิ้ง และทำลายขยะเหลือทิ้งจากภาคเกษตรและชุมชน
3. ลดปริมาณขยะที่เป็นอันตราย และย่อยสลายยากลงได้
4. ทราบถึงแนวทางการได้วัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ “ไม้เทียม” ที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุทดแทนไม้ ในราคาถูก
5. ดำเนินการวิจัยในขั้นสูงต่อไป โดยดำเนินงานแบบบูรณาการร่วมกับหน่วยงานอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น และให้มีผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากขึ้น

# การพัฒนาคุณสมบัติทางกลของไม้ปาล์มน้ำมันด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคาร

**ดร.รัฐศักดิ์ พรหมมาศ และคณะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**

ปาล์มน้ำมัน เป็นไม้ยืนต้นที่รัฐบาลไทยได้ส่งเสริมให้เกษตรกรภาคใต้และภาคตะวันออกปลูกเป็นจำนวนมาก เพื่อนำน้ำมันปาล์มไปผลิตไบโอดีเซล ดังนั้น พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจึงขยายตัวมาโดยตลอด ปกติต้นปาล์มน้ำมันใช้ระยะเวลาการเติบโตประมาณ 3 ปี จึงให้ผลปาล์มน้ำมันที่จะนำไปสกัดเอาน้ำมันปาล์มออกจากทะลายปาล์ม โดยทั่วไป ปาล์มน้ำมันจะถูกตัดโค่นเพื่อปลูกใหม่ที่อายุประมาณ 25-30 ปี หรือต้นมีความสูงเกิน 12 เมตรขึ้นไป ในปัจจุบัน ยังไม่มีการใช้ประโยชน์จากต้นปาล์มน้ำมันเลย เนื่องจากเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นต่ำและความแข็งแรงต่ำ การใช้ประโยชน์จากต้นปาล์มน้ำมันในรูปของไม้แปรรูปเหมือนไม้ทั่วไปจึงเป็นไปได้ยาก และต้นปาล์มยังเป็นแหล่งสะสมของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินอยู่ในปริมาณมาก

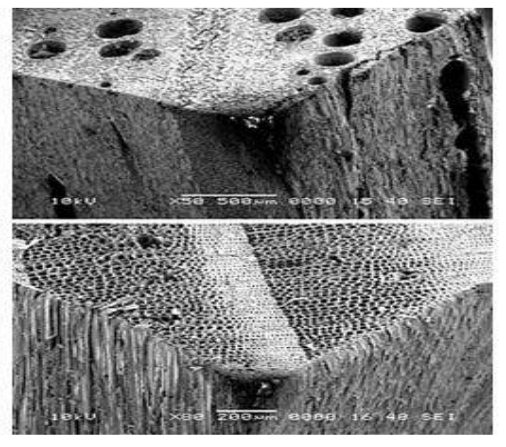
**รูปที่ 1 ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 20 ปี**

งานวิจัยนี้ เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ปาล์มน้ำมันให้มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับไม้เนื้อแข็ง เพื่อใช้ในการทดแทนไม้เนื้อแข็งที่ใช้ในงานก่อสร้างอาคารด้วยคลื่นไมโครเวฟ

**รูปที่ 2 ไม้ปาล์มน้ำมันที่แปรรูป**

ไม้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท โดยเอาค่าความแข็งแรงในการดัดของไม้แห้ง (ความชื้นประมาณ 12 %) และความทนทานตามธรรมชาติของไม้นั้น เป็นเกณฑ์ดังนี้

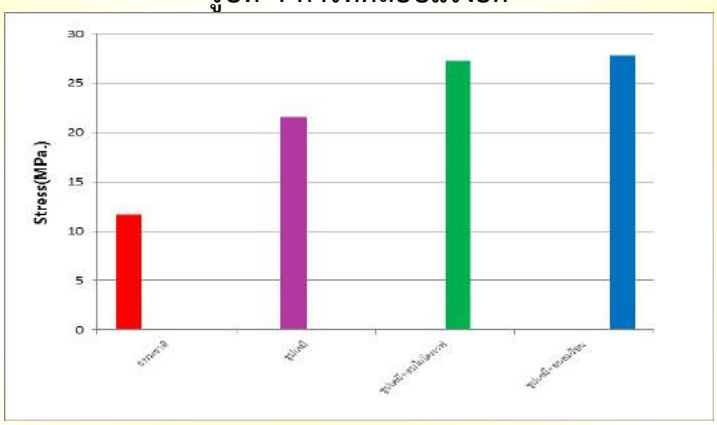
| ประเภทไม้ | ความแข็งแรงในการดัด (กก./ซม$^2$) | ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี) |
|---|---|---|
| ไม้เนื้อแข็ง | สูงกว่า 1,000 | สูงกว่า 6 |
| ไม้เนื้อแข็งปานกลาง | 600 - 1,000 | 2 - 6 |
| ไม้เนื้ออ่อนต่ำกว่า | 600 | ต่ำกว่า 2 |



**รูปที่ 3 ลักษณะของไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง**

ประเภทแรงสำคัญ และพบการเกิดขึ้นในสิ่งก่อสร้าง คือแรงบีบขนานเสี้ยน และแรงดัด รองลงมา คือแรงเชือด โดยเฉพาะแรงดัดซึ่งสามารถทำให้ไม้หักเสียรูปโดยสิ้นเชิงนั้น เป็นแรงที่มีปัจจัยต่างๆ ในสิ่งก่อสร้างมาเกี่ยวข้องอยู่เป็นอันมาก แรงดัดสูงสุดที่ทำให้ไม้หักจึงเป็นที่มาของการทดสอบสำคัญ

**รูปที่ 4 การทดสอบแรงอัด**




**รูปที่ 5 คุณสมบัติทางกลของไม้ปาล์มที่ผ่านการอบด้วยไมโครเวฟ**

# การสกัดแยกไลเปสจากผลปาล์มหลังการเก็บเกี่ยว และการประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตไบโอดีเซล

ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันในการผลิตพลาสติกและพลังงานทดแทนทางชีวภาพ”

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. กนกพร สังขรักษ์ และคณะ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

**การใช้ประโยชน์** การศึกษาปริมาณ และกิจกรรมของไลเปสจากผลปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนกระทั่งเน่าเสีย จากผลปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ผสมเทเนอราซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมเพาะปลูกในประเทศไทย และยังไม่มีงานวิจัยใดได้ศึกษามาก่อน ข้อมูลดังกล่าว จะทำให้ทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมต่อการสกัดไลเปสจากผลปาล์มน้ำมันเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากที่สุด ไลเปสที่สกัดได้ จะนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว นอกจากนี้ ไลเปสที่ได้จะถูกนำมาศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาในการผลิตไบโอดีเซล ข้อมูลจากการศึกษานี้ จะช่วยเพิ่มมูลค่าของผลปาล์มน้ำมัน ลดปัญหาปาล์มน้ำมันล้นตลาด อีกทั้งยังช่วยเพิ่มทางเลือกในการนำผลปาล์มน้ำมันไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากการบริโภค ได้แก่ การนำไปสกัดเอนไซม์ และการผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** วิธีการสกัดไลเปสที่ไม่ยุ่งยาก สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ และลดการใช้สารเคมี จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

**ขั้นตอนการผลิต**

ผลปาล์มหลังการเก็บเกี่ยว

สกัดเอนไซม์ด้วยบัฟเฟอร์ Tris-HCl pH 9.0

ทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์บางส่วนด้วยระบบสารละลายสองวัฏภาค

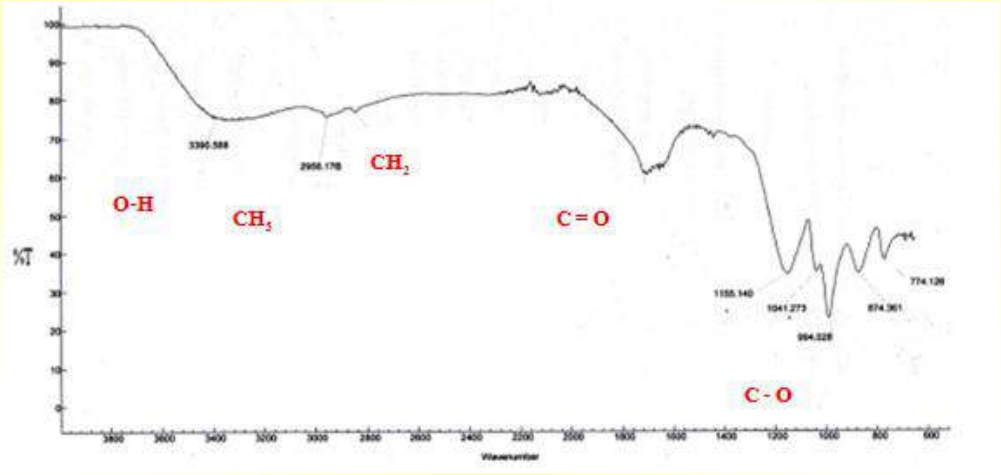
เอนไซม์ไลเปสบริสุทธิ์บางส่วน

ศึกษาคุณสมบัติบางประการของเอนไซม์

นำเอนไซม์บริสุทธิ์บางส่วนมาใช้เป็นตัวเร่งในกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

ไบโอดีเซล

- ไลเปสจากผลปาล์มน้ำมันทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส )
- มีความสามารถในการทนอุณหภูมิสูงที่ 50-80 องศาเซลเซียส
- ทำงานได้ดีในสภาวะที่มี Tributyrin เป็นสับสเตรท และมีแคลเซียมที่ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์




แสดงแถบข้อมูลการดูดกลืนแสงที่สำคัญของไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันที่ใช้แล้วในครัวเรือนร่วมกับการเร่งด้วยเอนไซม์ไลเปส

# การเตรียมและศึกษาคุณสมบัติของไฮโดรเจลที่เตรียมจากต้นปาล์มน้ำมันโค่นทิ้งเพื่อการปลูกใหม่

ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันในการผลิตพลาสติกและพลังงานทดแทนทางชีวภาพ”

ดร.นันทรัตน์ พฤกษาพิทักษ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

ต้นปาล์มน้ำมัน ยอดปาล์มน้ำมัน เซลลูโลส

ยอดปาล์มน้ำมันที่ถูกโค่นทิ้งเพื่อการปลูกต้นใหม่ เป็นอีกทางเลือกสำหรับใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตเซลลูโลส

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** การเตรียมเซลลูโลสจากยอดของต้นปาล์มน้ำมันที่ถูกโค่นทิ้งเพื่อการปลูกใหม่นั้น เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางจากยอดปาล์มน้ำมัน เพิ่มมูลค่าให้กับยอดปาล์มน้ำมัน ลดปัญหาการจัดการวัสดุเศษเหลือในสวนปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาเพื่อผลิตเซลลูโลสจากยอดปาล์มน้ำมัน และเพื่อเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการเตรียมไฮโดรเจลนั้น พบว่า ยอดปาล์มน้ำมันประกอบด้วย เซลลูโลสประมาณ 5.86 $\pm$ 0.40 % ต่อมาทำการปรับสภาพ และกำจัดส่วนของเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และอื่นๆ พบว่า เซลลูโลสที่ได้มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 60.36 % เมื่อ (1) กำจัดลิกนินด้วย EtOH : $H_2O$ : Aniline ในอัตรส่วน 100 : 5 : 5 โดยปริมาตร (2) ฟอกขาว และกำจัดเฮมิเซลลูโลสที่เหลือ ด้วย 2% $H_2O_2$ : 0.2 Tetraacetyl ethylene diamine (TAED) ที่อุณหภูมิ 28$^{\circ}$C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และ (3) กำจัด $\beta$, $\gamma$ - เซลลูโลส ด้วย 17.5% NaOH เพื่อให้ได้แอลฟาเซลลูโลส แอลฟาเซลลูโลสที่ได้ มีลักษณะเป็นผงสีขาว ซึ่งถูกศึกษาคุณลักษณะด้วยเทคนิค FTIR (รูปที่ 1) และ XRD (รูปที่ 2) คุณสมบัติทางความร้อน (รูปที่ 3) และมีลักษณะสัณฐานวิทยาดังรูปที่ 4(ข) จากผลการศึกษาพบว่า สามารถผลิตเซลลูโลสจากยอดปาล์มน้ำมันได้ 50% (5.4 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับยอดปาล์มสดเริ่มต้น 10 กรัม ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการเตรียมไฮโดรเจล วัสดุเชิงประกอบ และอื่นๆ เพื่อลดการนำเข้าและเป็นแนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเซลลูโลส

## วิธีการวิจัย

**ยอดปาล์มสด**

ระเบิดด้วยไอน้ำ

**ยอดปาล์มสดหลังปรับสภาพ**

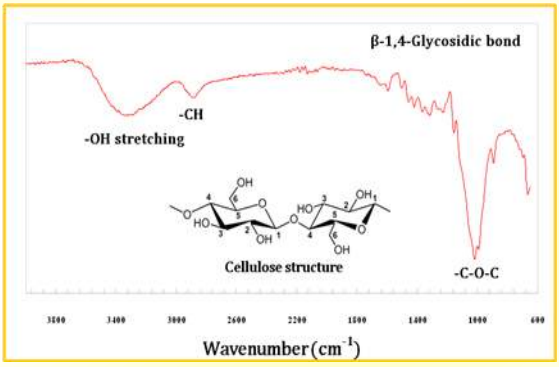
กำจัดลิกนิน ด้วย EtOH : $H_2O$ : Catalyst (100:50:5 V:V:V) ที่ 95°C, 6 hr

ฟอกขาวด้วย 2% $H_2O_2$: 0.2 0.4 หรือ 0.6%TAED ที่อุณหภูมิ 28 หรือ 50°C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปล้างด้วยน้ำ DI และ EtOH

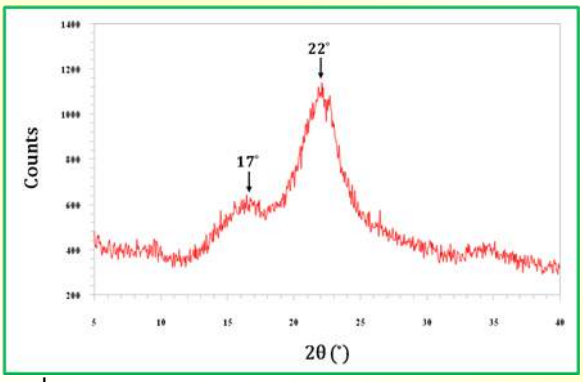
กำจัด$\beta$, $\gamma$- เซลลูโลส ด้วย 17.5%

**แอลฟา-เซลลูโลส**

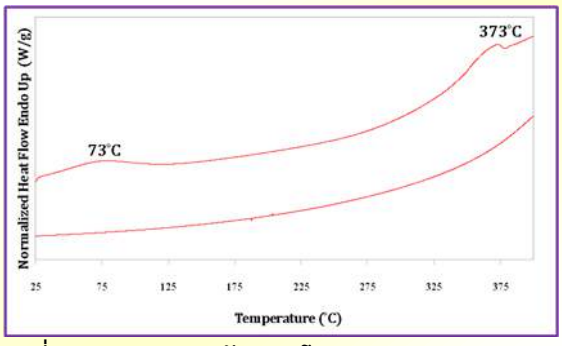
## ผลการวิจัย และอภิปรายผลการวิจัย



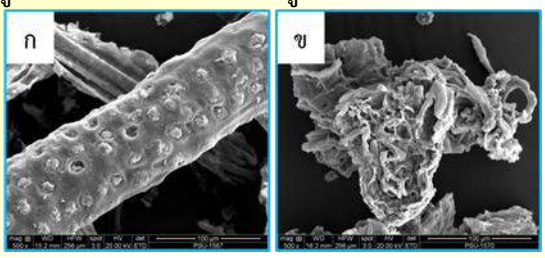

**รูปที่ 1. FTIR สเปกตรัมเซลลูโลส**




**รูปที่ 2. XRD สเปกตรัมเซลลูโลส**




**รูปที่ 3. FTIR สเปกตรัมเซลลูโลส**




**รูปที่ 4 ภาพ SEM เซลลูโลสของยอดปาล์มสด**

# การเตรียมชีวมวลปาล์มน้ำมันเพื่อการผลิตเอทานอล โดยใช้ถังปฏิกรณ์เมมเบรนสกัดเอทานอล

ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันในการผลิตพลาสติกและพลังงานทดแทนทางชีวภาพ”

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สมพงศ์ โอทอง และคณะ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ**

อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน มีวัสดุเศษเหลือที่เป็นมวลชีวภาพประเภทลิกโนเซลลูโลสจำนวนมาก เช่น ต้นปาล์มที่ตัดทิ้งหลังจากต้นปาล์มมีอายุมาก (>25 ปี) ให้ชีวมวลประมาณ 70 ตันต่อไร่ นอกจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีชีวมวลเศษเหลือจำนวนมากอย่างเช่น เส้นใยปาล์ม กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า ประมาณ 9.66 5.20 และ 17.08 ล้านตันต่อปี ตามลำดับ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของชีวมวลจากส่วนต่างๆ ของต้นปาล์มน้ำมัน พบว่า มีองค์ประกอบหลัก เป็นเซลลูโลส (40-50%) เฮมิเซลลูโลส (20-35%) และลิกนิน (16-29%) ซึ่งเซลลูโลส สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสให้น้ำตาลกลูโคส มีศักยภาพในการนำผลิตเอทานอลได้ ประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันพร้อมโค่นทิ้งประมาณ 20,000-45,000 ไร่ต่อปี ดังนั้นในแต่ละปีจะมีมวลชีวภาพจากลำต้นปาล์มประมาณ 1 ล้านตันต่อปี งานวิจัยนี้ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพมวลชีวภาพปาล์มน้ำมันที่เป็นของแข็ง เพื่อให้ได้ปริมาณเซลลูโลสจากชีวมวลปาล์มน้ำมันที่มากที่สุด และคุณภาพดี เพื่อนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล

**การใช้ประโยชน์** ต้นปาล์มน้ำมัน มีเซลล์เก็บน้ำตาลประมาณร้อยละ 70 ของน้ำหนักต้น เมื่อนำไปคั้นสดได้น้ำตาลมีความเข้มข้น 83 กรัมต่อลิตร การนำลำต้นปาล์มโค่นทิ้งไปบ่มเป็นเวลา 30 วัน จะส่งเสริมการย่อยสลายแป้งภายในลำต้น และส่งผลให้มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงถึง 153 กรัมต่อลิตร น้ำคั้นลำต้นปาล์มประกอบด้วยน้ำตาล กลูโคส ซูโครส ฟรุกโตส และกาแลกโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่สามารถนำไปหมักด้วยยีสต์เพื่อผลิตเอทานอลได้ น้ำคั้นลำต้นปาล์มน้ำมันสด มีความเข้มข้นน้ำตาลทั้งหมด 85.2 กรัมต่อลิตร ไปผลิตเอทานอลด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ได้เอทานอล 32 กรัมต่อลิตร ต้นปาล์มหนึ่งต้น ให้น้ำคั้นประมาณ 250 ลิตรต่อต้น และเหลือกากที่เป็นของแข็งประมาณ 1,400 กิโลกรัมต่อต้น คิดเป็นประมาณร้อยละ 90 ของมวลชีวภาพของลำต้นปาล์มคงเหลืออยู่ในรูปของแข็ง มีองค์ประกอบเป็นปริมาณลิกนินร้อยละ 16 เซลลูโลส ร้อยละ 41 และ เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 34

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ** ผลิตเอทานอล ได้จากเซลลูโลสมวลชีวภาพปาล์มน้ำมัน ทำให้ได้พลังงานทดแทนจากวัสดุชีวมวลซึ่งเป็นพลังงานที่ยั่งยืน ก่อให้เกิดแนวทางการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จำพวกลิกโนเซลลูโลส

การขยายขนาดการย่อยลำต้นปาล์มน้ำมันที่เตรียมด้วยร้อยละ 2 ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (700 W) เป็นเวลา 30 นาที ด้วยเอนไซม์ Cellulase และ β-glucosidases เป็น 1.5 ลิตร ให้ความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมด 108.3 กรัมต่อลิตร จากนั้นเมื่อนำไปหมักต่อด้วยเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ให้ผลผลิตเอทานอล 52 กรัมต่อลิตร การผลิตเอทานอลจากการเตรียมลำต้นปาล์มโดยการแช่ ร้อยละ 2 ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ (700 W) เป็นเวลา 30 นาที มีความคุ้มทางเศรษฐศาสตร์ และค่าใช้จ่ายในการกำจัดต้นปาล์มแก่โค่นทิ้งเพื่อการปลูกใหม่

ผู้ร่วมวิจัย: ดร.ชัยสิทธิ์ นิยสม และ นางสาวสุรีพรย์ กำเนิดกลาง มหาวิทยาลัยทักษิณ

# การผลิตกรดแลคติกจากชีวมวลปาล์มน้ำมัน

**ภายใต้ชุดโครงการ “การพัฒนาเศษวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันในการผลิตพลาสติกและพลังงานทดแทนทางชีวภาพ”**

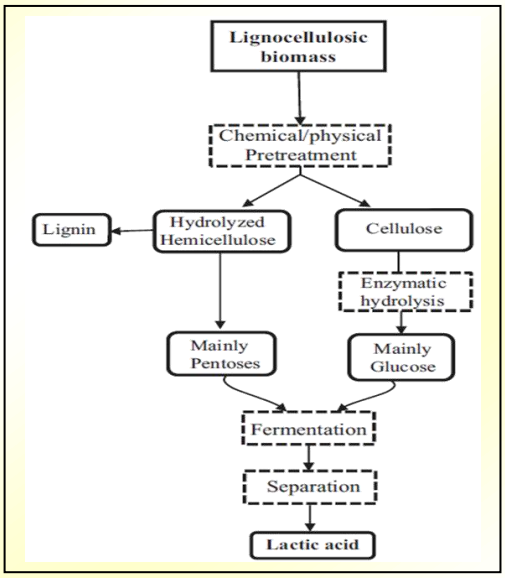
**ดร.ศุภชัย นิติพันธ์ คณะวิทยาสาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง**

ชีวมวลปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Biomass) เป็นแหล่งของลิกโนเซลลูโลสชั้นดี ประกอบด้วย เซลลูโลส ร้อยละ 30-50 เฮมิเซลลูโลส ร้อยละ 20-35 และลิกนิน ร้อยละ 10-29 เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส สามารถใช้เป็นซับสเตรตสำหรับการหมักผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่มีประโยชน์ทางอุตสาหกรรมได้ เช่น กรดแลคติก ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ พบว่าร้อยละ 85 ของกรดแลคติกที่ผลิตได้จากกระบวนการหมัก ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เนื่องจาก มีบทบาทในการปรับความเป็นกรดของอาหาร เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส และใช้เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์อาหารได้

**การใช้ประโยชน์ของงานวิจัย** คัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลคติก โดยใช้ชีวมวลปาล์มน้ำมันเป็นตัวตั้งต้น เป็นการเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเหลือทิ้งชีวมวลปาล์มน้ำมันหลังจากการโค่นต้นปาล์มที่หมดอายุการเก็บเกี่ยว ช่วยลดการนำเข้ากรดแลคติกจากต่างประเทศ สามารถนำกรดแลคติกเพื่อวิจัยและพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพต่างๆ

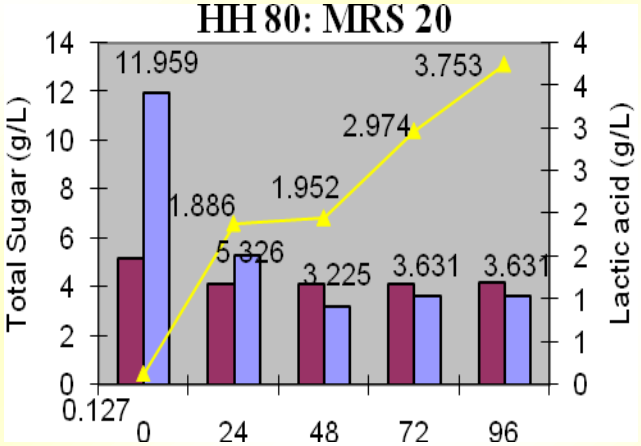
**ขั้นตอนการผลิต**

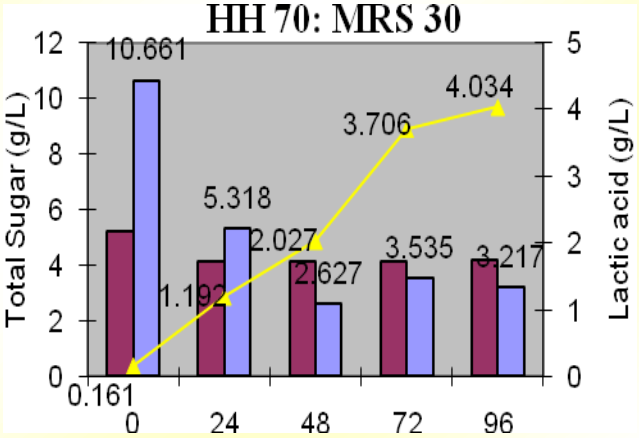
- การเตรียมตัวอย่างลำต้นปาล์มน้ำมัน
- การเตรียมเฮมิเซลลูโลสไฮโดรไลเซตจากลำต้นปาล์มน้ำมัน
- คัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียแลคติกที่สามารถใช้น้ำตาลไซโลส (Xylose) และกลูโคส (Glucose)
- แบคทีเรียสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้นำมาผลิตกรดแลคติกโดยใช้เฮมิเซลลูโลสไฮโดรไลเซตที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพชีวมวลปาล์มน้ำมัน และอาหารเลี้ยงเชื้อในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

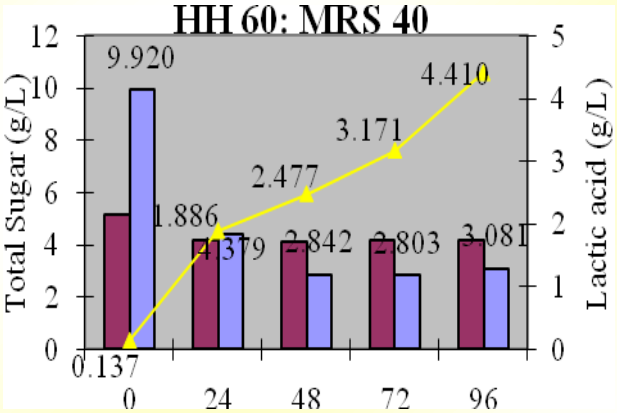


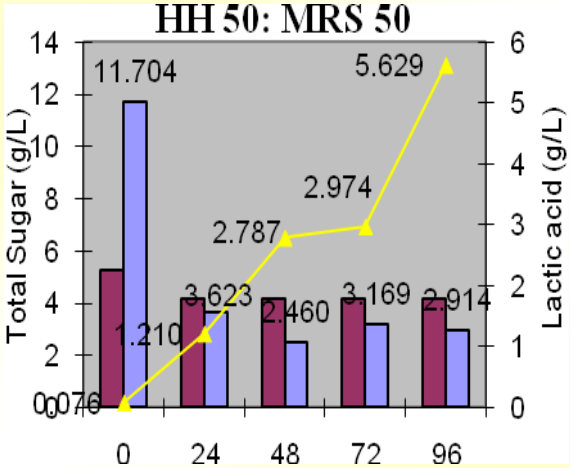

กรอบแนวคิดกระบวนการผลิตกรดแลคติกจากชิวมวลปาล์มน้ำมัน

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจ**



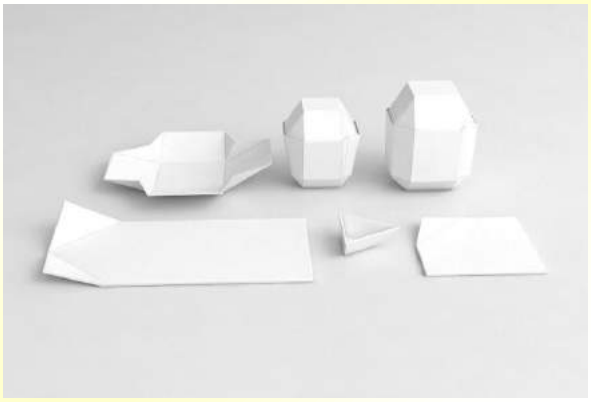

แบคทีเรียแลคติก 9 สายพันธุ์ ประกอบด้วย *Lactobacillus* sp. TISTR 1320 *L. plantarum* TISTR 926 *L. delbrueckil* TISTR 326 *L. bulgaricus* TISTR 1339 *L. casei* TISTR 1340 *L. lactis* TISTR 420 *L. casei* subsp. *rhamnosus* TISTR 047 *L. amylovorans* TISTR 1110 และ *L. pentosus* TISTR 853 พบว่า สามารถเจริญและสร้างกรดแลคติกโดยใช้น้ำตาลไซโลส และเชื้อที่มีความสามารถดีที่สุด คือ *L. pentosus* TISTR 853 ซึ่งสามารถใช้เฮมิเซลลูโลสไฮโดรไลเซตผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อในสัดส่วน 50:50 ผลิตกรดแลคติก ได้ 5.629 g/L และเมื่อลดสัดส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 80:20 ได้กรดแลคติก 3.753 g/L

# นวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ภาชนะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากวัสดุคอมโพสิทชีวภาพปาล์มน้ำมัน

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สิงห์ อินทรชูโต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

จากการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่มากกว่า 26 จังหวัดทั่วประเทศ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบพื้นฐานในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกสำหรับนำไปผลิตเป็นไบโอดีเซล เนื่องจากเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด ทำให้เล็งเห็นได้ว่า จะมีทะลายปาล์มเปล่าปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่า ทะลายปาล์มเปล่าเป็นของเสียมีมูลค่าต่ำและยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ และมีปริมาณสูงถึง 5.4 ล้านตันต่อปี จึงนำไปสู่การวิจัยค้นคว้าหาทางเลือกในการนำทะลายปาล์มเปล่า มาใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติทางเคมีที่เป็นพอลีเมอร์ธรรมชาติ สามารถใช้เสริมแรงในพอลีเมอร์เคมีได้ นอกจากนี้ ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเชิงกลของทะลายปาล์มเปล่าที่มีน้ำหนักเบา ความหนาแน่นต่ำ ประกอบการวิเคราะห์ ในขณะที่ทะลายปาล์มเปล่าสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ ทำให้นำไปสู่แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

**นวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ฯ** ได้นำหลักการออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อสิ่งแวดล้อม (Creative design) เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ และบูรณาการร่วมกับการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment) ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เกิดจนตาย เพื่อนำประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาร่วมด้วย ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการออกแบบ โดยมีแรงบันดาลใจมาจากวัฒนธรรมประเพณีอันเก่าแก่ของญี่ปุ่นในการพับกระดาษแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสหลากสีเป็นรูปทรงต่างๆ เรียก แบบโอริกามิ (Origami) เพื่อสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ที่ผสานกับวัฒนธรรมสร้างสรรค์ของญี่ปุ่น และแบบที่ 2 อาศัยแรงบันดาลใจในการเลียนแบบธรรมชาติจาก เห็ด ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการปรุงอาหารญี่ปุ่น เรียก แบบออร์แกนิค เพื่อสร้างจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ในความเป็นธรรมชาติ ตามแนวคิด WabiSabi หรือ ความงามในความไม่สมบูรณ์ (Beauty in the imperfection) ของวัฒนธรรมญี่ปุ่น ทำให้ได้นวัตกรรมการออกแบบเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร 2 ชุด จากวัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีน ที่เป็นการพัฒนาวัสดุนี้เป็นครั้งแรกของโลก สามารถนำไปต่อยอดเชิงพาณิชย์ เพื่อตอบสนองต่อกระแสความต้องการผลิตภัณฑ์รักษ์โลกได้ อันเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมัน



**การใช้ประโยชน์** การระดมสมองระหว่างผู้เชี่ยวชาญด้านวิศกรรมวัสดุ การออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อสิ่งแวดล้อม (การออกแบบที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม) และ การประเมินวัฏจักรชีวิต (การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์เกิดจนตาย) ร่วมกับ บริษัทเอกชนผู้ผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารจากเมลามีน ผสานแนวคิดสู่ การพัฒนานวัตกรรมวัสดุใหม่ คือ วัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีน

**ขั้นตอนการผลิต** เตรียมวัสดุจากทะลายปาล์มเปล่าให้มีขนาดเล็กมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นผงได้ยิ่งดี เริ่มจากการนำทะลายปาล์มเปล่าที่ขนมาจากโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน มาตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้น แล้วนำไปเข้าสู่กระบวนการจัดเตรียมวัสดุ โดยใช้เทคนิคการระเบิดด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความดัน 18 บาร์ เป็นเวลา 10 นาที จากนั้น นำไปบดย่อยด้วยเครื่องปั่นที่มีรอบความเร็วสูง แล้วจึงนำไปผสมกับผงเมลามีนให้เข้ากัน ขึ้นรูปเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ซึ่งงานนี้กว่าจะขึ้นรูปได้ก็ต้องทดลองดำเนินการจนกว่าจะหาสภาวะที่เหมาะสม ทั้งด้านการขึ้นรูป สีสัน และความแข็งแรง ทำให้เกิดนวัตกรรมวัสดุใหม่ คือ วัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีน นอกจากนี้ ผลการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่า วัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีน ช่วยลดผลกระทบทุกด้านภาวะโลกร้อน ร้อยละ 12 ด้านค่าความเป็นพิษต่อมนุษย์ ร้อยละ 0.3 ด้านค่าความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ ร้อยละ 0.3 ทั้งนี้ วัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีนนั้นมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกนอกเหนือจากเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เพื่อให้สามารถขยายโอกาสการประยุกต์ใช้การตอบโจทย์นวัตกรรมเชิงสังคมได้ อาทิเช่น ชุดกาแฟ ชุดอาหารว่าง แก้วกาแฟ เก้าอี้พลาสติก โต๊ะพลาสติก และ วัสดุบุผิวหน้าเคาน์เตอร์ เป็นต้น อันเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มของโรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน ป้อนสู่ตลาดผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันอย่างครบวงจร

**ผลได้เชิงเศรษฐกิจและมูลค่าที่เพิ่มขึ้น** เมื่อประเมินสถานการณ์ทางการตลาดของร้านอาหารญี่ปุ่นที่มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยประเทศไทยมีร้านอาหารญี่ปุ่นเพิ่มสูงขึ้นเป็นอันดับที่ 5 ในโลก ทำให้ตั้งโจทย์การออกแบบเป็นชุดผลิตภัณฑ์ภาชนะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารสำหรับร้านอาหารญี่ปุ่น ได้แก่ จานข้าว จานวางอาหาร ชามซุป ถ้วยน้ำจิ้ม ตะเกียบ และที่วางตะเกียบ โดยมีศักยภาพที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าเศษทะลายปาล์มได้จาก ราคาเพียง 1 บาทต่อกิโลกรัม เป็นวัสดุคอมโพสิตชีวภาพปาล์มน้ำมันกับเมลามีนที่มีปาล์มผสมอยู่ ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก (สามารถขึ้นรูปเป็นจานได้ 3 ใบ ใบละ 120 บาท) ในขณะที่ราคาต้นทุนการผลิตจากผงเมลามีน คิดเป็น 40.20 บาท จะเห็นได้ว่า สามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงถึง 9 เท่าต่อกิโลกรัม

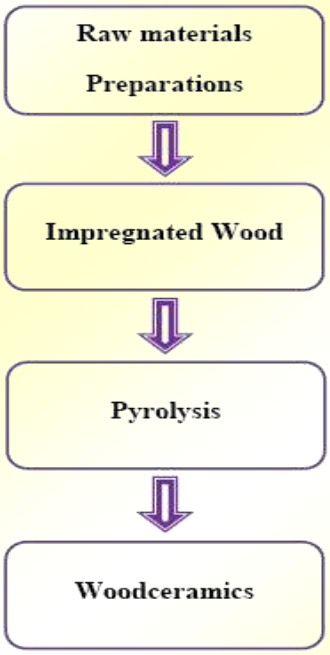
ผู้ร่วมวิจัย: ผศ.ดร. รัตนาวรรณ มั่งคั่ง คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

# การผลิต Woodceramics จากเศษเหลือวัสดุปาล์มน้ำมัน

**ดร. พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์ และคณะ**
**ศูนย์วิทยาการขั้นสูงด้านทรัพยากรธรรมชาติเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

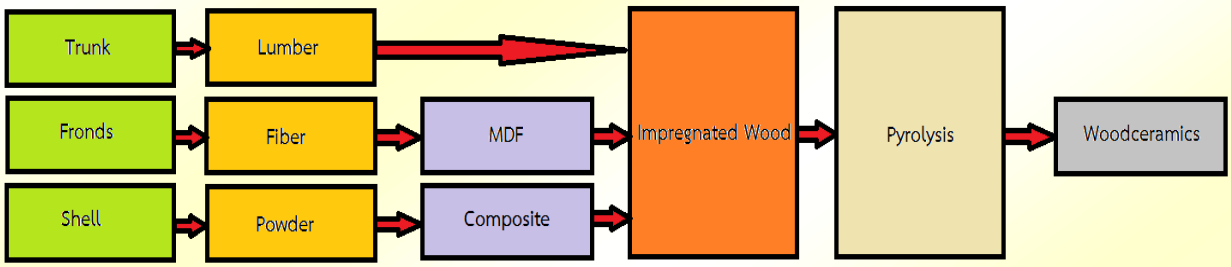
ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่การปลูกปาล์มอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีเศษเหลือจำนวนมาก และยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง ดังนั้น การนำเศษวัสดุปาล์มน้ำมันสามชนิดคือ ลำต้น ทางปาล์ม และกะลาปาล์ม มาผลิตเป็น Woodceramics ที่มีคุณสมบัติอันโดดเด่น เช่น การต้านทานความร้อนและการขัดสีขีดข่วน ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมี มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและคลื่นไฟฟ้าที่น่าสนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้หลากหลายอุตสาหกรรม

**การใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัย** ในการผลิต Woodceramics นั้น มีกรรมวิธีในการผลิตคร่าว ๆ ดังภาพที่ 1 โดยเริ่มจากการเตรียมตัวอย่างชิ้นไม้ นำมาอัดด้วยเรซิ่น จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ Pyrolysis ที่อุณหภูมิสูง (600-1,000 °C) โดยมีการควบคุมการเพิ่มขึ้นของความร้อน (Heating rate) ที่ 3 ระดับคือ 1 5 และ 10 °C/min ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ Woodceramics ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกมา จากนั้น จึงนำ Woodceramics ที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ทั้งคุณสมบัติเชิงกล (Mechanical properties) คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) และคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงโครงสร้างทาง Microstructures *การทดสอบคุณสมบัติของ Woodceramics ในเชิงลึก จะอยู่ในปีที่ 2 ของงานวิจัยชิ้นนี้*




**ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิต Woodceramics**

**ภาพที่ 2 Woodceramics จากทางใบปาล์มน้ำมัน**




**ภาพที่ 3 แผนการทดลองการผลิต Woodceramics**

**ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของ Woodceramics จากเศษเหลือปาล์มแต่ละชนิด**

| Woodceramics | ความชื้น % | ความหนาแน่น | ความถ่วงจำเพาะ |
|---|---|---|---|
| จากลำต้นปาล์มน้ำมัน | 15.62 | 0.40 | 0.34 |
| จากแผ่นใยไม้อัดจากทางใบปาล์มน้ำมัน | 13.69 | 0.66 | 0.58 |
| จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากกะลาปาลม์ | 11.12 | 1.01 | 0.91 |

Woodceramics ที่ผลิตได้ คาดว่าจะสามารถรองรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วัสดุดูดซับ ฉนวนกันความร้อน เป็นต้น

**ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จาก Woodceramics**

ผู้ร่วมวิจัย: ผศ.ดร.นิคม แหลมสัก ม.เกษตรศาสตร์ ผศ.ดร.ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ ม.เกษตรศาสตร์
นายณัฐณรงค์ เอี่ยมมี บ. ทรีเทคโนโลยี จำกัด

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

คอปช.
วช.
NRCT
สกว.