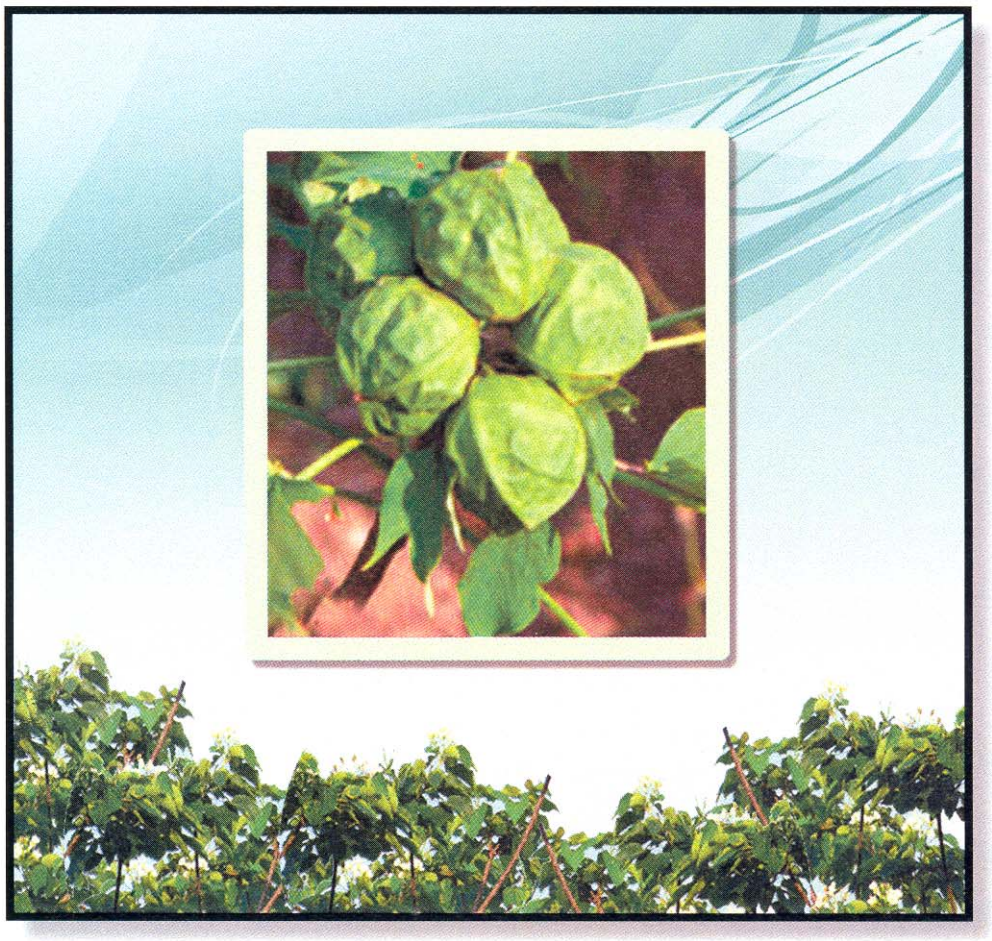
โครงการวิจัยที่ ภ. 55-07 / ย. 2 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

วิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหารเพื่อผลิตไบโอดีเซล



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 55-07
การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากชีวมวลที่ไม่ใช่อาหาร

โครงการย่อยที่ 2
วิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหารเพื่อผลิตไบโอดีเซล

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
วิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหาร เพื่อผลิตไบโอดีเซล

โดย

เรวัตร จินดาเจี่ย **สายันต์ ตันพานิช**
ธเนศ อุทิศธรรม **มนตรี แก้วดวง**
ประยุทธ กาวิละเวส **ชลธิชา นิวาสประกฤต**
สุรสิทธิ์ วงษ์สัจจานันท์ **วิเซ็น ดวงสา**
พงษ์ศักดิ์ แก้วศรี **สุวดี ปัญญาดี**

บรรณาธิการ
นฤมล รื่นไวย์
บุญเรียม น้อยชุมแพ
สลิลดา พัฒนศิริ

วว., ปทุมธานี 2558

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานีวิจัยลำตะคองที่เอื้อเฟื้อสถานที่, แรงงาน, เครื่องจักรกล, วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับทำวิจัย.

ขอขอบคุณอาจารย์สัมฤทธิ์ อัครปะชะ และคุณสำราญ ฟุงฟู ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการปลูกมะเยาหิน ทำให้ทีมผู้วิจัยดำเนินแผนงานสำเร็จลุล่วง.

ขอขอบพระคุณผู้ว่าการ รองผู้ว่าการกลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ ผู้อำนวยการและนักวิจัยจากฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่ให้การสนับสนุนและข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการดำเนินงานของโครงการวิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหารเพื่อผลิตไบโอดีเซลสามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	6
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	8
4. สรุปผลการทดลอง	11
5. ข้อเสนอแนะ	12
6. เอกสารอ้างอิง	13

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. ข้อมูลผลผลิตมะเยาหินที่ปลูกจาก 3 สภาพพื้นที่ ได้แก่ 8
(1) สถานีวิจัยลำตะคอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
(2) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
(3) จากประเทศลาว
ตารางที่ 2. คุณสมบัติของน้ำมันที่สกัดจากผลมะเยาหิน 10
ตารางที่ 3. จำนวนผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี 10

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. การติดผลและทรงพุ่มของต้นมะเยาหินที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง 9
รูปที่ 2. การติดดอกและทรงพุ่มของต้นที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง 9

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF CHINESE TALLOW TREE AND NON-FOOD PLANT FOR BIO-DIESEL PRODUCTION

Rewat Chindachia, Sayan Tanchpanich, Thanes Utistham, Montree Keawdoung, Prayut Kavilavas, Cholticha Niwasprakit, Surasit Wongsusjanan, Wisen Doungsa, Pongsak Kaewsri and Suwadee Panyadee

ABTRACT

A research and development on Chinese tallow tree and non-food plant for bio-diesel production was conducted on “Tung oil tree” and “Chinese tallow tree”. The 2 species were collected and planted at Lamtakhong Research Station in this study. Furthermore, yields of Tung oil tree from Thailand (Maetang) and Lao PDR were compared and the result revealed that Tung oil tree planted in Lao PDR gave higher yield than those planted in Thailand at 2,200-2,300 kg/rai and 2,300-2,500 kg/rai, respectively. While Tung oil tree planted at Lamtakhong Research Station started flowering at 3 years after transplantation, but totally giving no yield. The biofuel properties of Tung oil tree were analyzed on methyl ester, density, viscosity, flash point, sulfur, carbon residue, cetane number, copper strip corrosion, and acid value, which passed the standard entirely. Meanwhile, Chinese tallow tree planted at Lamtakhong Research Station started flowering at 2 years, but were totally infertile. There were a total of 528 participants in the extension program of this research from the beginning of project in 2012 to 2014.

วิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหาร เพื่อผลิตไบโอดีเซล

เรวัตร จินดาเจี่ย[1], สายันต์ ตันพานิช[1], ธเนศ อุทิศธรรม[1], มนตรี แก้วดวง[1], ประยุทธ กาวิละเวส[1], ชลธิชา นิวาสประกฤต[1], สุรสิทธิ์ วงษ์สัจจานันท์[1], วิเชียร ดวงสา[1], พงษ์ศักดิ์ แก้วศรี[1] และสุวดี ปัญญาดี[1]

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนา Chinese tallow tree และพืชที่ไม่ใช่อาหารเพื่อผลิตไบโอดีเซล โดยทำเก็บรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการเป็นพืชพลังงานทดแทนไบโอดีเซลที่ไม่ใช่อาหาร มาจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ มะเยาเหลี่ยมหรือมะเยาหิน และ Chinese tallow tree มาปลูกทดสอบที่สถานีวิจัยลำตะคอง รวบทั้งเก็บข้อมูลเปรียบเทียบผลผลิตของมะเยาหินที่แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และประเทศลาวพบว่า แปลงที่แม่แตงมีผลผลิตต่ำกว่าแปลงในประเทศลาว คือ 2,200-2,300 กิโลกรัมต่อไร่ และ 2,300-2,500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนมะเยาหินที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง มีอายุ 3 ปี ติดดอกแต่ไม่ให้ผลผลิต. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันมะเยาหิน 9 รายการ ได้แก่ เมทิลเอสเทอร์ ความหนาแน่น, ความหนืด, จุดวาบไฟ, กำมะถัน, กากถ่าน, ซีเทน, การกัดกร่อนแผ่นทองแดง และค่าความเป็นกรด พบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจ. การปลูก Chinese tallow tree ที่สถานีวิจัยลำตะคอง มีอายุ 2 ปี ติดดอกแต่ไม่ติดผลิต และมีผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำนวน 528 คน ตั้งแต่เริ่มโครงการปีงบประมาณ 2555 จนสิ้นสุดโครงการในปีงบประมาณ 2557.

---

[1] ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

1. บทนำ

สภาวะน้ำมันโลกมีราคาเพิ่มสูงขึ้น รวมไปถึงการใช้พลังงานสะอาดที่ลดมลภาวะที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ทั่วโลกต้องหาพลังงานใหม่ทดแทนการใช้น้ำมันเบนซินและดีเซล ซึ่งประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบโดยตรง จึงได้มีการหาพืชพลังงานทดแทนมาใช้ ซึ่งดูได้จากการนำน้ำมันจากพืชมาผสมกับน้ำมันเดิม เช่น น้ำมันดีเซล B1, B2 และ B3 เป็นต้น แต่พืชที่ใช้ทดแทนส่วนใหญ่เป็นพืชพลังงานที่ใช้ในการบริโภค ซึ่งบางครั้งอาจประสบปัญหาการขาดแคลนได้ในอนาคต.

จากสถานการณ์การใช้น้ำมันดีเซลของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2554 พบว่า มีปริมาณการใช้อยู่ในช่วง 50-51 ล้านลิตรต่อวัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการคาดการณ์ของกระทรวงพลังงาน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 2554).

ไบโอดีเซล หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารประกอบเอสเทอร์ของกรดไขมัน ที่ได้จากการนำเอาน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ มาทำปฏิกิริยาเคมีกับแอลกอฮอล์ (ส่วนใหญ่ใช้เมทานอล) และมีผลผลิตพลอยได้เป็นกลีเซอรอล ซึ่งจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องสำอาง ดังนั้น น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ (ซึ่งยังไม่ผ่านการทำปฏิกิริยาเปลี่ยนโครงสร้างเป็นสารประกอบเอสเทอร์) จึงไม่ถือว่าเป็นไบโอดีเซล.

ไบโอดีเซลเป็นสารประกอบเอสเทอร์ ที่มีออกซิเจนผสมอยู่ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีค่าซีเทน ประมาณ 56–58 และมีปริมาณกำมะถันต่ำ สามารถเผาไหม้ได้สมบรูณ์ จึงเป็นเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. นอกจากนี้ ไบโอดีเซลยังมีคุณสมบัติในการหล่อลื่นสูง เมื่อนำไปผสมกับน้ำมันดีเซลกำมะถันต่ำเพียง 1-2 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการหล่อลื่นได้.

ปัจจุบันประเทศไทยมีการจำหน่ายน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 2 ชนิด คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็วธรรมดา ซึ่งมีไบโอดีเซลผสมอยู่ในสัดส่วน 1.5-2 เปอร์เซ็นต์ และน้ำมันดีเซลหมุนเร็วบี 5 ซึ่งมีไบโอดีเซลผสมอยู่ในสัดส่วน 4-5 เปอร์เซ็นต์. น้ำมันดีเซลผสมไบโอดีเซลทั้งสองชนิดมีคุณภาพเช่นเดียวกับน้ำมันดีเซล ดังนั้น สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ดีเซลทั่วไปได้ โดยผู้ผลิตรถยนต์ทั่วโลกให้การยอมรับว่าสามารถใช้ได้โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมรรถนะการใช้งาน แต่หากใช้น้ำมันดีเซลผสมไบโอดีเซลในสัดส่วนเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องยนต์ เนื่องจากรถยนต์ดีเซลที่ผลิตจำหน่ายอยู่ในขณะนี้ ไม่ได้ผลิตมาเพื่อรองรับการใช้ไบโอดีเซลเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ (กรมธุรกิจพลังงาน ม.ป.ป.).

ไบโอดีเซลดีเซลในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้ปาล์มน้ำมันเป็นหลัก แต่น้ำมันที่ได้ทั้งหมดไม่ได้ถูกนำมาใช้กับไบโอดีเซล เนื่องจากน้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมทางด้านอาหาร เวชสำอาง และอื่นๆ ซึ่งจะพบได้จากในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน

ปาล์ม ทำให้น้ำมันปาล์มมีราคาสูงมาก, ส่วนน้ำมันจากสบู่ดำหรือน้ำมันจากน้ำมันที่ใช้แล้วจากครัวเรือนยังมีปริมาณที่น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของน้ำมันปาล์ม.

ดังนั้น การนำพืชพลังงานที่ไม่ใช่อาหารมาเป็นพลังงานทดแทน จึงเป็นอีกทางทางเลือกหนึ่งในการหาพืชพลังงานที่มีศักยภาพเท่าเทียมหรือมากกว่าพืชพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันใหม่ พืชที่ไม่ใช่อาหารที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล เช่น

Chinese tallow tree หรือ Candleberry tree มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triadica sebifera* (L.) Small. (Umali and Jansen 2002) หรือ Sapium sebiferum (L.) Roxb. จัดเป็นพืชวงศ์เดียวกับสบู่ดำ Euphorbiaceae เป็นไม้ยืนต้นและเริ่มให้ผลผลิตเมื่อมีอายุตั้งแต่ 3 ปี เป็นต้นไป และมีอายุยืนยาวเกือบ 80-100 ปี. Chinese tallow tree สามารถเจริญเติบโตทั้งสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน. ประเทศที่มีการปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ ได้แก่ จีน, ญี่ปุ่น, ปากีสถาน, อินเดีย, ซูดาน, แอฟริกาใต้ และตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา. เมล็ดของ Chinese tallow tree จะมีปริมาณน้ำมัน 40-60 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตของ Chinese tallow tree เฉลี่ยที่ 12-13 ตันต่อเฮกแตร์ และมีผลผลิตน้ำมันเฉลี่ย 2.1 ตันต่อเฮกแตร์ สำหรับ Chinese tallow tree ในประเทศไทยมีการนำมาปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีอายุประมาณ 25 ปี โดยชมชาญ, ปานแก้วและสุมแก้ว (2551) ได้ให้ชื่อว่า ต้นศรีทอง ส่วนแสงสว่างและคณะ (2551) ได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Chinese tallow tree.

มะเยาเหลี่ยมหรือมะเยาหิน (Tung oil tree หรือ Chinese wood oil tree) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vernicia ferdii* และ *Vernicia Montana* จัดเป็นพืชที่อยู่วงศ์เดียวกับสบู่ดำ เป็นไม้โตเร็วสามารถให้ผลผลิตผลได้ภายใน 3-4 ปี เป็นไม้และมีอายุยืนยาวถึง 100 ปี เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในจีนตอนใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย, พม่า และเวียดนาม (Aguilar and Ong 2002). จากการคำนวณจากพื้นที่ปลูกและผลผลิตทั่วโลก ผลผลิตเมล็ดมะเยาเหลี่ยมประมาณ 5 ตันต่อเฮกแตร์ เมล็ดมะเยาเหลี่ยมประกอบด้วยน้ำมันสูงถึง 33 เปอร์เซ็นต์ และมีผลผลิตน้ำมัน 0.5-2.0 ตันต่อเฮกแตร์ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของน้ำมันจากถั่วเหลือง, เมล็ดทานตะวัน, ถั่วลิสง, มะกอก และละหุ่ง ซึ่งเท่ากับ 0.5 ตันต่อเฮกแตร์. อย่างไรก็ตาม ผลผลิตยังต่ำกว่าปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นพืชที่ให้น้ำมันดีที่สุดโดยให้ผลผลิตน้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 ตันต่อเฮกแตร์ ต้นมะเยาเหลี่ยมเมื่อปลูกเดี่ยวๆ จะให้ผลผลิตเมล็ดสูงถึง 300 กิโลกรัมต่อต้น นอกจากนี้ กากเมล็ดหลังจากหีบน้ำมันแล้วเมล็ดสามาถนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้มได้อย่างดี.

ยางนา (Yang-na) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don เป็นไม้ยืนต้น การใช้ประโยชน์จากต้นยางนา นอกจากเนื้อไม้แล้วนั้น น้ำมันยางก็เป็นที่รู้จักกันและนำมาใช้ตั้งแต่ครั้งโบราณจนปัจจุบัน โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เรียกกันว่าขี้ไต้หรือคบไฟ นอกจากนี้ ยังใช้อุดชันเรือขุด ตลอดจนเป็นส่วนผสมในน้ำยางรักสำหรับทำเครื่องรัก. ภูมิปัญญาการเจาะน้ำมันยางนั้น มี

กรรมวิธีที่เริ่มจากการเจาะลำต้นยางให้เป็นโพรงขนาดประมาณ 10 x 15 x 10 เซนติเมตร แล้วจุดไฟเผาบริเวณโพรงเพื่อเป็นการกระตุ้นน้ำยาง เมื่อน้ำมันยางไหลในโพรงก็ดับไฟทันทีด้วยใบไม้สด ไม่ควรใช้น้ำดับ ปล่อยทิ้งไว้นาน 5-7 วัน ควรปิดหน้าโพรงเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำฝนหยดเข้า เมื่อน้ำมันไหลเต็มโพรงก็นำออกมาใช้งาน (คมชัดลึก 2557).

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ ดร. สมพร เกษแก้ว พบว่า สำหรับการเลือกต้นยางนามาสกัดเป็นน้ำมันนั้นจะต้องมีอายุมากกว่า 25 ปี เจาะลำต้นด้วยสว่านไฟฟ้า หรือสว่านเจาะไม้ เจาะลึกเข้าไปประมาณ 20 เซนติเมตร ในมุมชี้ขึ้น 45 องศา ใช้ท่อพีวีซีความยาวพอประมาณ หรือเหล็กฉากที่มีความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ที่ทำปลายด้านหนึ่งให้คมด้วยหินเจีย ตอกเข้ากับต้นยางนาในตำแหน่งใต้รูที่เจาะมุมขึ้น 45 องศา แนวเดียวกับการเจาะรู อีกด้านทำเป็นร่องสำหรับแขวนภาชนะสำหรับเก็บน้ำมันยางนา จะได้น้ำมันยางประมาณ 400 มิลลิลิตร/รู/วัน. การเก็บน้ำมันในรูเดิมจะต้องขูดเอาตะกอนยางเหนียวในรูออกและทำความสะอาดทุกวัน เมื่อนำน้ำมันไปสกัดไบโอดีเซล พบว่าสามารถใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลได้ตั้งแต่ไบโอดีเซล 5 เปอร์เซ็นต์ ไปจนถึง 60 เปอร์เซ็นต์ แต่ในการศึกษาวิจัยนี้ใช้ได้เฉพาะรถแทรกเตอร์ทางการเกษตรเท่านั้น (คมชัดลึก 2557).

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหาร

เก็บรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหาร เพื่อนำมาขยายพันธุ์และลงแปลงปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง สำหรับเป็นจุดสาธิต.

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมัน

2.2.1 ส่วนเมล็ดหรือผลที่มีน้ำมัน นำมาเข้าเครื่องบีบสกัดน้ำมันออกมา จากนั้นนำไปกรอง เพื่อแยกส่วนของน้ำมันออกจากเศษผงและตะกอนต่างๆ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของไบโอดีเซล.

2.2.2 ส่วนของเนื้อของผลแก่ เมื่อตากแดดหรืออบที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส จนแห้ง นำมาหีบเพื่อสกัดน้ำมันออกมา จากนั้นนำไปกรอง เพื่อแยกส่วนของน้ำมันออกจากเศษผงและตะกอนต่างๆ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของไบโอดีเซล.

2.2.3 ส่วนของน้ำมันจากต้น นำไปกรอง เพื่อแยกส่วนของน้ำมันออกจากเศษผงและตะกอนต่างๆ แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของไบโอดีเซล.

2.2.4 การศึกษาคุณสมบัติของไบโอดีเซล ทำการวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน ดังนี้:

1. เมทิลเอสเทอร์ (Methyl Ester) วิธีทดสอบใช้ตาม EN14103 ซึ่งตรวจวัดโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟี.

2. ความหนาแน่น (Density) ทดสอบตามวิธี ASTMD1298 เป็นการวัดค่าความหนาแน่นหรือค่าความถ่วงจำเพาะ ทำการวัดค่าโดยใช้อุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะ โดยเทน้ำมันที่ต้องการทดสอบลงในกระบอกตวงประมาณ 3 ใน 4 ของกระบอกตวง โดยเอียงกระบอกตวง ตวงให้น้ำมันไหลลงไปตามผนังของกระบอกตวง เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ รอให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นลอยขึ้นมาที่ผิวหน้าของน้ำมัน แล้วทำการกำจัดออก วางกระบอกตวงให้อยู่ในแนวดิ่ง รักษาอุณหภูมิของน้ำมันให้คงที่ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในแนวเครื่องควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นจึงค่อยๆ หย่อนอุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะลงไป แล้วปล่อยให้ลอยอยู่อย่างอิสระ ไม่เกาะติดกับกระบอกตวง จากนั้นทำการอ่านค่าความถ่วงจำเพาะที่ขีดระดับอุปกรณ์วัดความถ่วงจำเพาะ.

3. ความหนืด (Viscosity) ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D445 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส วิธีการทำการทดสอบกระทำโดยใช้เครื่องมือวัดความหนืด (Viscometer) ใช้หลักการให้ของ

เหลวไหลผ่านช่องแคบๆ ที่ออกแบบและปรับตั้ง (Calibrated) ตามมาตรฐาน แล้วจับเวลาที่ของเหลวไหลผ่านช่องแคบนั้น แล้วนำค่าเวลาไปคำนวณ.

4. จุดวาบไฟ (Flash Point) ให้ใช้วิธีตาม ASTM D93 (Pensky Martens Closed Cup Tester) วิธีการทดสอบใช้อุปกรณ์ใช้ถ้วยปิด (Closed Cup) ต่อกับต่อจุดประกายไฟ และน้ำหล่อเย็นเพื่อป้องกันความร้อนจากการติดไฟที่สูงขึ้น สารทดสอบจะเติมเข้าในถ้วยปิดแล้วให้ความร้อนสูงขึ้นพร้อมการกวนเพื่อให้สารระเหยขึ้น อุณหภูมิที่สารติดลุกเป็นไฟจะเป็นค่าจุดวาบไฟที่วัดได้ การกำหนดจุดวาบไฟที่สูงขึ้นนี้ทำให้ต้องกำจัดแอลกอฮอล์โดยเฉพาะเมทานอลออกไปจากไบโอดีเซลให้หมด จุดวาบไฟนั้นนอกจากจะใช้ประเมินการจุดติดไฟของผลิตภัณฑ์.

5. กำมะถัน (Sulfur) ให้ตามวิธี ASTM D2622 การหาปริมาณกำมะถันทดสอบด้วยวิธี Wavelength.

6. กากถ่าน (Carbon Residue) วิธีการทดสอบตาม ASTM D4530 วิธีทดสอบที่ใช้ คือ การนำตัวอย่างไบโอดีเซลมาให้ความร้อนเผาไหม้จนระเหย เหลือแต่กาก และให้ความร้อนจนกากลุกไหม้ จากนั้นหาปริมาณเถ้าที่ตกค้าง.

7. จำนวนซีเทน (Cetane Number) ใช้วิธีตาม ASTM D613 วิธีการทดสอบทำโดยการฉีดน้ำมันตัวอย่างที่เตรียมไว้ ภายในห้องปิดอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิ เมื่อฉีดเข้าไปแล้วจะเกิดการเผาไหม้จุดระเบิดอย่างรวดเร็ว ในห้องปิดจะติดตั้งเซนเซอร์ (Sensor) เพื่อวัดเวลาตั้งต้นเริ่มฉีดจนถึงเริ่มการเผาไหม้หน่วยที่เป็นมิลลิวินาที (millisecond) กระทำหลายครั้งแล้วเวลานำไปคำนวณหาค่าจำนวณซีเทน ซึ่งมีสหสัมพันธ์ (Coorelate) กับเวลาที่บันทึกไว้.

8. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) ตามวิธี ASTM D130 วิธีการทดสอบใช้แผ่นทองแดงขัดผิวแช่ลงในน้ำมันตัวอย่างไบโอดีเซลปริมาณ 30 มิลลิลิตร ณ อุณหภูมิปกติเป็นระเวลาตามที่กำหนดแล้วนำแผ่นทองแดงมาตรวจสภาพการถูกกัดกร่อนโดยเปรียบเทียบกับระดับหมายเลข 1-4.

9. ค่าความเป็นกรด (Acid Value) ทดสอบตามวิธี ASTM D664 วิธีการทดสอบใช้วิธีการไทเทรตของ Pearson โดยเตรียมไบโอดีเซลตัวอย่างปริมาณ 1970.5 กรัม และแอลกอฮอล์ที่มีค่า pH เป็นกลางปริมาณ 50 มิลลิลิตร นำแอลกอฮอล์ผสมรวมกับไบโอดีเซลตัวอย่าง แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolpthalein) จำนวน 2-3 หยด แล้วเขย่าให้เข้ากัน จากนั้นทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 นอร์แมล ค่อยๆ หยดลงไปทีละหยดพร้อมกับเขย่าตลอดเวลาจนกระทั่งสารผสมที่เขย่าเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาณสารไทเทรต (โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมลงไปนำไปคำนวณ) จะได้ค่าความเป็นกรด.

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การสำรวจและรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหาร

เก็บรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหารมาปลูกทดสอบที่สถานีวิจัยลำตะคอง ได้แก่ มะเยาเหลี่ยมหรือมะเยาหิน (Tung oil tree หรือ Chinese wood oil tree) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vernicia ferdii* และ *Vernicia Montana* จัดเป็นพืชที่อยู่วงศ์เดียวกับสบู่ดำ และ Chinese tallow tree หรือ Candleberry tree มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Triadica sebifera* (L.) Small. (Umali and Jansen 2002) หรือ Sapium sebiferum (L.) Roxb.

การศึกษามะเยาหินที่แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีผลผลิตต่ำกว่าแปลงปลูกในประเทศลาว (ข้อมูลจากศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้) การติดดอกของมะเยาหินมีจำนวนดอกมาก แต่การติดผลต่ำ จากการเก็บข้อมูลพบว่า มีการติดดอกต่อช่อประมาณ 10-20 ดอกต่อช่อ แต่การติดผลจะอยู่ที่ 4-8 ผล เท่านั้น จึงต้องใช้การทำนายผลผลิตแทน ดังแสดงในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ข้อมูลผลผลิตมะเยาหินที่ปลูกจาก 3 สภาพพื้นที่ ได้แก่ (1) สถานีวิจัยลำตะคอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (2) อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ (3) จากประเทศลาว*

ข้อมูลผลผลิตของมะเยาหิน	แปลงที่ สลค. (อายุ 3 ปี)	แปลงที่แม่แตง จ. เชียงใหม่ (อายุ 4-5 ปี)	แปลงที่ประเทศลาว (อายุ 4-5 ปี)
จำนวนผลต่อช่อ	4-6	6-8	8-9
จำนวนผล (ต่อต้น)	310-340**	340-370	360-400
น้ำหนักผล (กก./ไร่)	2,100-2,200**	2,200-2,300	2,300-2,500
น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)	1,000-1,100**	1,150-1,350	1,357-1,475
ปริมาณน้ำมัน (ลิตร/ไร่)	270-290**	290-310	320-348

หมายเหตุ :

* ข้อมูลจากศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

** ข้อมูลจากการทำนายผลผลิต เนื่องจากแปลงปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง (สลค.) ยังไม่ให้ผลผลิตจะให้ผลผลิตในปีที่ 4 แต่พบการติดช่อดอกบ้างในต้น จึงนำมาใช้ในการคำนวณหาการทำนายผลผลิตแทน

รูปที่ 1. การติดผลและทรงพุ่มของต้นมะเยาหินที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง.

ส่วนการศึกษา Chinese tallow tree ที่สถานีวิจัยลำตะคอง มีอายุ 2 ปี ความสูง 1.50-1.80 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 1.0-1.5 เมตร การติดดอก 30-50 ช่อต่อต้น และจำนวนดอกต่อช่อ 60-70 ดอกต่อช่อ แต่ไม่พบการติดผลผลิต ทำให้ไม่สามารถทำนายผลผลิตได้ซึ่งอาจมีจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม, อายุพืช และการสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นที่อาจไม่เพียงพอ.

รูปที่ 2. การติดดอกและทรงพุ่มของต้นที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง.

3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันมะเยาหิน

โดยทำการศึกษา พบว่า มะเยาหินมีคุณสมบัติเบื้องต้น 9 รายการ ได้แก่ เมทิลเอสเทอร์, ความหนาแน่น, ความหนืด, จุดวาบไฟ, กำมะถัน, กากถ่าน, ซีเทน, การกัดกร่อนแผ่นทองแดง และค่าความเป็นกรดผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน จึงเป็นพืชทางเลือกใหม่ในการทดแทนพืชพลังงานไบโอดีเซลที่มีอยู่ในปัจจุบัน.

ตารางที่ 2. คุณสมบัติของน้ำมันที่สกัดจากผลมะเยาหิน

คุณสมบัติ	ผลการวิเคราะห์	มาตรฐาน*
1. เมทิลเอสเทอร์ (% โดยน้ำหนัก)	98.76	96.5
2. ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	870	860-900
3. ความหนืด (เซนติสโตกส์)	6.8	3.5-5.0
4. จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	170	120
5. กำมะถัน (% โดยน้ำหนัก)	0.0008	<0.0010
6. กากถ่าน (% โดยน้ำหนัก)	0.010	<0.30
7. ซีเทน	79	51
8. การกัดกร่อนแผ่นทองแดง	1	1
9. ค่าความเป็นกรด (มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อกรัม)	0.45	<0.50

หมายเหตุ :* กรมธุรกิจพลังงาน (ม.ป.ป.)

3.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการดำเนินโครงการตั้งแต่ปีงบประมาณ 2555-2557 มีผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 528 คน.

ตารางที่ 3. จำนวนผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ปีงบประมาณ	จำนวนผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี (คน)
2555	178
2556	250
2557	100
รวม	528

4. สรุปผลการทดลอง

1. เก็บรวบรวมพันธุ์พืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการเป็นพืชพลังงานทดแทนไบโอดีเซลที่ไม่ใช่อาหารมา ได้แก่ มะเยาเหลี่ยมหรือมะเยาหิน และ Chinese tallow tree.

2. การศึกษามะเยาหินที่แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีผลผลิตต่ำกว่าแปลงปลูกในประเทศลาว คือ 2,200-2,300 กิโลกรัมต่อไร่ และ 2,300-2,500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ.

3. การติดดอกของมะเยาหินที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง มีอายุ 3 ปี ติดดอกแต่ไม่ติดผล.

4. Chinese tallow tree ที่ปลูกที่สถานีวิจัยลำตะคอง มีอายุ 2 ปี ติดดอกแต่ไม่ติดผลิต.

5. โดยทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันมะเยาหิน 9 รายการ ได้แก่ เมทิลเอสเทอร์, ความหนาแน่น, ความหนืด, จุดวาบไฟ, กำมะถัน, กากถ่าน, ซีเทน, การกัดกร่อนแผ่นทองแดง และค่าความเป็นกรดผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจ.

6. จากการดำเนินโครงการตั้งแต่ปีงบประมาณ 2555-2557 มีผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำนวน 528 คน.

5. ข้อเสนอแนะ

มะเยาหินและ Chinese tallow tree เป็นพืชที่มีศักยภาพในการเป็นพืชพลังงานทดแทนทางด้านไบโอดีเซลได้ เนื่องจากคุณภาพของน้ำมันผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน แต่ก็ยังขาดข้อมูลอีกหลายด้านที่สมควรทำงานวิจัยเพิ่มเติม เช่น การเพิ่มศักยภาพของผลผลิตและน้ำมัน รวมไปถึงการสำรวจรวบรวมพืชน้ำมันที่มีอยู่ในประเทศไทย ซึ่งยังมีอีกหลายชนิดที่มีศักยภาพ.

เนื่องจากโครงการนี้ต้องปรับใช้ตามงบประมาณที่ได้รับ ทำให้มีการศึกษาพืชน้ำมันได้เพียง 2 ชนิด เท่านั้น.

ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการศึกษาพืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหารในประเทศไทย โดยมีแผนการศึกษาตั้งแต่ระบบการปลูกไปจนถึงระบบการเก็บเกี่ยว เพราะที่ผ่านมาหลายชนิดไม่ได้พัฒนาเรื่องของการผลิต ทำให้ผลผลิตต่ำและไม่นำมาใช้ ทั้งที่มีศักยภาพสูง.

5.1 การใช้ประโยชน์

5.1.1 กลุ่มเป้าหมายในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

สวนของนายสำราญ ที่จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1 ไร่ จำนวน 50 ต้น เริ่มให้ผลผลิตในปี พ.ศ. 2557 เก็บผลผลิตได้ 50-80 กิโลกรัม.

5.1.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตไบโอดีเซล.
2. กรมธุรกิจพลังงาน.
3. กระทรวงพลังงาน.
4. มหาวิทยาลัยต่างๆ.

5.1.3 รูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์/การนำไปต่อยอดให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

1. ระบบการปลูกพืชน้ำมันที่ไม่ใช่อาหาร.
2. การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากมะเยาหินและ Chinese tallow tree.

5.1.4 ผลลัพธ์จาการนำไปใช้ประโยชน์

น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากวิสาหกิจชุมชน.

5.1.5 ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทางเศรษฐกิจ, สังคม และสิ่งแวดล้อม

1. ผลกระทบทางเศรษฐกิจ
   - เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น.
   - เกษตรกรมีทางเลือกในการประกอบอาชีพเพิ่มขึ้น.
   - ลดต้นทุนการนำเข้าน้ำมันดีเซลจากต่างประเทศ.

2. ผลกระทบทางสังคม
   - มีไบโอดีเซลทดแทน ช่วยประหยัดน้ำมันดีเซล.
   - ส่งเสริมการใช้น้ำมันดีเซลอย่างรอบคอบ.
3. ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม
   - ลดปัญหาการผลกระทบจากการขุดเจาะน้ำมันในประเทศ.
   - ได้พันธุ์พืชน้ำมันที่ใช้กับป่าชุมชนได้.

6. เอกสารอ้างอิง

กรมธุรกิจพลังงาน. ม.ป.ป. น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล. เข้าถึงได้จาก: http://www.doeb.go.th/V3/KMV2/news/diesel.biodiesel.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2557].

คมชัดลึก. 2557. สกัดน้ำมันยางนาผลิตไบโอดีเซล ทำมาหากิน สกัดน้ำมันยางนา ผลิตไบโอดีเซล มข. ต่อยอดงานวิจัยเพื่อเกษตรกร. เกษตร. วิทยาศาสตร์-ไอที, 18 กุมภาพันธ์ 2557. เข้าถึงได้จาก: http://www.komchadluek.net.detail/20140218/179135.html, [เข้าถึงเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2557].

ชมชาญ, ศิริ; ปานแก้ว, ยุพา และสุ่มแก้ว, รุ่งอรุณ. 2551. ศรีทอง พืชพลังงาน, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

ดุษฎี, ณัฐวุฒิ; เกียรติศิริโรจน์, ทะนงเกียรติ; หอมดวง, นิกราน; สมัครสมาน, อุกฤต; สาสุจิตติ์, แสงสว่าง; พิพัฒน์ธนวงศ์, จุฑามณี; จุฑามณี, ณรงค์ชัย; จุฑามณี, คณพล และอินทร, จำรัส 2551. การศึกษาสัณฐานวิทยาของดอก Chinese Tallow Tree (Sapium sebiferum (L.) Roxb.) Flower in Thailand. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

สวนคำกอง; กิตติกร, ตรีจุฬาลักษณ์; อภิชาต, ชูรัตน์; สุวรรณ, มินนุนิน; ธารารักษ์ และอัครปะชะ, สัมฤทธิ์. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ ศักยภาพในการปลูกมะเยาหินเพื่อควบคุมอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแบบครบวงจรและการผลิตไบโอดีเซลด้วยเทคนิคไมโครเวฟ/อัลตราโซนิค. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2554. สถานการณ์พลังงานปี 2554. และแนวโน้ม ปี 2555 กระทรวงพลังงาน. เข้าถึงได้จาก: http://www.energy.go.th/sites/all/Eiles/situation54. trend 55.pdf, [เข้าถึงเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2557].

Aguilar, N.O. and Ong., H.C., 2002. *Vernicia sp.* (Lour.) *In* van der Vossen, H.A.M. and Umali, B.E., eds. Plant Resources of South-East Asia No.14: Vegetable oils and fats. *Bogor.*, pp. 143-146.

Umali, B.E. and Jansen, P.C.M., 2002. *Triadica sebiferum* (L.) Small. *In* van der Vossen, H.A.M. and Umali, B.E., eds. Plant Resources of South-East Asia No.14: Vegetable oils and fats. *Bogor*., pp. 138-142.