

แบบสรุปผู้บริหาร
[Executive Summary]

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย/ แผนงานวิจัย

ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การสำรวจและศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หยีน้ำเพื่อผลิตน้ำมันพืชและไบโอดีเซล

(ภาษาอังกฤษ) Survey and study for possibility on the utilizing *Pongamia pinnata* as vegetable oil and biodiesel

ชื่อคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ดร.พิลานี ไวถนอมสตัย สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 จามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2942-8600-3 โทรสาร 02-5620338 E-mail: aappln@ku.ac.th, p_vaithanomsat@yahoo.com

ผู้ร่วมงานวิจัยหลัก

ดร.มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันต์ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 จามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2942-8600-3 โทรสาร 02-5620338 E-mail: aapmwt@ku.ac.th

นายสุตประสงค์ สุวรรณเลิศ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170 โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 ifrsss@ku.ac.th

รศ.ดร. สรัญญา วัชรไทย์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627 Email: fscisyv@ku.ac.th

รศ.ดร.วิทยา ปั่นสุวรรณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-562-5555 ต่อ 2193, 081- 859-9545 โทรสาร 02-562-5555 ต่อ 2119 Email: fscivit@ku.ac.th

ดร.ปฐมมา จาตกานนท์ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 จามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600-3 ต่อ 705 โทรสาร 02-5620338 E-mail : aappmc@ku.ac.th

ผู้ร่วมงานวิจัยเสริม

นายเจษฎา วงศ์พรหม วิจัยวนศาสตร์พังงา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

นายเกษม หฤทัยธนาสันต์ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 จามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-562-0338 E-mail: aaptpp@ku.ac.th

นายยุทธนา บรรจง สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 จามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-562-0338 E-mail: aapynb@ku.ac.th

นางสาวเทพา ผุดผ่อง สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-
562-0338 E-mail: aaptp@ku.ac.th

นางระวีวรรณ โชติพันธ์ สถาบันวิจัยสิทธิพรกฤดากร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170
โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 Email address : chotipan_r@hotmail.com

นายदनัย นาคประเสริฐ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี 76120 โทรศัพท์ 032 – 594067
โทรสาร 032 – 594068

นายเดชา ดวงนามล สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 81 หมู่ที่ 2 ตำบลกำแพง อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระยอง 85120 โทร. 077-
893117-8 ต่อ 108 หรือ 077-893119 โทรสาร. 077-893119

นางสาวนิภา เชื้อนควบ สถาบันวิจัยสิทธิพรกฤดากร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170
โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 Email address : rdgnpk@ku.ac.th

ดร.ฉัตรชัย เงินแสงสรวย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งาม
วงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

ดร.ณัฐา เสนีवास ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์
วาน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

ดร.สุทธาสดี ดวงศรีไสย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งาม
วงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

นางสาววิธยา บุญเตี้ย สำนักงานมูลนิธิสวนหลวง ร.๙ ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) แขวงหนองบอน
เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์ 02-328-1391, 02-328-1394 โทรสาร 02-328-1394

นางสาววิสาชา เพียรสุภาพ สำนักงานมูลนิธิสวนหลวง ร.๙ ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) แขวงหนอง
บอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์ 02-328-1391, 02-328-1394 โทรสาร 02-328-1394

นางสาวรยากร นกแก้ว ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการทางด้านปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์/โทรสาร 02-562-5555 ต่อ 2120 E-mail
psdryk@ku.ac.th

งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 งบประมาณที่ได้รับ 1,880,000 บาท
ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ 12 พฤษภาคม 2554 ถึง 17 เมษายน 2556

2. สรุปโครงการวิจัย

หยีนน้ำมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องคือ *Pongamia pinnata* (L.) Pierre ex Merrill จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางเคมีของส่วนต่างๆ (ใบ เปลือกต้นและเปลือกกราก) ของหยีนน้ำ ไม่พบความแตกต่างที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกในระดับพันธุ์ในธรรมชาติ(variety)ของหยีนน้ำได้ เมื่อทำการสำรวจการกระจายตามธรรมชาติของหยีนน้ำในพื้นที่ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามัน (จ.ระนอง พังงา และกระบี่) พื้นที่ชายฝั่งทะเลในภาคตะวันออก (จ.ระยอง ชลบุรี จันทบุรี และตราด) และพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตอนบน (จ.สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และ เพชรบุรี) พบว่าหยีนน้ำเป็นพืชสังคมป่าชายหาด ไม่พบในพื้นที่ป่าชายเลน ส่วนใหญ่พบในพื้นที่อนุรักษ์ เช่น อุทยานแห่งชาติและพื้นที่ของหน่วยงานราชการซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดกับข้อมูลของต้น และสมบัติทางเคมีของดินบริเวณที่พบต้นหยีนน้ำพบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กัน ยกเว้นความยาวของฝักที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด แต่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงได้

จากการวิเคราะห์สมบัติของน้ำมันหยีนน้ำ พบว่า น้ำมันหยีนน้ำน่าจะเป็นพืชน้ำมันที่ดีเนื่องจากให้ปริมาณน้ำมันต่อเมล็ดสูงที่สุดถึง 33% ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของเมล็ดแห้งเท่ากับ 643.64 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,287.3 กิโลกรัมเมล็ดสด น้ำมันหยีนน้ำประกอบด้วยกรดไขมันหลัก คือ กรดโอเลอิก (C18:1, ประมาณ 40%) กรดไลโนเลอิก (C18:2, ประมาณ 18%) กรดปาล์มมิติก (C16, ประมาณ 13%) และกรดปีอีติก (C22, ประมาณ 10%) มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเป็นวัตถุดิบผลิตไบโอดีเซลเนื่องจากมีค่า CN สูงกว่า 51 ที่กำหนดโดยมาตรฐาน EN ค่า AV และ FFA มีค่าต่ำ โดยค่า FFA ต่ำกว่า 2% สามารถใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันปฏิกิริยาเดียวในการเปลี่ยนน้ำมันให้เป็นไบโอดีเซลได้เลย ในด้านการใช้น้ำมันหยีนน้ำเพื่อการบริโภค พบว่าไม่ควรใช้น้ำมันหยีนน้ำเว้นเสียแต่มีการกำจัดสารพิษคาราจิน (Karagin) ออกจากน้ำมันหยีนน้ำ น้ำมันหยีนน้ำมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DPPH ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Vitamin C, α -Tocopherol และ BHT จึงทำให้น้ำมันหยีนน้ำเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย รวมทั้งน้ำมันหยีนน้ำประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประกอบอยู่ในปริมาณที่สูงด้วย จึงมีความเสี่ยงของน้ำมันต่ำ ภายหลังการสกัดน้ำมันแล้ว นำกากหยีนน้ำไปวิเคราะห์สมบัติ พบว่ากากหยีนน้ำมีความชื้น 5.37% ปริมาณน้ำมัน 4.7% ปริมาณโปรตีน 35.66% ปริมาณเถ้า 4.16% และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 50.11% แสดงให้เห็นว่ากากหยีนน้ำมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตประกอบอยู่ในปริมาณสูง เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยเสริมไนโตรเจนหรือแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ แต่ควรมีการกำจัดสารพิษคาราจินออกเสียก่อนเนื่องจากพบสารพิษคาราจินปนเปื้อนประมาณ 0.49%

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและผลผลิตต่อต้น พบว่าหยีนน้ำรหัส RS11/021 จาก จ.ระนอง และ TRK01 จาก จ.จันทบุรี มีปริมาณน้ำมันต่อเมล็ดและปริมาณฝักดกมาก จึงพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์หยีนน้ำดังกล่าวเพื่อทำการทดลองขยายพันธุ์โดยวิธีไม่อาศัยเพศ ด้วยวิธีการติดตาและเสียบยอด และนำไปปลูกทดสอบเบื้องต้นในแปลงทดสอบที่ระยะปลูก 2.5 x 5 เมตร เก็บข้อมูลอัตราการรอดตาย นับจำนวนกิ่งที่แตกใหม่ วัดความยาวของกิ่ง ความกว้างของทรงพุ่ม เก็บข้อมูลการออกดอกของหยีนน้ำและตำแหน่งการออกดอกเก็บข้อมูลดินและปริมาณน้ำฝน พบว่า สามารถใช้วิธีขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการติดตาและเสียบยอดได้ดีไม่แตกต่างกันในหยีนน้ำ โดยมีอัตราการรอดตายหรือขยายพันธุ์สำเร็จประมาณ 90%

3. บทคัดย่อภาษาไทยและบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

ภาษาไทย

จากการสำรวจและรวบรวมเมล็ดหยีน้ำตามการกระจายแบบธรรมชาติในพื้นที่ 3 แห่งของประเทศไทย ได้แก่ 1) พื้นที่ชายฝั่งทะเลในภาคตะวันออกใน จ.ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด 2) ชายฝั่งทะเลภาคใต้อันดามันใน จ.ระนอง พังงา และกระบี่ และ 3) พื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตั้งแต่ จ.สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา พบว่าหยีน้ำอยู่ในสังคมพืชป่าชายหาด ส่วนใหญ่พบในพื้นที่อนุรักษ์ ได้แก่ อุทยานแห่งชาติและพื้นที่ของหน่วยงานราชการซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเคมีของส่วนต่างๆ (ใบ เปลือกต้นและเปลือกกราก) ของหยีน้ำ ไม่สามารถจำแนกหยีน้ำในระดับพันธุ์ในธรรมชาติได้ จากนั้น จัดทำแปลงรวบรวมพันธุ์จากกิ่งตอนหยีทะเลที่ผ่านการคัดเลือกต้นที่มีผลผลิตต่อต้นสูงและเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด 23-30% ณ สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ คัดเลือกสายพันธุ์หยีน้ำที่ให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงสุด (31-33%) ได้ 2 สายพันธุ์ คือ รหัส CNT04 จาก จ.จันทบุรี และ RS11/021 จาก จ.ระนอง เพื่อทดลองขยายพันธุ์เบื้องต้นโดยวิธีไม่อาศัยเพศ พบว่าสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการติดตาและเสียบยอดได้ดี (อัตราการรอดชีวิต 80-90%) ผลจากการวิเคราะห์สมบัติและปริมาณผลผลิตของหยีน้ำแสดงให้เห็นว่าหยีน้ำมีความเหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลและกากหยีน้ำภายหลังการสกัดน้ำมันสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้หากมีการกำจัดสารพิษออก ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของเมล็ดแห้งเท่ากับ 643.64 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,287.3 กิโลกรัมเมล็ดสด คิดเป็นปริมาณน้ำมัน 386 ลิตร/ไร่/ปี ต้นทุนในการใช้น้ำมันหยีน้ำเพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซลคำนวณจากตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บผลผลิตจนถึงการสกัดน้ำมันโดยการหีบ น้ำมัน เท่ากับ 58.50 บาท/ลิตร

คำสำคัญ หยีน้ำ การสำรวจ ไบโอดีเซล น้ำมันพืช

ภาษาอังกฤษ

The survey and collection of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre seeds, carried out in 3 zones i.e. 1) the eastern coast in Chon Buri, Rayong, Chanthaburi and Trat, 2) the southern Andaman coast in Ranong, Phang Nga and Krabi and 3) the southern Gulf of Thailand coast in Samut Sakorn, Samut songkhram, Phetchaburi, Prachuabkirikhan, Chumporn, Suratthani, Nakornsrihammarat and Songkla, showed that the natural distribution of *P. pinnata* (L.) Pierre was in beach forest and most was found in conservative area belonging to the national parks as well as the government areas. The morphological and comparative phytochemical studies from several parts (leaves, stem bark and root bark) of *P. pinnata* (L.) Pierre showed no difference among their varieties. The *P. pinnata* (L.) Pierre with high yield and oil percentage between 23 and 30 was collected at Sittiporn Kridakorn Research Station, Prachuab Kirikhan Province. The 2 clones of *P. pinnata* (L.) Pierre (CNT04 from Chanthaburi and RS11/021 from Ranong) with maximum oil yield (31-33%) were selected for the vegetative regeneration methods. The method of budding as well as grafting presented good result with 80-90% survival rate. The property analysis and production yield of *P. pinnata* (L.) Pierre indicated as the suitability for biodiesel, as well as its cake after oil extraction as the suitability for animal feed. The yield of seeds was calculated at 643.64 kg/rai (dry weight) or 1,287.3 kg/rai (wet weight), equivalent to 386 L oil/rai/yr. The investment cost calculated from the step of harvesting to oil extraction was at 58.50 baht/L.

Keywords *Pongamia pinnata*, survey, biodiesel, vegetable oil

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย/แผนงานวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การสำรวจและศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หยีน้ำเพื่อผลิตน้ำมันพืชและไบโอดีเซล

(ภาษาอังกฤษ) Survey and study for possibility on the utilizing *Pongamia pinnata* as vegetable oil and biodiesel

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ดร.พิลาณี ไวถนอมสัตย์ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2942-8600-3 โทรสาร 02-5620338 E-mail: aappln@ku.ac.th, p_vaithanomsat@yahoo.com

ผู้ร่วมงานวิจัยหลัก

ดร.มะลิวัลย์ หฤทัยนาสันต์ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2942-8600-3 โทรสาร 02-5620338 E-mail: aapmwt@ku.ac.th

นายสุตประสงค์ สุวรรณเลิศ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร สถานีวิจัยสิทธิพรกฤดากร 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170 โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 ifrsss@ku.ac.th

รศ.ดร. สรัญญา วัชรไทย์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627 Email: fscisyv@ku.ac.th

รศ.ดร.วิทยา ปั่นสุวรรณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-562-5555 ต่อ 2193, 081- 859-9545 โทรสาร 02-562-5555 ต่อ 2119 Email: fscivit@ku.ac.th

ดร.ปฐมา จาตกานนท์ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600-3 ต่อ 705 โทรสาร 02-5620338 E-mail : aappmc@ku.ac.th

ผู้ร่วมงานวิจัยเสริม

นายเจษฎา วงศ์พรหม วิจัยวนศาสตร์พังงา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

นายเกษม หฤทัยนาสันต์ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-562-0338 E-mail: aaptpp@ku.ac.th

นายยุทธนา บรรจง สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-562-0338 E-mail: aapynb@ku.ac.th

นางสาวเทพา ผุดผ่อง สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-942-8600 โทรสาร 02-562-0338 E-mail: aaptpp@ku.ac.th

นางระวีวรรณ โชติพันธ์ สถาบันวิจัยสิทธิพรกฤดากร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170 โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 Email address : chotipan_r@hotmail.com

นายदनัย นาคประเสริฐ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120 โทรศัพท์ 032 – 594067 โทรสาร 032 – 594068

นายเดชา ดวงนามล สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 81 หมู่ที่ 2 ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง 85120 โทร. 077-893117-8 ต่อ 108 หรือ 077-893119 โทรสาร. 077-893119

นางสาวนิภา เชื้อนควบ สถาบันวิจัยสิทธิพรกฤดากร สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 60/1 หมู่ 5 ตำบลทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 77170 โทรศัพท์ 08 1868 2022 โทรสาร 032 817236 Email address : rdgnpk@ku.ac.th

ดร.ฉัตรชัย เงินแสงสรวย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

ดร.ณัฐา เสนีवास ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

ดร.สุตวัสส์ ดวงศรีไสย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5625555 ต่อ 1330 โทรสาร 02-9405627

นางสาววิรญา บุญเตี้ย สำนักงานมูลนิธิสวนหลวง ร.๙ ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์ 02-328-1391, 02-328-1394 โทรสาร 02-328-1394

นางสาววิสาชา เพียรสุภาพ สำนักงานมูลนิธิสวนหลวง ร.๙ ถนนสุขุมวิท 103 (ซอยอุดมสุข) แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์ 02-328-1391, 02-328-1394 โทรสาร 02-328-1394

นางสาวรยากร นกแก้ว ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการทางด้านปาล์มน้ำมัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์/โทรสาร 02-562-5555 ต่อ 2120 E-mail psdryk@ku.ac.th

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 งบประมาณที่ได้รับ 1,880,000 บาท

ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ 12 พฤษภาคม 2554 ถึง 17 เมษายน 2556

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ไบโอดีเซลเป็นทางเลือกหนึ่งที่ทั่วโลกตระหนักและให้ความสำคัญเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน ทำให้กระบวนการผลิตไบโอดีเซลหรือน้ำมันดีเซลชีวภาพมีกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยมีพืชน้ำมันหลายชนิดที่สามารถผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงได้ เช่น ปาล์มน้ำมัน ถึงแม้จะเป็นพืชที่มีศักยภาพในเชิงเทคนิคที่สามารถนำมาทดแทนน้ำมันได้ดีที่สุด แต่ปัญหาคือน้ำมันปาล์มใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหาร สบู่และเครื่องสำอาง ฉะนั้นในเชิงปริมาณจึงมีไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงพืชน้ำมันชนิดอื่นที่มีศักยภาพสูง ไม่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ปลูก เป็นพืชที่มีในท้องถิ่น ดังนั้นการแสวงหาพืชที่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานและไม่มีผลกระทบต่อความเป็นแหล่งอาหารจึงเป็นสิ่งที่ควรตระหนักและมีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก

หยีทะเลหรือหยีน้ำ (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) เป็นพืชตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย พม่า อินเดีย บังคลาเทศ และเนปาล เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 8-10 เมตร ให้ดอกเมื่อต้น

อายุ 3-4 ปี และติดเมล็ดเมื่ออายุ 4-6 ปี ต้นมีระบบรากหนาแน่นแข็งแรงจึงป้องกันการพังทลายของดินตามแนวชายฝั่งได้ดี การที่มีรากแก้วลึกจึงทำให้เป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี รวมทั้งการเป็นพืชตระกูลถั่วจึงสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งเป็นรูปของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช แม้ว่าในธรรมชาติของประเทศไทยจะพบหยีนน้ำขึ้นกระจายตามพื้นที่ชายฝั่ง โดยเฉพาะฝั่งทะเลอันดามัน แต่จากรายงานการนำไปปลูกนอกถิ่นกำเนิดทั้งในออสเตรเลีย อาฟริกา และอเมริกา พบว่าหยีนน้ำก็เจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ทำให้เป็นไม้ที่มีข้อจำกัดทางชีวภาพในการขึ้นอยู่น้อย คือ สามารถขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และขึ้นในดินแทบทุกสภาพไม่ว่าจะเป็นดินทราย ดินเหนียว (ดินเปรี้ยว) ดินหินปูน (ดินด่าง) แม้กระทั่งดินเค็ม หยีนน้ำเป็นพืชที่น่าจะมีศักยภาพทางด้านพลังงานทดแทนมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันที่หีบจากเมล็ดสามารถใช้ในอุตสาหกรรมไบโอดีเซล ยิ่งไปกว่านั้นการใช้ไขมันจากต้นหยีนน้ำมีศักยภาพเป็นที่ยอมรับในต่างประเทศ เช่น ออสเตรเลีย อินเดีย เป็นต้น หยีนน้ำเป็นพืชที่ใช้มานาน ในอินเดียและประเทศเพื่อนบ้านในเอเชียใต้ น้ำมันจากเมล็ดหยีนน้ำใช้เป็นเชื้อเพลิงในตะเกียง ยา อาหารสัตว์ ปุ๋ยพืชสด ยาเบื่อ และไม้เชื้อเพลิง ซึ่งปัจจุบัน หยีนน้ำสามารถปลูกในระบบเกษตรหรือวนเกษตร โดยปลูกในพื้นที่ชนบท พื้นที่ดินเลว พื้นที่ดินเสื่อมโทรมเพื่อเป็นแหล่งผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล ส่วนที่สำคัญของหยีนน้ำที่นำมาผลิตไบโอดีเซลได้แก่ เมล็ด ซึ่งมีงานวิจัยจำนวนมากโดยเฉพาะในอินเดีย และออสเตรเลีย พบว่า เมล็ดหยีนน้ำมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 30-40 มากกว่าเมล็ดสบู่ดำอย่างน้อยร้อยละ 10 โดยมีกรดโอเลอิกซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณมากกว่าร้อยละ 40-55 ต้นหยีนน้ำที่ปลูกในพื้นที่ 1 เฮกตาร์ สามารถผลิตเมล็ดได้ 900 -9,000 กิโลกรัม หรือเท่ากับน้ำมัน 225 - 2,250 กิโลกรัม นอกจากนี้ได้มีการทดสอบน้ำมันจากเมล็ดหยีนน้ำโดยวิศวกรของอินเดีย พิสูจน์แล้วว่าสามารถนำไปใช้ขับเคลื่อนเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำได้เช่นเดียวกับน้ำมันสบู่ดำ

ในประเทศไทยเนื่องจากยังไม่มีการศึกษาการใช้ประโยชน์เมล็ดหยีนน้ำเพื่อผลิตไบโอดีเซล มีแต่การนำไม้มาใช้เป็นฟืนเล็กน้อย ทำให้ต้นหยีนน้ำถูกตัดทิ้งทำลาย อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังพบต้นหยีนน้ำขึ้นอยู่มากตามธรรมชาติในบริเวณชายฝั่งทะเล โดยพบมากแถบฝั่งทะเลอันดามันและป่าชายหาด โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดระนอง ดังนั้น การรวบรวม คัดเลือก ขยายพันธุ์ และพัฒนาการปลูกหยีนน้ำเพื่อผลิตไบโอดีเซล จึงเป็นการสร้างฐานความรู้และพันธุกรรมที่แข็งแกร่ง เพื่อนำไปต่อยอดพัฒนาองค์ความรู้ในการผลิตไบโอดีเซลและการใช้ประโยชน์หยีนน้ำแบบครบวงจร ซึ่งเป็นการนำเอาศักยภาพการเป็นพืชพลังงานที่มีค่าทางเศรษฐกิจของหยีนน้ำมาใช้เพิ่มแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนของประเทศต่อไป

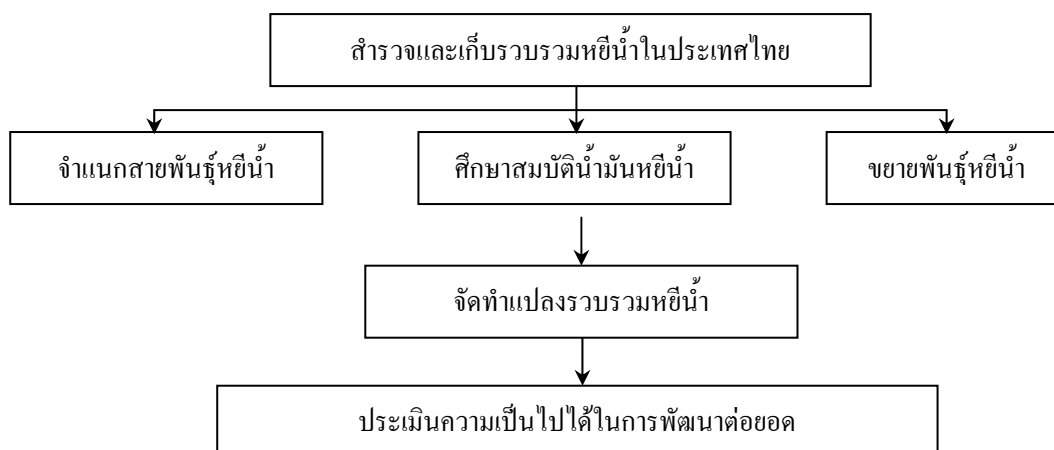
3. วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อสำรวจ รวบรวม และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของหยีนน้ำในการพิจารณาศักยภาพเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริงในอนาคต
- เพื่อจำแนกสายพันธุ์ของหยีนน้ำในประเทศไทย
- เพื่อจัดทำแปลงรวบรวมและขยายพันธุ์หยีนน้ำ
- เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้และต้นทุนในการใช้หยีนน้ำเพื่อการผลิตน้ำมันพืชและไบโอดีเซล

4. ระเบียบวิธีการวิจัย (โดยย่อ)

การวิจัยนี้เป็นการสำรวจและศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของหยีนน้ำในประเทศไทย โดยจะทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างหยีนน้ำในประเทศไทย 3 บริเวณ ได้แก่ พื้นที่ฝั่งอ่าวไทยตอนบนในภาคตะวันออก จ.ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด พื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ได้แก่ จ.สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา และชายฝั่งทะเลภาคใต้อันดามัน ได้แก่ จ.ระนอง พังงา กระบี่ จากนั้นทำการจำแนกสายพันธุ์ของหยีนน้ำโดยศึกษาทางสัณฐานวิทยาและวิจัยด้านพฤกษเคมีเปรียบเทียบเพื่อเก็บรวบรวม

เป็นฐานข้อมูล จัดทำแปลงรวบรวมและขยายพันธุ์หยีน้ำ และเก็บข้อมูลผลผลิตน้ำมันที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสนับสนุนให้หยีน้ำเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพของประเทศไทยต่อไป



5. ผลการวิจัย

5.1 การสำรวจการกระจายตามธรรมชาติและการจำแนกสายพันธุ์ของหยีน้ำในประเทศไทย

จากการสำรวจการกระจายตามธรรมชาติของหยีน้ำ 3 บริเวณ ในประเทศไทย โดยเริ่มจาก (1) พื้นที่ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามัน จ.ระนอง พังงา และกระบี่ (2) พื้นที่ฝั่งอ่าวไทยตอนบนในภาคตะวันออก จ.จันทบุรี ตราด ชลบุรี และระยอง และ (3) พื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตั้งแต่ จ.สมุทรสงคราม สมุทรสาคร เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา พบว่าหยีน้ำมีการกระจายในพื้นที่ชายฝั่งทะเล แต่ไม่พบการกระจายโดยทั่วไปหรือตลอดทั้งแนวชายฝั่ง อาจเป็นเพราะถูกทำลายจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ เช่น การทำรีสอร์ท สวนปาล์มน้ำมัน หรือถูกตัดไปใช้ในพื้นที่ที่มีการจับจองที่ดิน พบหยีน้ำเฉพาะในพื้นที่อนุรักษ์เท่านั้น และลักษณะพื้นที่ที่พบต้นหยีน้ำเป็นป่าชายหาด มีระยะห่างจากทะเลไม่เกิน 1 กม. โดยส่วนใหญ่พบต้นหยีน้ำในพื้นที่ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามันและพื้นที่ฝั่งอ่าวไทยตอนบนในภาคตะวันออก ส่วนในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตอนบนพบหยีน้ำเพียง 1 ต้นเท่านั้น เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและที่พักอย่างหนาแน่นทำให้ต้นหยีน้ำอาจถูกตัดทำลายไปจนหมด ต้นหยีน้ำมีความสูง 4-17 ม. เส้นผ่านศูนย์กลางต้น 8-73 ซม. ลักษณะทรงต้นพบการแตกกิ่งต่ำ ทำให้มีแขนงต้นมาก และมีขนาดเรือนยอดแผ่กว้าง มีความเหมาะสมต่อการให้และเก็บผลผลิตที่เป็นฝัก ขนาดฝัก น้ำหนักของฝัก และน้ำหนักเมล็ดมีความหลากหลายค่อนข้างมาก ในหนึ่งฝักมีเมล็ด 1-2 เมล็ด การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันกับความสูงของต้น ความกว้างทรงพุ่ม ความกว้างยาวของฝัก น้ำหนักฝัก น้ำหนักแห้งของเมล็ด และความชื้นของเมล็ดหยีน้ำแสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันกับความยาวของฝัก นั่นคือเมื่อความยาวของฝักเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ ยังพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณโปแตสเซียม ค่าการนำไฟฟ้าในดิน(EC) และความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก(CEC) ของดิน

เมื่อทำการศึกษาด้านสัณฐานวิทยาของดอกและใบหยีน้ำ พบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเคมี รวมถึงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และ Thin Layer Chromatography (TLC) ของส่วนต่างๆ ของหยีน้ำ (ใบ เปลือกต้นและเปลือกราก) ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละส่วนของพืช จึงไม่สามารถใช้ในการจำแนกในระดับพันธุ์ในธรรมชาติของหยีน้ำได้



ภาพที่ 1 การเก็บฝักหิบน้ำที่อุทยานฯ หาดนพรัตน์ธาราในพื้นที่วางแปลงเก็บผลผลิต



ภาพที่ 2 ลักษณะต้น ฝัก และเมล็ดหยีน้ำ

5.2 สมบัติน้ำมันและกากหยีน้ำ

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันในน้ำมันหยีน้ำ 8 ชนิด ได้แก่ Palmitic acid (C16), Stearic acid (C18), Oleic acid (C18:1), Linoleic acid (C18:2), Linolenic acid (C18:3), Arachidic acid (C20), Behenic acid (C22) และ Lignoceric acid (C24) โดยกรดไขมันที่มีปริมาณสูงสุดคือ Oleic acid (38-44%), Linoleic acid (18-20%) และ Palmitic acid (12-13%) ตามลำดับ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ Ultimate ของตัวอย่างน้ำมันหยีน้ำ (ตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหยีน้ำมีค่าความร้อนค่อนข้างสูงเทียบเท่ากับน้ำมันเบนซิน และดีเซล อีกทั้งยังมีปริมาณซัลเฟอร์ต่ำจึงไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของเตาเผาที่ใช้

ตารางที่ 1 ค่า FA profile ของตัวอย่างน้ำมันหยีน้ำ

ตัวอย่างน้ำมัน หยีน้ำ	กรดไขมัน (%)								
	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	Arachidic acid	Behenic acid	Lignoceric acid	อื่นๆ
Mean	12.92	4.44	40.89	18.59	5.38	2.07	10.74	3.70	1.57
SD	±0.28	±0.24	±1.75	±0.90	±0.71	±0.17	±1.05	±0.60	±0.58

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ Ultimate ของตัวอย่างน้ำมันหยีน้ำ

ตัวอย่างน้ำมัน หยีน้ำ	คาร์บอน (%)	ไฮโดรเจน (%)	ไนโตรเจน (%)	ซัลเฟอร์ (%)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/กก.)
Mean	78.25	10.94	0.00	0.00	9,283
SD	±0.24	±0.05	±0.00	±0.00	±19.72

การใช้ประโยชน์ด้านอาหาร พบว่าไม่ควรใช้น้ำมันหิยน้ำเพื่อการบริโภควันเสียแต่มีการกำจัดการพิษคารานจิน (Karangin) ซึ่งเป็นสารประเภทพลาโวนอยลออกจากน้ำมันหิยน้ำ (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ น้ำมันหิยน้ำมีประสิทธิภาพน้อยมากในการต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Vitamin C, α -Tocopherol และ BHT จึงทำให้น้ำมันหิยน้ำเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย รวมทั้งน้ำมันหิยน้ำประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวประกอบอยู่ในปริมาณที่สูงด้วย จึงมีค่าความเสถียรของน้ำมันต่ำ

ตารางที่ 3 ปริมาณคารานจินและประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหิยน้ำ

ตัวอย่างน้ำมันหิยน้ำ	ปริมาณคารานจิน (%)
	1.31±0.14
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay IC50 (mg/ml)	
น้ำมันหิยน้ำ	15.96
Vitamin C	0.004
α -Tocopherol	0.011
BHT	0.164

การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันสบู่ดำและน้ำมันปาล์มดังตารางที่ 4 พบว่าน้ำมันหิยน้ำเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบผลิตไบโอดีเซลได้ดีเช่นเดียวกับน้ำมันสบู่ดำและน้ำมันปาล์ม เนื่องจากมีค่า CN สูงกว่า 51 ที่กำหนดโดยมาตรฐาน EN แสดงถึงการจุดติดไฟที่ดี ค่า AV และ FFA ต่ำ โดยค่า FFA ต่ำกว่า 2% สามารถใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification reaction) ปฏิกิริยาเดียวในการเปลี่ยนน้ำมันให้เป็นไบโอดีเซลได้เลย แต่ถ้า FFA เกิน 2% จะต้องใช้ปฏิกิริยา 2 ขั้นตอนคือ ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification reaction) ก่อน และตามด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสมบัติของน้ำมันหิยน้ำกับน้ำมันชนิดอื่น

	หิยน้ำ ¹	สบู่ดำ ²	ปาล์มน้ำมัน ⁴
ค่า Iodine Value (g/100 g)	96-99 ¹	95-103 ²	43-59 ⁴
ค่า Saponification Number	192-194 ¹	180-195 ²	195-210 ⁴
ค่า Cetane Number	52.2-53.1 ¹	51.0 ²	-
ค่า Acid value (mg KOH/g)	1.41-2.34 ¹	2.13 ²	15.0 ⁴
Total Unsaturated Fatty Acid (%)	68.27 ¹	78.80 ²	51.95 ⁴
Free Fatty Acid (%)	0.71-1.17 ¹	2.23 ²	-
Viscosity (ที่ 38 C) (cps)	55.1 ¹	50.7 ²	88.6 ⁴
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่/ปี)	1,287 ¹	800 ³	2,700 ³
ผลผลิตน้ำมัน (ลิตร/ไร่/ปี)	386 ¹	240 ³	810 ³

¹ข้อมูลจากงานวิจัยนี้

²ณินทร์ เอี่ยมจิตต์ 2551 ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันสบู่ดำเพื่อผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิธัพันธ์ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2552

⁴ข้อมูลจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การวิเคราะห์กากหยีน้ำภายหลังการสกัดน้ำมัน (ตารางที่ 5) พบว่ากากหยีน้ำมีความชื้น 5.37% ปริมาณน้ำมัน 4.7% ปริมาณโปรตีน 35.66% ปริมาณเถ้า 4.16% และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 50.11% แสดงให้เห็นว่ากากหยีน้ำมีโปรตีนประกอบอยู่ในปริมาณสูง เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยเสริมไนโตรเจนหรือแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ แต่ควรมีการกำจัดสารพิษคาราณินออกเสียก่อนเนื่องจากพบสารพิษคาราณินปนเปื้อนประมาณ 0.49%

ตารางที่ 5 ค่า Proximate analysis ของกากหยีน้ำภายหลังการสกัดน้ำมัน

ตัวอย่างน้ำมัน หยีน้ำ	ความชื้น (%wt)	น้ำมัน (%wt)	โปรตีน (%wt)	เถ้า (%wt)	คาร์โบไฮเดรต (%wt)	ค่าความร้อน (กิโลแคลอรี/กก.)
Mean	5.37	4.70	35.66	4.16	50.11	2,297
SD	±0.56	±1.49	±2.32	±1.11	±2.54	±162.65

หมายเหตุ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100- (ความชื้น + ปริมาณน้ำมัน + ปริมาณโปรตีน + ปริมาณเถ้า)

5.3 การประเมินผลผลิตของหยีน้ำโดยการวางแผนเก็บผลผลิต

การประเมินปริมาณผลผลิตเบื้องต้นโดยการวางแผนเก็บผลผลิตหยีน้ำระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ 2556 ที่อุทยานแห่งชาติหาดนพรัตน์ธารา อ.เมือง จ.กระบี่ จำนวน 3 แปลง และคำนวณจากน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 20-30 กิโลกรัมต่อต้น ใช้ระยะปลูก 10X10 เมตร ในพื้นที่ 1 ไร่สามารถปลูกได้ 32-64 ต้น ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเมล็ดประมาณ 1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตน้ำมันคำนวณจากเมล็ดให้น้ำมัน 25-30% จะได้ผลผลิตน้ำมันประมาณ 320-384 กิโลกรัม/ไร่ แสดงให้เห็นศักยภาพของผลผลิตเมล็ดหยีน้ำที่จะนำไปใช้แปรรูปเป็นไบโอดีเซล

5.4 ผลวิเคราะห์ต้นทุนในการใช้น้ำมันหยีน้ำเพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

ต้นทุนในการใช้น้ำมันหยีน้ำเพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซลคำนวณจากต้นทุนในขั้นตอนการเก็บผลผลิตจนถึงการสกัดน้ำมันโดยการหีบน้ำมัน

ที่	รายการ	ต้นทุน (บาท/น้ำมัน 1 ลิตร)
1	การเก็บผลผลิต	25.00
2	การกะเทาะเปลือกหยีน้ำ	25.00
3	การหีบน้ำมัน (เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูเพรสตันแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อหีบ น้ำมันหยีน้ำโดยเฉพาะ ประกอบด้วย มอเตอร์ Output 1.0 HP, Voltage 220 V, Current 5.2 A, Speed 1450 r/min, Power factor 0.85)	8.50
	รวม	58.50

แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหยีน้ำ 1 ลิตร มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงมากและต้นทุนส่วนใหญ่มาจากค่าแรงงานคนจากการเก็บฝักและกะเทาะเปลือก ดังนั้นหากสามารถพัฒนาเครื่องเก็บฝักหยีน้ำและเครื่องกะเทาะเปลือกได้ก็จะสามารถประหยัดค่าแรงงานลงไปได้อีกอย่างมากเลยทีเดียว

5.5 การทดลองการขยายพันธุ์หิวน้ำวิธีการติดตา (Budding) และเสียบยอด (Grafting)

เนื่องจากการขยายพันธุ์หิวน้ำโดยการเพาะเมล็ด จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อต้นมีอายุ 6-7 ปี จึงทำการทดลองขยายพันธุ์หิวน้ำโดยวิธีไม่อาศัยเพศด้วยการติดตาและเสียบยอดบนต้นที่เพาะจากเมล็ด เพื่อให้ได้จำนวนต้นและผลผลิตเร็วที่สุด โดยทำการติดตาหิวน้ำที่มีอายุประมาณ 3-5 เดือน เลือกตาจากต้นที่เคยให้ผลผลิตแล้วลงบนต้นต่อที่เป็นต้นกล้าจากเมล็ดอายุ 1 ปี ในถุงเพาะชำ เมื่อครบ 30 วันทำการเปิดตาโดยเอาพลาสติกใสออกและตัดยอดต้นต่อทิ้ง จากนั้น นำต้นหิวน้ำปลูกลงในแปลงทดสอบเนื้อที่ครึ่งไร่ โดยใช้ระยะปลูก 2.5 x 5 ม. ในการทดลองเสียบยอดหิวน้ำ ทำการเสียบยอดหิวน้ำลงบนต้นต่อที่เป็นต้นกล้าจากเมล็ดอายุ 1 ปี ในถุงเพาะชำ ที่ความสูงจากพื้นดินประมาณ 30 ซม. เลือกยอดจากต้นหิวน้ำที่ให้ผลผลิตแล้วที่มีอายุประมาณ 3-5 เดือน เมื่อครบ 45 วันเอาเทปพลาสติกใสออกและนำต้นหิวน้ำที่เสียบยอดแล้วปลูกลงในแปลงปลูกทดสอบเนื้อที่ครึ่งไร่ ที่ระยะปลูก 2.5 x 5 ม. เช่นกัน พบว่า สามารถใช้วิธีการขยายพันธุ์โดยการติดตาและเสียบยอดได้ดีมีอัตราการรอดตาย 80-90% สามารถลดระยะเวลาการเจริญเติบโตที่ปกติต้องใช้เวลาในการเจริญเติบโต 5-7 ปีกว่าจะให้ผลผลิต อาจทำให้ได้ผลผลิตใน 2-3 ปีก็เป็นได้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 รอยแผลบริเวณที่ทำการติดตา (ก) และเสียบยอด (ข) ต้นหิวน้ำหลังการทดลอง 6-8 เดือน



ภาพที่ 4 สามารถทำการติดตาและเสียบยอดได้ในต้นเดียวกัน โดยยอดอ่อนที่แตกใหม่จะมีทั้งใบขนาดใหญ่และใบขนาดเล็ก



ภาพที่ 5 ต้นหยีนน้ำที่เสียบยอดอายุ 2 ปีพบการออกดอกแล้วในบางต้น

5.6 การจัดทำแปลงรวบรวมพันธุ์หยีนน้ำ

ได้ดำเนินการจัดทำแปลงรวบรวมพันธุ์เป็น 2 แปลง ได้แก่

1. แปลงรวบรวมพันธุ์จากกิ่งตอนหยีนน้ำที่มีผลผลิตต่อต้นสูง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ด 23–30 % ในพื้นที่ 2 ไร่ ระยะปลูก 3 x 5 เมตร โดยดูแลรักษามีการใส่ปุ๋ย กำจัดแมลงศัตรูพืชตามการระบาดในฤดู สามารถรวบรวมพันธุ์ได้ จำนวน 15 พันธุ์ (Clone) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เก็บจากภายในประเทศ ส่วนพันธุ์จากต่างประเทศสามารถรวบรวมได้จากประเทศ อินเดีย พม่า และออสเตรเลีย อีก 12 พันธุ์ (Clone) ปัจจุบัน (2556) มีขนาดต้นสูง 2-3 เมตร และบางต้นออกดอกและติดเมล็ดแต่ยังมีปริมาณผลผลิตไม่มากนัก ประมาณ 0.5–3.0 กิโลกรัม/ต้น
2. แปลงขยายพันธุ์หยีนน้ำที่คัดเลือกแล้ว ในพื้นที่ 4 ไร่ ระยะปลูก 1 x 2 เมตร เมื่อต้นตอสูง 50–80 เซนติเมตร ทำการติดตามหรือเสียบยอดพันธุ์ดีแทนปัจจุบันหรือทำการเปลี่ยนยอด ขณะเดียวกันทำการศึกษาการเจริญเติบโตการจัดทรงพุ่ม การจัดการระยะปลูก โรคแมลง และการดูแลรักษาไปด้วย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 แปลงรวบรวมพันธุ์หยีนน้ำ (ก) พันธุ์ภายในประเทศไทย และ (ข) พันธุ์จากต่างประเทศ

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

- ติดตามการให้ผลผลิตของหยีนน้ำอย่างต่อเนื่อง และศึกษาเทคนิคการจัดการต้นที่มีอยู่เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตของจำนวนฝักต่อต้น รวมทั้งเทคนิคการทำให้มีผลผลิตนอกฤดูกาล

7. การนำไปใช้ประโยชน์

- ได้แหล่งพันธุ์และต้นพันธุ์ดีของหยีนน้ำที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงในประเทศไทย สามารถนำไปต่อยอดเชิงพาณิชย์แก่ผู้สนใจได้
- เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้เกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและปริมาณน้ำมันของหยีนน้ำในประเทศไทย และอนุกรมวิธานของหยีนน้ำในประเทศไทย ในรูปเอกสารวิชาการ เพื่อประชาสัมพันธ์ให้คนไทยได้เห็นประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศ เป็นการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและลดการทำลายทรัพยากรป่าชายเลน ป่าชายหาด
- ต่อยอดการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น โดยการพัฒนาดันแบบการผลิตไบโอดีเซลจากหยีนน้ำเพื่อใช้ในเรือประมงชายฝั่ง