



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาமாகจองเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน

โดย

ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล และคณะ

กันยายน 2554



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโครงการวิจัย :

การวิจัยและพัฒนาหมากจอบเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน
(Research and development of malva nuts (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) for increasing product values)

คณะผู้วิจัย

1. นางสุดารัตน์ แก้วมณี และคณะ
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 : การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอบ
2. ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ และคณะ
โครงการวิจัยย่อยที่ 2 : การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอบ
3. ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล และคณะ
โครงการวิจัยย่อยที่ 3 : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบ
4. ผศ.ดร. ณิชารัตน์ สวาสดิพันธ์ และคณะ
โครงการวิจัยย่อยที่ 4 : การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี

ผู้อำนวยการชุดโครงการ

ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงบประมาณ

ประจำปีงบประมาณ 2548 – 2550

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อโครงการ

ภาษาไทย : การวิจัยและพัฒนาหมากจอบเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน

ภาษาอังกฤษ : Research and development of malva nuts (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) for increasing product values

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

ผู้อำนวยการชุดโครงการ

ผศ. ดร. อรัญญา พิมพ์มงคล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

คณะผู้วิจัย

- โครงการวิจัยย่อยที่ 1 : การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอบ

นางสุดารัตน์ แก้วมณี

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. อุบลราชธานี

นายธวัชชัย พันธุ์นิกุล

วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี

ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

นางสาวสุจิตรา แสงโชติ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. อุบลราชธานี

- โครงการวิจัยย่อยที่ 2 : การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอบ

ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผศ.ดร.ชริดา ปุกहुดี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

- โครงการวิจัยย่อยที่ 3 : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบ

ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

นางวาริณี พลະສາ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

- โครงการวิจัยย่อยที่ 4 : การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี

ผศ.ดร.ณิชารัตน์ สวาสดิพันธ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

ผศ.ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

นางวาริณี พลະສາ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

หมากจอบที่พบในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scaphium affine* (Mast.) Pierre ซึ่งมีชื่อพ้องคือ *Scaphium macropodum* ดังนั้นในรายงานการวิจัยฉบับนี้จึงได้เปลี่ยนการใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ของหมากจอบเป็น *Scaphium affine* (Mast.) Pierre

หมากจอบเป็นพืชในวงศ์ Sterculiaceae มีชื่อพื้นเมืองเรียกต่างๆ กันไปตามบริเวณที่พบ เช่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียก หมากจอบหรือบักจอบ ส่วนบริเวณภาคกลางตะวันออกและภาคใต้ เรียก สำรอง หรือ พุงทะลาย กระจายตัวอยู่ในป่าชนิด lowland forest ของประเทศพม่า จีน มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ลาว และไทย หมากจอบเป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 45 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมรูปกรวย กิ่งก้านมักแตกออกรอบต้นในจุดเดียวกันหรือมีการแตกกิ่งที่เรือนยอด แล้วจะปลิดกิ่งลงหลังส่งยอดสูงขึ้นไป โคนมีพูพอน เปลือกนอกสีเทา มีรอยแผลเป็นทั่วไปเพราะเกิดจากก้านใบปลิดร่วงไป ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่แกมขอบขนานหรือรูปไข่แกมใบหอก กว้าง 10-12 ซม. ยาว 15-25 ซม. ใบในแต่ละระยะการเจริญจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป ตั้งแต่ไม่มีแฉกจนถึงมี 3 แฉก และ 5 แฉก ดอกช่อ ออกดอกที่ปลายกิ่ง แยกเพศ กลีบดอกสีเขียวอ่อน ผลแห้งมีลักษณะแผ่เป็นแผ่นขนาดใหญ่ แตกขณะยังอ่อนอยู่ ทำให้มีลักษณะเหมือนเรือ เมล็ดรูปรี สีน้ำตาล เปลือกหุ้มเมล็ดด้านนอกมีสารเมือกจำนวนมาก ซึ่งจะพองตัวในน้ำมีลักษณะคล้ายวุ้น

หมากจอบจัดเป็นประเภท ข. หรือไม้หวงห้ามพิเศษ นอกจากนั้นส่วนที่สำคัญ คือ เปลือกหุ้มเมล็ดที่มีลักษณะเป็นวุ้น นำมาใช้ประกอบอาหาร ใช้ทำเครื่องต้ม แก้วร้อนใน แก้วกระหาย แก้วไอ ขับเสมหะ และนำมาใช้เป็นสมุนไพรแก้หอบหืด โรคบิด ลำไส้อักเสบ วุ้นสามารถนำมาพอกตาแก้ตาอักเสบ บวมแดงได้ จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าเจลหมากจอบพองตัวสูงถึง 10 เท่าตัว เมื่อแช่ในน้ำ หมากจอบจะออกผลดกทุกๆ 3-4 ปี และราคาขายปลีกเมล็ดแห้งหมากจอบสูงถึง 150-200 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้ประชาชนในบริเวณที่มีต้นหมากจอบ เช่น ที่จังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี และตราด รวมถึงประเทศใกล้เคียง เช่น ลาว และ กัมพูชา เก็บผลหมากจอบไปขาย ทั้งชนิดขายปลีก และขายส่ง พบว่าตลาดรับซื้อเมล็ดหมากจอบรายใหญ่ คือ จีน และญี่ปุ่น โดยมีการรับซื้อปริมาณมากเป็นพันตันต่อปี คิดเป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 100 ล้านบาท เชื่อว่าน่าจะนำไปใช้ในด้านสมุนไพร นักวิจัยไทยจึงจำเป็นต้องเร่งพัฒนาการวิจัยการใช้ประโยชน์จากหมากจอบก่อนที่ต่างชาติจะนำไปใช้แสวงประโยชน์

เนื่องด้วยลักษณะต้นที่สูง ผลเกิดที่เรือนยอด และราคาสูง ทำให้ประชาชนทั้งในประเทศไทย ลาว และกัมพูชา เก็บผลหมากจอบโดยการโค่นต้น ทำให้ได้ทั้งผลอ่อนและผลแก่ ซึ่งเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราทำให้ราคาตกต่ำ และเก็บได้ไม่นาน และหากมีการโค่นต้นหมากจอบต่อไปเรื่อยๆ ประกอบกับการเก็บเมล็ดหมากจอบออกจากป่าในปริมาณมากในแต่ละปี ทำให้ต้นกล้าใหม่ที่เกิดจากเมล็ดมีจำนวนลดลง อาจส่งผลให้ต้นหมากจอบหมดไปจากป่าได้ในอนาคต

คณะผู้วิจัยได้ออกสำรวจการใช้ประโยชน์จากผลหมากจอบเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดเครื่องดื่มของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ที่อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี พบว่ายังมีกระบวนการผลิตที่ยังไม่ได้มาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข และพบว่ากลุ่มแม่บ้านมีความต้องการพัฒนาการแปรรูปหมากจอบเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เพิ่มขึ้นด้วย

จากเหตุผลและความจำเป็นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบกับหมากจอบที่มีมากที่อุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นจุดเด่นที่นักวิจัยในพื้นที่จะให้ความสนใจในความสำคัญของหมากจอบเป็นพิเศษ คณะผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของคุณลักษณะของเจลหมากจอบ ที่น่าจะมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ทางด้านอาหาร อาจใช้เป็นอาหารเส้นใยเพื่อสุขภาพสำหรับลดความอ้วน หรือการใช้เป็นสารทดแทนสารสังเคราะห์ที่มีความสามารถในการดูดซับของเหลวที่มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งเจลหมากจอบเป็นสารจากธรรมชาติสามารถย่อยสลายได้ง่ายกว่าสารสังเคราะห์ ดังนั้นจึงสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบ และได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนากระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวผลหมากจอบ โดยการเก็บในรูปแบบของเนื้อหมากจอบแห้ง เพื่อให้เก็บรักษาได้นาน พอเพียงพอการใช้ตลอดทั้งปี และไม่มีเชื้อราปนเปื้อน พัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์หมากจอบ เพื่อให้มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และให้ได้คุณภาพมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข หากประสบความสำเร็จจะได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ต่อประชาชนในท้องถิ่น พื้นที่ใกล้เคียง และท้องถิ่นอื่นๆ ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์และเพิ่มรายได้ให้แก่ประชาชนได้ อีกทั้งจากคุณสมบัติทางด้านสมุนไพรของหมากจอบที่สามารถรักษาโรคได้หลายอย่าง เช่น แก้ก้อนใน กระจายน้ำ แก้กโรคตาแดง แก้กบิด ลำไส้อักเสบ แก้กหอบหืด และ แก้กโรคปอดบวม เป็นต้น ทำให้มีความสนใจที่จะศึกษาความสำคัญทางสมุนไพรของหมากจอบ ในกรณีการป้องกันการสูญเสียพันธุ์ มีความสนใจนำเอาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาใช้เพื่อการขยายพันธุ์ อีกทั้งสนใจที่จะศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการอนุรักษ์พันธุ์ และเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของหมากจอบต่อไป

3. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 3.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบ
- 3.2 เพื่อศึกษาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลหมากจอบ
- 3.3 เพื่อพัฒนารูปแบบการผลิต ผลิตภัณฑ์ แปรรูป จากผลหมากจอบเป็นการเพิ่มมูลค่า
- 3.4 เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและสารประกอบที่ควบคุมคุณสมบัติเชิงหน้าที่ (Functional properties) ในผลหมากจอบ
- 3.5 เพื่อพัฒนาวิธีการสกัดสำหรับการสกัดสารสำคัญจากส่วนต่างๆ ของหมากจอบ ได้แก่ ใบ เมล็ด และเนื้อหุ้มเมล็ด
- 3.6 เพื่อพัฒนาเทคนิคการตรวจหาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของหมากจอบ
- 3.7 เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชกรรมของสารสกัดจากหมากจอบต่อเชื้อจุลินทรีย์
- 3.8 เพื่อศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนพืชชนิดออกซินและไซโตไคนินต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของหมากจอบ
- 3.9 เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของหมากจอบจากสายพันธุ์ทั่วประเทศไทยและจากสายพันธุ์จากประเทศใกล้เคียง เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี และใช้การปรับปรุงพันธุ์

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเป็น 4 ส่วน ตามรายละเอียดในโครงการย่อยที่ 1-4

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

5.1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1 : การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอบ

1. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในหมากจอบโดยวิธี IC

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบหลักของเจลหมากจอบพบว่า arabinose galactose และ rhamnose เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วน glucose mannose และ xylose จะมีในเจลหมากจอบเพียงเล็กน้อย โดยคำนวณเป็นอัตราส่วนของ arabinose : galactose : rhamnose เท่ากับ 1.5:1.0:1.0 และ %Recovery ของการสกัดอยู่ระหว่าง 95.19 – 128.32 %

2. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

1) ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านแก้งเรือง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี เป็นกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำหมากจอบพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นน้ำใเบเตยปรุงรสด้วยน้ำตาลและเติมวันหมากจอบ จากข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุขภาพชุมชน พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำหมากจอบพร้อมดื่มของกลุ่มแม่บ้าน มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์ม อีโคไล ยีสต์และรา ซึ่งคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 (พ.ศ.2543) และฉบับที่ 230 (พ.ศ.2544) เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามของคณะผู้วิจัย สรุปว่า กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแก้งเรือง มีศักยภาพสูงในการรวมกลุ่มและการผลิต แต่ยังคงขาดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำหมากจอบพร้อมดื่มที่ทางกลุ่มผลิตขึ้น มีคุณภาพไม่เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

2) การจัดการวัตถุดิบ

การเก็บเกี่ยววัตถุดิบหมากจอบควรปล่อยให้เมล็ดหมากจอบร่วงหล่นจากต้นเอง ซึ่งจะได้เมล็ดที่สมบูรณ์และมีคุณภาพดี ต้องสร้างจิตสำนึกไม่ให้โค่นต้นเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต มีการจัดเก็บไว้ในที่แห้งและเย็นเพื่อป้องกันเชื้อราเจริญ ส่วนวัตถุดิบ ต้องมีมาตรการในการเก็บรักษาวัตถุดิบเพื่อป้องกันการรบกวนจากสัตว์และแมลง นอกจากนั้นน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำหมากจอบพร้อมดื่ม ต้องมีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้เพื่อบริโภคและส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณภาพตามระยะเวลาที่เหมาะสมด้วย

3) กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตน้ำหมากจอบพร้อมดื่มของกลุ่มแม่บ้าน ยังไม่เป็นไปตามหลักวิชาการผลิตที่ตีรวมทั้งขั้นตอนการทำความสะอาด การเตรียมวัตถุดิบ และการควบคุมกระบวนการผลิต โดยเฉพาะการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ ยังไม่มีความเหมาะสมทั้งอุณหภูมิและระยะเวลา จึงมีความจำเป็นต้องมีกระบวนการวิจัยและถ่ายทอด โดยฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท

4) การออกแบบปรับปรุงผังโรงงานและเครื่องมือในการผลิต

ควรปรับปรุงผังโรงงาน การวางตำแหน่งและติดตั้งเครื่องมือ รวมทั้งสาธารณูปโภคของสถานที่ผลิต ให้เหมาะสมตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) โดยอนุโลม นอกจากนั้นควรมีทางระบายน้ำและบ่อซึมสำหรับรับน้ำจากทางระบายน้ำ มาตรการห้ามและป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยงเข้าไปในอาคารผลิต ควรติดตั้งมุ้งลวดหรือตาข่ายกันแมลงเข้าไปในอาคารผลิต และควรจัดทำมาตรการและวิธีปฏิบัติต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อป้องกันการปนเปื้อนตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต

3. การศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้ง

- 1) ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเมล็ดในภาชนะบรรจุตัดแปลงบรรยากาศ
- 2) ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ดในภาชนะบรรจุตัดแปลงบรรยากาศ
- 3) ศึกษาการเก็บเนื้อหมากจองแห้งแยกเปลือกและเมล็ดชนิดผงโดยผ่านการกรองและบดใน

ภาชนะบรรจุตัดแปลงบรรยากาศ

พบว่า การเก็บรักษา เจลหมากจองที่ดีที่สุดคือ การนึ่งรังถึง 100°C นาน 20 นาที แล้วอบแห้ง อุณหภูมิ 80°C นาน 18 ชั่วโมง และการนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 105°C นาน 15 นาที แล้วอบแห้ง 60°C นาน 18 ชั่วโมง จะมีอายุการเก็บรักษา 1 ปี ค่าการพองตัวจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเจลหมากจองอบแห้งเพิ่มขึ้น

4. พัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง

- 1) เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋อง

พบว่า เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามกระป๋องได้มาตรฐานและยังคงมีอายุ 12 เดือน คือที่สภาวะ 1) ต้ม 100°C 30 นาที 2) นึ่งความดันไอน้ำ 110°C 10 นาที และ 3) นึ่งความดันไอน้ำ 110°C 20 นาที

- 2) เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม

พบว่า เครื่องดื่มหมากจองในน้ำมะขามพร้อมดื่ม อุณหภูมิการต้มที่ 80°C นาน 10 นาที ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐานและผลการตรวจวิเคราะห์หา MPN Coliforms ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน ได้มาตรฐาน (MPN Coliforms น้อยกว่า 3)

- 3) เยลลี่หมากจอง

- ก) การพัฒนาเยลลี่หมากจอง
- ข) การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำลำไย
- ค) การพัฒนาเยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม

เยลลี่หมากจอง เยลลี่หมากจองในน้ำมะขาม และเยลลี่หมากจองในน้ำลำไยอุณหภูมิการต้มที่ 80°C นาน 10 นาที ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้มาตรฐานและผลการตรวจวิเคราะห์หา MPN Coliforms ตามอายุผลิตภัณฑ์ 14 วัน ได้มาตรฐาน (MPN Coliforms น้อยกว่า 3)

จากการศึกษาวิธีการและรูปแบบการเก็บรักษาเนื้อจากผลหมากจองแห้งและ พัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่จากผลหมากจอง สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้โดย 1) การนึ่งรังถึง 20 นาที 2) ต้มฆ่าเชื้อ 100°C 30 นาที 3) นึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 105°C (5 ปอนด์/ตารางนิ้ว) และ 4) นึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 110°C (10 ปอนด์/ตารางนิ้ว) สภาวะเหล่านี้เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมอาหาร และช่วยลดพลังงานและต้นทุนการผลิต ทั้งนี้ยังเหมาะสำหรับกลุ่มแม่บ้านด้วย

5. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอบ และผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปหมากจอบ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร วิตามินและแร่ธาตุในเนื้อเจลหมากจอบ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปหมากจอบประเภทโดยวิธีมาตรฐาน ได้ผลดังแสดงไว้ในตาราง

เมื่อศึกษาการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอบ และเครื่องดื่มหมากจอบในน้ำมะขามกระป๋อง พบปริมาณไขมันและโปรตีนเพียงเล็กน้อย พบวิตามินบี 1 และบี 2 และพบแร่ธาตุบางชนิด เช่น Ca, Cu, Fe และพบเส้นใย

5.2 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 : การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอบ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเนื้อเจลหมากจอบ (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) โดยเทคนิคต่างๆ คือ การทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสี การวิเคราะห์แถบสีบน TLC และการทดสอบทางสเปกโทรสโกปี พบว่า เนื้อเจลหมากจอบมีองค์ประกอบเคมีเป็นกลุ่มสารที่มีความสำคัญทางเภสัชวิทยา คือ สเตอรอยด์ (steroid) โดยจากการวิเคราะห์แถบสีบน TLC พบว่าสารสกัดหยาบเฮกเซน สารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตต และสารสกัดหยาบเมทานอล ให้แถบเรืองแสงที่ตรงกับสารมาตรฐานสเตอรอยด์ และจากการทดสอบด้วยเทคนิค 1H-NMR สเปกโทรสโกปี พบว่าสเปกตรัม 1H-NMR ของสารสกัดหยาบเฮกเซนและสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตตใกล้เคียงกับสารมาตรฐานสเตอรอยด์ แต่อย่างไรก็ตามควรทำการแยกสารให้บริสุทธิ์เพื่อจะได้ทราบถึงสูตรโครงสร้างของสเตอรอยด์ในสารสกัดหยาบเฮกเซนและสารสกัดหยาบเอทิลอะซิเตต และจะได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จากเปลือกหุ้มเมล็ดที่พองตัวในน้ำกลั่นของหมากจอบสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ที่ใช้ในการทดสอบได้บางชนิด คือ 1) *Staphylococcus aureus* 2) สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขและสายพันธุ์จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ 2) *Bacillus cereus* สายพันธุ์จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี แต่ไม่ยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) คือ 1) *E. coli* 2) *Pseudomonas aeruginosa* 3) *Salmonella enteritidis* รวมทั้งไม่ยับยั้งการเจริญของยีสต์ก่อโรคที่ทดสอบ คือ *Candida tropicalis* และ *C. albicans* ในการทดลองนี้ไม่ได้นำสารหรือเจลหมากจอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทดสอบการยับยั้งของเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนที่ 2 เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการสกัดในขั้นตอนที่ 1 เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

จากการตรวจเอกสารในขณะนี้ ยังไม่พบรายงานตีพิมพ์ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลเบื้องต้นที่ได้จากงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามในตำราแพทย์แผนไทยหรือตำราสมุนไพรระบุว่า เนื้อผลที่พองตัวของหมากจอบใช้เป็นยาแก้ไอ แก้ร้อนในรวมทั้งใช้รักษาอาการท้องเสีย แก้ไอและแก้เจ็บคอใน Tropical Asia ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยนี้ที่พบว่าเนื้อหมากจอบสามารถยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นสาเหตุของการอักเสบและยับยั้ง *Bacillus cereus* ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของอาหารเป็นพิษได้ และตรงกันกับที่ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล รายงานว่า ในประเทศอินเดีย สามารถใช้สำหรับรักษาอาการอักเสบ แก้ไข้และขับเสมหะ ในประเทศจีน ฮ่องกง และไต้หวัน นิยมใช้สำหรับร่วมกับชะเอมต้มกับน้ำ แล้วนำมาจิบบ่อยๆ เพื่อแก้อาการเจ็บคอ

5.3 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบ

การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนพืชต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อหมากจอบ โดยใช้ส่วนปีกของผลอ่อนในอาหารสูตร WPM โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดและระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าในสูตรอาหารที่มีการเติม BA, TDZ และ 2, 4-D สามารถให้เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสและพื้นที่การเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนได้ดีที่สุด โดยที่สูตรอาหารที่มี BA 0.5 mg l⁻¹, TDZ 0.5 mg l⁻¹ และ 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ สามารถส่งผลกระทบต่อพื้นที่การเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนได้ดีที่สุด และการเติม PVP (polyvinyl pyrrolidone) 500 mg l⁻¹ ในอาหารที่มี BA, TDZ และ 2, 4-D และอาหารที่มี NAA คู่กับ BA ส่วนใหญ่สามารถส่งเสริมให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสได้มากขึ้น และสามารถเพิ่มพื้นที่การเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนได้ 1-2 เท่า เมื่อเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่มีการเติม PVP

การชักนำให้เกิดแคลลัสในการเพาะเลี้ยงผลอ่อนของหมากจอบ ในอาหารสูตร WPM ที่มีการเติม BA, TDZ, 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ และ PVP 500 mg l⁻¹ พบว่าในสูตรอาหารส่วนใหญ่ ชักนำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 100% และที่เหลือสามารถเกิดแคลลัสได้ 50%ขึ้นไป สูตรอาหารที่มี BA 4.0 mg l⁻¹ และ 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ ได้คะแนนพื้นที่การเกิดแคลลัสสูงสุด คือ 4.00 คะแนนและในสูตรอาหารที่มี BA 2.0 mg l⁻¹ TDZ 0.5 mg l⁻¹ และ 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ มีขนาดของแคลลัสใหญ่ที่สุด โดยมีขนาด 1.91 cm² สูตรอาหารส่วนใหญ่ที่ชักนำให้เกิดแคลลัสได้ พบว่าแคลลัสที่ได้มีลักษณะเป็นเกาะกันแน่น (compact callus) และมีสีเขียวอ่อน

5.4 โครงการวิจัยย่อยที่ 4 : การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี

1) การสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างใบและเอ็มบริโอของหมากจอบ มีขนาด ประมาณ 23,130 bp มีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 190–230 ng/μl สามารถให้ดีเอ็นเอที่มีปริมาณและคุณภาพดีพอที่จะนำไปใช้ในเทคนิค RAPD

2) รูปแบบแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นจากการศึกษาด้วยเทคนิค RAPD โดยใช้ตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี กาญจนบุรี ประเทศสปป.ลาว และประเทศมาเลเซีย รวมทั้งหมด 25 ตัวอย่างและไพรเมอร์ จำนวน 9 ชนิด คือ A02, A03, A08, A09, A13, A18 C06, B01 และ H07 ให้จำนวนแถบดีเอ็นเอ ทั้งหมด 926 แถบ มีแถบดีเอ็นเอ 81 ตำแหน่ง เฉลี่ย 9 ตำแหน่งต่อไพรเมอร์ และขนาดของดีเอ็นเออยู่ระหว่าง 250-2,072 คู่เบส

3) เปอร์เซ็นต์ polymorphic bands ภายในของหมากจอบจากแหล่งที่เก็บรวบรวมจาก จังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี กาญจนบุรี ประเทศลาว และประเทศมาเลเซีย ที่เกิดจากไพรเมอร์ทั้งหมด เท่ากับ 45.83, 26.82, 39.13, 34.09 และ 43.48 ตามลำดับ ซึ่งหมากจอบจากจังหวัดจันทบุรีมีเปอร์เซ็นต์ polymorphic bands ต่ำที่สุด

4) การวิเคราะห์ผลของแถบดีเอ็นเอจากเทคนิค RAPD โดยการนำมาหาค่าดัชนีความคล้ายคลึงและค่าระยะทางพันธุกรรม สามารถแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ตัวอย่างหมากจอบที่เก็บจากจังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี กาญจนบุรี และประเทศลาว และกลุ่มที่ 2 คือ ตัวอย่างหมากจอบที่เก็บจากประเทศมาเลเซีย

6. การนำไปใช้ประโยชน์

ชุดโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังต่อไปนี้

โครงการย่อยที่ 1 : เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากหมากจอบ

1. จากการศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบ สามารถนำเจลหมากจอบไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น พัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ หรือสารดูดซับได้
2. สามารถสร้างความเข้าใจต่อประชาชนในพื้นที่ที่เป็นแหล่งของหมากจอบ ในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การรักษาทรัพยากรและเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืน
3. ได้ข้อมูลโภชนาการและสารประกอบสำคัญในผลหมากจอบเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบ่งบอกคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์
4. ได้แนวทางและกรรมวิธีการเก็บรักษาและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากหมากจอบชนิดต่างๆ ที่เป็นที่ต้องการของตลาดและสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่หมากจอบได้
5. ส่งเสริมให้เกิดการใช้วัตถุดิบในประเทศอย่างคุ้มค่าและเกิดมูลค่าเพิ่ม

ผลการวิจัยที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับประชาชนในแถบท้องถิ่นที่พบต้นหมากจอบมาก คือกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรแก่งเรื่อง อำเภอนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี และวิสาหกิจชุมชน หรือผู้ประกอบการอื่นๆ ที่สนใจ เช่น ที่จันทบุรี หรือ ตราด

โครงการย่อยที่ 2 : เรื่อง การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอบ

1. ผลจากการวิจัยจะเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สามารถใช้ยืนยันกับภูมิปัญญาชาวบ้าน สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์จากสมุนไพรเพื่อให้ได้ยาและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพสมุนไพรที่มีมาตรฐาน มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

โครงการย่อยที่ 3 : เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบ

1. ถ้าสามารถชักนำให้เกิดต้นใหม่จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบได้ จะสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการขยายพันธุ์หมากจอบโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ต่อไป และถ้าสามารถปรับปรุงสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดต้นใหม่ได้จำนวนมาก ก็สามารถขยายผลต่อไปได้ โดยการผลิตต้นกล้าหมากจอบจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้แก่ประชาชนเพื่อนำไปปลูก หรือสำหรับการปลูกป่าทดแทนได้ต่อไป
2. จากการศึกษาชักนำให้เกิดแคลลัสหรือการเลี้ยงส่วนต่างๆ ของหมากจอบ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบกับการศึกษาด้านคุณค่าทางสมุนไพร เพื่อผลิตสารสำคัญทางยาให้ได้ปริมาณสูงได้ต่อไป

โครงการย่อยที่ 4 : เรื่อง การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ที่ดี

ใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณลักษณะที่ดี เพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

บทคัดย่อ

ชุดโครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและพัฒนาหมากจอบ (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชุมชน ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย 4 โครงการ มีการศึกษาและได้ผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

(1) การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอบ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอบ พบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวในเจลหมากจอบ ได้แก่ arabinose, galactose และ rhamnose การเก็บรักษาเนื้อเจลหมากจอบแห้งที่ดีที่สุดคือการนึ่งด้วยรังถึง 100 °C นาน 20 นาที แล้วอบแห้งอุณหภูมิ 80 °C นาน 18 ชั่วโมง และการนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 15 นาที แล้วอบแห้ง 60 °C นาน 18 ชั่วโมง มีอายุการเก็บรักษา 1 ปี โดยที่ค่าการพองตัวลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเจลอบแห้งเพิ่มขึ้น ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เครื่องดื่มหมากจอบในน้ำมะขามกระป๋อง เครื่องดื่มหมากจอบในน้ำมะขามพร้อมดื่ม เยลลี่หมากจอบในน้ำลำไยและน้ำมะขาม และจากศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุในเจลหมากจอบ และผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปหมากจอบ พบไขมันและโปรตีนในปริมาณต่ำ มีวิตามินและแร่ธาตุบางชนิด และพบเส้นใย

(2) การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอบ จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเนื้อเจลหมากจอบ พบองค์ประกอบเคมีที่มีความสำคัญทางเภสัชวิทยา คือ สารกลุ่มสเตอรอยด์ (steroid) วนจากเปลือกหุ้มเมล็ดที่พองตัวในน้ำกลั่นของหมากจอบสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ที่ใช้ในการทดสอบได้บางชนิด คือ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* แต่ไม่ยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (Gram negative bacteria) คือ *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Salmonella enteritidis* รวมทั้งไม่ยับยั้งการเจริญของยีสต์ก่อโรคที่ทดสอบ คือ *Candida tropicalis* และ *C. albicans*

(3) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอบ ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของออกซินและไซโตไคนินต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยได้เพาะเลี้ยงส่วนปีกของผลอ่อนหมากจอบในสูตรอาหาร woody plant medium (WPM) โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดและระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ในสูตรอาหารที่มีการเติม BA, TDZ และ 2, 4-D โดยที่สูตรอาหารที่มี BA 0.5 mg l⁻¹, TDZ 0.5 mg l⁻¹ และ 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ สามารถส่งผลต่อพื้นที่การเกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนได้ดีที่สุด และการเติม PVP (polyvinyl pyrrolidone) 500 mg l⁻¹ ในอาหาร ส่วนใหญ่สามารถส่งเสริมให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสได้มากขึ้น และจากการชักนำให้เกิดแคลลัสในการเพาะเลี้ยงเมล็ดอ่อนของหมากจอบ ในอาหารสูตร WPM ที่มีการเติมความเข้มข้นต่างๆ ของ BA และ TDZ ร่วมกับ 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ และ PVP 500 mg l⁻¹ พบว่าในสูตรอาหารส่วนใหญ่ ชักนำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส 100%

(4) การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจอบเพื่อการคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดี เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของหมากจอบในแต่ละท้องถิ่น เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคัดเลือกพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และการอนุรักษ์ โดยได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของหมากจอบในพื้นที่ทั่วประเทศและประเทศข้างเคียง ด้วยเทคนิค Randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) คัดเลือกใช้ไพรเมอร์ 9 ชนิด (A02, A03, A08, A09, A13, B01, C06 และ H07) พบว่าให้ตำแหน่งแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 81 แถบ และหมากจอบจากจังหวัดจันทบุรีมีค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำที่สุด จากนั้นเมื่อนำแถบดีเอ็นเอที่ได้มาหาค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index, S) และค่าระยะทางพันธุกรรม (genetic

distance, D) แล้วนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ประชากรตามวิธี UPGMA พบว่าสามารถแบ่งหมากจอบเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกประกอบด้วยตัวอย่างหมากจอบที่เก็บจากจังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี กาญจนบุรี และประเทศลาว และกลุ่มที่ 2 คือ ตัวอย่างหมากจอบที่เก็บจากประเทศมาเลเซีย

Abstract

There are four sub projects consisted in this research program, research and development of malva nuts or Makjong (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) for increasing product values). The studies and results are as following.

(1) The results of the studies of components and physical properties of malva nut gel and food product development from malva nut gel project showed that there were some monosaccharides, arabinose, galactose and rhamnose in the gel. The best protocols for dried gel preservation were steaming the gel in 100 °C for 20 min. followed by drying in the oven at 80 °C for 18 hr. Another method was autoclaving the gel at 105 °C for 15 min. followed by drying in the oven at 60 °C for 18 hr. Storage life of the dried gel was 1 year and the swelling capacity decreased if storage life was longer. Product development was carried out as the can and cup of malva in tamarind drink, and malva jelly in longan juice and tamarind juice. From the study of nutritive value, it was showed that there were small amounts of lipid and protein. There were some vitamins, minerals, and fiber.

(2) The research on studies of medicinal properties and chemical compositions of *Scaphium affine* (Mast.) Pierre project showed that there were some steroids which was a group of important pharmaceutical compounds. The gel soaked in distilled water can inhibit growth of *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus*, gram positive bacteria. However, it cannot inhibit growth of *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella enteritidis*, gram negative bacteria. Either infectious yeasts, e.g. *Candida tropicalis* or *C. Albicans*, could not be inhibited.

(3) Study of influence of auxins and cytokinins on tissue culture of Makjong (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) was the third subproject. Explants from young fruit wing of Makjong were cultured on woody plant medium (WPM) contained different concentrations of BA, TDZ and 2, 4-D. The results showed that the highest number of callus were induced after cultured on the medium added whit BA 0.5 mg l⁻¹, TDZ 0.5 mg l⁻¹ and 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹. PVP (polyvinylpyrrolidone) 500 mg l⁻¹ could enhance percentage of callus development. Callus were induced form young seeds cultured on WPM contained with differentiations of BA, TDZ, 2, 4-D 0.1 mg l⁻¹ and PVP 500 mg l⁻¹ for 100% in most combinations.

(4) The studies of genetic diversity of *Scaphium affine* (Mast.) Pierre for selection of superior traits project aimed on investigation of relationship of Makjong in different areas. The results might be useful for breeding selection and conservation goals in the future. The genetic diversity of Makjong from some parts of Thailand and the neighboring

countries was studied by RAPD (Randomly amplified polymorphic DNA) technique. DNA profiles using 9 RAPD primers (A02, A03, A08, A09, A13, B01, C06 and H07), produced 81 DNA fragments. Makjong from Chantaburi province had the lowest polymorphism. The value of similarity index (S) and genetic distance (D) were calculated. The dendrogram constructed by UPGMA divided Makjong populations into two groups. The first group was consisted of Makjong from Ubon Ratchathani, Chantaburi, Kanchanaburi province and Lao People's Democratic Republic. The second group contained Makjong from Malaysia.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ฐ
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 : การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพของเจลหมากจอง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเจลหมากจอง	1
โครงการวิจัยย่อยที่ 2 : การศึกษาคุณค่าทางสมุนไพรและองค์ประกอบทางเคมีของหมากจอง	80
โครงการวิจัยย่อยที่ 3 : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมากจอง	130
โครงการวิจัยย่อยที่ 4 : การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหมากจองเพื่อการคัดเลือก สายพันธุ์ที่ดี	175
บทความที่เผยแพร่	232