รายงานการวิจัยเรื่อง
การใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอาง
Utilization of Herbal Medicines for Healthy Food and Cosmetics

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภญ. สุนีย์ จันทร์สกาว
อาจารย์ ดร. ศิริวุฒิ สุขขี
อาจารย์ ดร. พิชญา มังกรอัศวกุล
นายเสถียร บุญก้ำ
และคณะ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555
ภายใต้การสนับสนุนของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

กิตติกรรมประกาศ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นมหาวิทยาลัยในภาคเหนือที่ให้ความสำคัญกับการค้นคว้าวิจัยตลอดจนการส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากมีโครงการวิจัยที่ได้ทำการสำรวจพรรณพืชท้องถิ่น พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน และการจัดทำฐานข้อมูลพืชพรรณ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน ตลอดจนโครงการวิจัยที่หลากหลาย เพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ชุดโครงการวิจัยการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรเป็นอาหารสุขภาพและเครื่องสำอางนี้เป็นหนึ่งในโครงการวิจัยที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 เพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ของทีมวิจัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งการทำวิจัยแม้ว่าจะพบอุปสรรคในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะพืชที่ศึกษาเป็นพืชที่มีเฉพาะฤดูกาล การศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินการไปจนสำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาและความร่วมมือของหลาย ๆ หน่วยงาน ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้พิจารณาสนับสนุนทุนวิจัยตลอดโครงการนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพรชัย จุฑามาศ รองผู้อำนวยการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ, ดร. ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ และคณะกรรมการโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ทุกท่าน ที่ได้กรุณาประสานงาน อำนวยความสะดวกในการจัดหาวัตถุดิบ และให้ข้อเสนอแนะในการทำงานตลอดมา ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพืชสวนลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง และศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเชียงราย (ดอยวาวี) สำหรับวัตถุดิบมะเกี๋ยง นอกจากนี้ คณะวิจัยขอขอบคุณศูนย์บริหารงานวิจัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยในทุกด้าน จึงขอขอบพระคุณทุกท่านและทุกหน่วยงานมา ณ ที่นี้

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพรรณพืชหลาย ๆ ชนิดมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมายาวนาน แต่จากวิถีชีวิตของคนไทยที่เปลี่ยนแปลงไปตามวิถีของชาวเมืองทำให้ช่วงเวลาหนึ่งเกิดการละเลยทรัพยากรจากธรรมชาติ จนกระทั่งวิถีการดูแลสุขภาพทางเลือกด้วยสมุนไพรหันกลับมาเป็นที่สนใจอีกครั้งจึงทำให้สมุนไพรถูกนำมาศึกษาเพื่อใช้เป็น ยา เครื่องสำอาง อาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งพืชสมุนไพรไทยในหลาย ๆ พื้นที่นั้นยังขาดข้อมูลการศึกษา หรือในบางครั้งมีการศึกษา รายงาน แต่ยังไม่มีการนำมาต่อยอดเพื่อการใช้ประโยชน์ ตัวอย่าง เช่น มะเกี๋ยง สารสีจากธรรมชาติ แม้กระทั่ง เห็ด หรือจุลินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ เครื่องสำอาง โดยส่วนหนึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องที่ศึกษาต่อยอดถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะเกี๋ยงที่ได้ทำการศึกษาในปี 2554 เพื่อเป็นการต่อยอดการศึกษาสู่การใช้ประโยชน์จริง และอีกส่วนหนึ่งเป็นการสำรวจและศึกษาสมุนไพรทั้งที่เป็นพืชและจุลินทรีย์ที่พบในประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตการศึกษาหริภุญชัย เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์อย่างยั่งยืนตามวัตถุประสงค์ของโครงการ อพ.สธ.

ในแผนงานวิจัยนี้จึงแบ่งเป็น 4 โครงการย่อย ดังนี้

1. โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมาตรฐานมะเกี๋ยง
2. โครงการย่อยที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง
3. โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
4. โครงการย่อยที่ 4 การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่พบ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน

ผลการศึกษา ในแต่ละโครงการ มีดังนี้

มะเกี๋ยงเป็นพืชพื้นบ้านภาคเหนือที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cleistocalyx nervosum* (DC.) Kost.var. *paniala* (Roxb.) Parn.& Chant. ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเนื้อผลสดและสารสกัดจากเมล็ด จากนั้นจึงนำสารสกัดจากเนื้อผลไปเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปประเมินคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี เนื้อผลสดและเมล็ดแห้งของมะเกี๋ยงนำไปเตรียมสารสกัดด้วยวิธีการหมักโดยใช้ 95 % เอธานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดส่วนเนื้อผลและเมล็ดได้ปริมาณสารสกัดหยาบเอธานอลเท่ากับ 5.85-9.06 และ 10.56 % w/w ตามลำดับ สารสกัดแต่ละส่วนที่ได้นำไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรสิเนส ผลพบว่าสารสกัดหยาบเอธานอลของเมล็ดให้ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่สูงกว่าสารสกัดหยาบเอธานอลของส่วนเนื้อผล ในการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดหยาบเอธานอลของเมล็ดให้ฤทธิ์ที่ดีกว่าเช่นกัน ด้วยค่า TEAC = 745.69-884.50 มก./ก. ของตัวอย่าง สารสกัดทั้งสองส่วนพบว่ามีสารสำคัญในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์

ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสารที่ให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และจากผลการศึกษา จะเห็นว่าทั้งสารสกัดมะเกี๋ยงส่วนเนื้อผลและส่วนเมล็ด สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรสิเนสได้ดี

สารสกัดจากเนื้อผลมะเกี๋ยงนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องสำอาง 5 รูปแบบ (สบู่เหลว เจลล้างหน้า ครีมบำรุงมือและเล็บ โลชัน และซีรัม) เครื่องดื่มสมุนไพร 3 รูปแบบ (ชาชง แกรนูลฟองฟู่ และเครื่องดื่มเข้มข้น) และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร 1 รูปแบบ (เม็ดเคี้ยว) การผลิตผลิตภัณฑ์ได้ใช้หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตในทุกขั้นตอน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และโลหะหนัก ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ และศึกษาความคงตัวที่อุณหภูมิ 4 °ซ, 30 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % และ 40 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 75 % พบว่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และโลหะหนักผ่านมาตรฐาน Thai Pharmacopoeia Volume I and II SUPPLEMENT 2005 และ Thai Herbal Pharmacopoeia Volume II 2000 ผลในการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะเกี๋ยง พบว่าโลชันผสมสารสกัดมะเกี๋ยงให้ผลในการเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังมากที่สุด ซีรัมมะเกี๋ยงให้ผลในการลดริ้วรอยแต่ผลในการลดริ้วรอยยังไม่ชัดเจนอาจเนื่องมาจากการใช้ผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาน้อยเกินไป ซึ่งมีแนวโน้มที่จะทำให้ริ้วรอยลดลงเมื่อใช้ไปในระยะเวลาที่นานขึ้น

การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง เพื่อให้ได้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ที่มีความจำเพาะต่อมะเกี๋ยง พบยีสต์ ไอโซเลทที่ 3 ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อการหมักแอลกอฮอล์ในขั้นตอนการผลิตไวน์มากที่สุด จากการศึกษาการเตรียมน้ำหมักมะเกี๋ยงโดยใช้แหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆ พบว่ายีสต์สามารถเจริญในน้ำตาลกาแลคโทส กลูโคส แลคโทส มอลโทส และซูโครสได้ ในการศึกษาปริมาณไนโตรเจนและซัลเฟตที่จำเป็นต่อการเจริญของยีสต์ พบว่าน้ำหมักมะเกี๋ยงสูตรที่เติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.2 กรัมต่อลิตร และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.02 กรัมต่อลิตร มีความเหมาะสมต่อการหมักมากที่สุด และจากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อมะเกี๋ยงต่อปริมาณน้ำ ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่ายีสต์สามารถเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนเป็นแอลกอฮอล์จนปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเหลือ 6.5±2.05 องศาบริกซ์ และ 64.23±3.29 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้คือ 13.8±2.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 21 คน แบบ 20-Points Wine ประเมินตามคุณลักษณะ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ พบว่าไวน์ที่ผลิตจากน้ำหมักมะเกี๋ยงอัตราส่วนเนื้อมะเกี๋ยงต่อน้ำสูตร 1:1 และ 1:1.5 ได้คะแนนรวมสูงสุดคือ 18 คะแนน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาพืชตัวอย่างได้แก่ อัญชัน (*Clitoria ternatea*) ผักปลัง (*Basella alba*) ผลหม่อน (*Morus alba*) พิลังกาสา (*Ardisia elliptica*) ฝาง (*Caesalpinia sappan*) เฟื่องฟ้า (*Bougainvillea* hybrida) ทองกวาว (*Butea monosperma*) และ โสน (*Sesbania aculeate*) เพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร สำหรับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของพืชเหล่านี้ทำการทดสอบโดยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) และ ABTS (2,2'-Azino-

bis(3ethylbenzothiazoline-6-sulfonic-acid) จากผลการทดลองพบว่า ฝางมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS สูงสุด (DPPH, IC50 เท่ากับ 45.52 mg/Lและ ABTS, IC50 เท่ากับ 18.47 mg/L) ในการทดสอบความคงทนของสีพบว่าสารสกัดสีทั้งหมดมีความคงทนมากที่สุด ที่สภาวะความเป็นกรดอุณหภูมิต่ำ (-4 และ 10°C) ในสภาวะมืด

การศึกษาการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ของจุลินทรีย์ในครั้งนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคที่สำคัญทั้งสายพันธุ์ที่ไว และดื้อยาหลายชนิดของโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 10 กิโลดาลตันที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้แล้วว่าเป็นสารออกฤทธิ์ที่เชื้อแอคติโนมัยซิสในดิน ที่แยกได้ ณ ศูนย์การศึกษาฯ ไอโซเลท A67/204 ที่แสดงฤทธิ์ต้านเชื้อดี ผลการศึกษาเมื่อเทียบกับ nisin ที่เป็นตัวควบคุมผลบวกต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* 25 ไอโซเลท เชื้อ *Enterococcus faecalis* 26 ไอโซเลท และเชื้อ *Escherichia coli* 26 ไอโซเลท พบว่าโปรตีนที่สกัดได้นี้มีค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ยับยั้งเชื้อได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.11+2.45, 9.05+2.86 และ 24.64+7.87 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นต่ำสุดของ nisin ที่เท่ากับ 31.85+6.96, 31.25+10.83 และ 43.27+15.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ขณะที่เชื้อทดสอบอีก 2 กลุ่มซึ่งเป็นเชื้อที่ดื้อยาหลายชนิด และเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในโรงพยาบาลคือเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* และเชื้อ *Acinetobacter baumannii* พบว่าฤทธิ์ต้านเชื้อทั้ง 2 ของสารสกัดโปรตีนดังกล่าวออกฤทธิ์ได้ใกล้เคียงกับ nisin โปรตีนนี้จะได้นำไปจำแนกชนิดของโปรตีนด้วยเทคนิคทางโปรติโอมิคต่อไป

ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคที่สำคัญทั้งสายพันธุ์ที่ไว และดื้อยาหลายชนิดของโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 10 กิโลดาลตัน ที่สกัดได้จากระบบการเพาะเลี้ยงซินไบโอติก ระหว่างเชื้อ *Lactobacillus fermentum* LF16 กับอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมผงเห็ดระโงกขาวป่นเป็นสารปรีไบโอติก ผลการศึกษาเมื่อเทียบกับโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดจากการเพาะเลี้ยงแลคโตบาซิลลัสที่ไม่เติมผงเห็ดระโงกขาวป่นในอาหารเพาะเลี้ยงต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* 25 ไอโซเลท เชื้อ *Enterococcus faecalis* 26 ไอโซเลท และเชื้อ *Escherichia coli* 26 ไอโซเลท พบว่าโปรตีนที่สกัดได้นี้มีค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ยับยั้งเชื้อได้มีค่าเท่ากับ 6.31+1.94, 8.04+0.43 และ 13.22+6.54 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นต่ำสุดของโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดจากการเพาะเลี้ยงแลคโตบาซิลลัสที่ไม่เติมผงเห็ดระโงกขาวป่นในอาหารเพาะเลี้ยงที่เท่ากับ 25.84+10.78, 32.45+9.81 และ 31.25+13.26 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ส่วนเชื้อทดสอบอีก 2 กลุ่มซึ่งเป็นเชื้อที่ดื้อยาในระดับสูง และเป็นสาเหตุสำคัญของการติดเชื้อในโรงพยาบาลคือเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* และเชื้อ *Acinetobacter baumannii* พบว่าฤทธิ์ต้านเชื้อทั้ง 2 ของสารสกัดโปรตีนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โปรตีนที่สกัดได้จากระบบซินไบโอติกนี้จะได้นำไปจำแนกชนิดของโปรตีนด้วยเทคนิคทางโปรติโอมิคต่อไปเช่นกัน

Abstract

Thailand has been rich in plant biodiversity. From past to present, various plants have been found in daily life to use as food, medicine and cosmetic. In the present age; with changing of the lifestyle of city life, natural resources were inattentive by townsman. Until alternative medicine is interested in the people who need alternative way for health care, herbal medicines were turned to be attentive. Application of the herbal medicines for using as food, medicine and cosmetic was studied by various groups. Even so, the medicinal plants in many area bases are still lacking of scientific supports. Sometimes, the research data was found but lacking of application e.g. Ma-Kiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*), natural color, mushroom, microorganism found in the Northern Thailand. In this research project, we studied the application and utilization of the medicinal plants and microorganism found in the Northern Thailand for using as health products and cosmetics. A part of this project was the ongoing project from the year 2011. The performance test of Ma-Kiang products was studied. Moreover, the survey of medicinal plants and microorganism was investigated in the Northern Thailand especially Lamphun province, Hariphumchai area base. The data obtained from this research projects should be supported the utilization of local plants and conservation of natural resources with sustainable uses followed the Plant Genetic Conservation Project under the Royal initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn.

This research project was divided into 4 subprojects as following;

1. Subproject 1: Development of Health products and Cosmetic Products from Standardized Extract of Ma-Kiang
2. Subproject 2: Selection of Yeast Strains for Production of Ma-Kiang (Cleistocalyx nervosum var. paniala) Wine.
3. Subproject 3: Natural Dyes Development for Food Industrial Application
4. Subproject 4: Medical Application of Some Microorganisms Found at Haripunchai Education Center, Chiang Mai University, Lamphun Province

Results of each subproject were shown as following:

Cleistocalyx nervosum (DC.) Kost.var. paniala (Roxb.) Parn.& Chant. (Ma-Kiang) is a well known traditional plant in Northern Thailand. This research aimed to investigate the biological activities of the extracts of flesh fruit and seeds of Ma-Kiang. Then, the extract of flesh fruit was formulated for healthy products and evaluated their physical and chemical properties. The flesh fruit and dried seed were separately extracted with maceration using 95 % ethanol as solvent. The obtained ethanolic crude extracts of flesh fruit and dried seed yielded 5.85-9.06 and 10.56 % w/w, respectively. The extracts were tested for antibacterial activity by agar well diffusion method, antioxidant activity (in vitro and in vivo) and antityrosinase activity. It was found that the ethanolic extract of dried seed exhibited higher antibacterial activity against microorganisms than its flesh fruit's extract. The ethanolic extract of dried seed also presented higher antioxidant activity in DPPH assay with TEAC = 745.69-884.50 mg/g sample. Both extracts revealed high content of phenolics and flavonoids that gave high antioxidant activity in vitro. The study of the inhibition of tyrosinase enzyme, both of the ethanolic extracts showed high activity.

Then, the extract of flesh fruit was formulated for healthy products including four items of cosmetic products (liquid soap, facial cleanser gel, hand and nail cream, lotion and serum); three items of herbal drinks (herbal tea, effervescent granule and concentrate drink) and one item of nutraceutical (chewing tablet). The production process was followed the Good Manufacturing Practice (GMP). The finished products were determined under the following parameters: chemical and physical properties, the microbial and heavy metal contaminations, evaluation of their acceptances by volunteers. Stability test was carried out under three conditions: temperature 4 $^{\circ}$C, 30 $^{\circ}$C with 65% relative humidity and 40 $^{\circ}$C with 75% relative humidity. It was found that the microbial and heavy metal contamination were accepted according to the Thai Pharmacopoeia volume I and II supplement 2005 and Thai Herbal Pharmacopoeia volume II 2000. The results of performance test were found that skin moisture content was increased after applying Ma-Kiang lotion. Ma-Kiang serum showed a trend to be anti wrinkle with non significance because of short period of application.

Wine yeasts were screened using the characteristics of formation of unique flavors and aromas from fresh Ma-Kiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) for wine production. The isolate No. 3 showed high efficiency of ethanol production. This isolate could grow well in galactose, glucose, lactose, maltose and sucrose as a sole carbon source. The

optimal condition for Ma-Kiang production needed the addition of 0.2 g/l di-ammomium hydrogen phosphate and 0.02 g/l magnesium sulfate for nitrogen source and mineral source. In such the condition, sugar was converted to ethanol from 6.5±2.0 °Brix or reducing sugar at 64.23±3.29 g/l to 13.8±2.5% (v/v) of ethanol. For, the sensory evaluation using 21 testers with 20-Point wine scale technique for color, clarity, smell and flavor. The ratios of Ma-Kiang fruit and water at 1:1 and 1:1.5 showed highest score level at 18.

In the subproject of Natural Dyes Development for Food Industrial Application, *Clitoria ternatea, Basella alba, Morus alba, Ardisia elliptica, Caesalpinia sappan, Bougainvillea hybrida, Butea monosperma and Sesbania aculeate* were studied for using as food colorant. Their antioxidant activities were determined using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) และ ABTS (2,2'-Azino-bis(3ethylbenzothiazoline-6-sulfonic-acid) assays. The results showed that *Caesalpinia sappan* had the highest antioxidant activities(DPPH; 45.52 mg/L, ABTS; 18.47 mg/L). The stabilities of these extracts were also investigated. All of the plant extracts were more stable at low pH and at low temperature (-4, 10°C) in the darkness.

The present study of medical advantage of microorganisms was divided into 2 parts. First part, low molecular weight protein (<10 kDa) which produced from soil actinomyces isolates A67/204 was carried out to determine the antimicrobial activity against the sensitive and multidrug resistant strains of important pathogens. This actinomyces isolate was previously selected from soil in Haripunchai Education Center of Chiang Mai university as the potent strain. The results demonstrated that the average minimal inhibitory concentrations of the tested protein extract against 25, 26 and 26 isolates of *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* and *Escherichia coli* were 8.11+2.45, 9.05+2.86 and 24.64+7.87 mg/ml. They exhibited the significant difference of average minimal inhibitory concentrations of nisin which were 31.85+6.96, 31.25+10.83and 43.27+15.50 mg/ml, respectively. But two other tested bacteria namely *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* which are multidrug resistant and important nosocomial pathogens. Results showed the antimicrobial activities against two later pathogens were not differed among the tested protein and nisin. This tested protein should be carried out to the further proteomic study.

Second part, low molecular weight protein (<10 kDa) which produced from synbiotic culture of *Lactobacillus fermentum* LF16 in the presence with wild-edible mushroom granule as the prebiotic was determined the antibacterial activity. This mushroom was collected from Haripunchai Education Center of Chiang Mai university. The results demonstrated that the average minimal inhibitory concentrations of the protein extracted from the lactobacillus culture in the presence of mushroom granule against 25, 26 and 26 isolates of *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* and *Escherichia coli* were 6.31+1.94, 8.04+0.43 and 13.22+6.54mg/ml. They exhibited the significant difference to the average minimal inhibitory concentrations of the lactobacillus culture in the absence of mushroom granule which were 25.84+10.78, 32.45+9.81and 31.25+13.26 mg/ml, respectively. But two other tested bacteria namely *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii* which are multidrug resistant and important nosocomial pathogens. Results showed the antimicrobial activities against two later pathogens were not differed. This synbiotic protein should be carried out to the further proteomic study.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ฉ
สารบัญเรื่อง	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฟ
บทนำรวม	ศ

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมาตรฐานมะเกี๋ยง

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	1
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	2
บทที่ 1 บทนำ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
บทที่ 4 ผลการวิจัย	61
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง	177
บรรณานุกรม	179
ภาคผนวก	184

โครงการย่อยที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	195
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	196
บทที่ 1 บทนำ	197
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	199
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	215
บทที่ 4 ผลการวิจัย	219
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง	235
บรรณานุกรม	237
ภาคผนวก	239

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) 248
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) 249
บทที่ 1 บทนำ 250
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 251
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 275
บทที่ 4 ผลการวิจัย 284
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง 368
บรรณานุกรม 370
ภาคผนวก 376

โครงการย่อยที่ 4 การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่พบ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัย เชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) 395
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) 396
บทที่ 1 บทนำ 397
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 398
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 410
บทที่ 4 ผลการวิจัย 416
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง 452
บรรณานุกรม 454

ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัยและคณะ 456

สารบัญตาราง

หน้า

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมาตรฐานมะเกี๋ยง

ตาราง 3.1	สมการคำนวณ % Tyrosinase inhibition	26
ตาราง 3.2	การพัฒนาตำรับยาแกรนูลมะเกี๋ยงฟองฟู่	28
ตาราง 3.3	สิ่งทดลองที่ได้เมื่อใช้เวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งและเวลาในการเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งที่ต่างกัน	30
ตาราง 3.4	สิ่งทดลองระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเริ่มต้นและจำนวนรอบในการทำเข้มข้น	31
ตาราง 3.5	ปริมาณอินูลินกัมอารบิกและซูครา โลสที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้น	32
ตาราง 3.6	ตำรับยาเม็ดเคี้ยวมะเกี๋ยง	34
ตาราง 3.7	ตำรับยาเม็ดเคี้ยวมะเกี๋ยง	35
ตาราง 3.8	แสดงปริมาตรสารละลายที่ใส่ลงใน micro plate 96 well	37
ตาราง 3.9	การศึกษาหาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่อมะเกี๋ยงอบแห้ง	38
ตาราง 3.10	อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างมะเกี๋ยงอบแห้งและหญ้าหวานอบแห้งในแต่ละสิ่งทดลอง	40
ตาราง 3.11	แสดงปริมาตรสารละลายที่ใส่ลงใน micro plate 96 well	41
ตาราง 3.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Trolox และ % inhibition	42
ตาราง 3.13	สูตรสบู่เหลวที่จะปรับปรุงเพิ่มความคงตัว	46
ตาราง 3.14	สูตรสบู่เหลว ผสมสารละลายบัพเฟอร์ ในสูตร Y8*	47
ตาราง 3.15	สูตรครีมที่เตรียมเพื่อใช้ศึกษาความปลอดภัยและ ประสิทธิภาพ	51
ตาราง 3.16	การประเมินอาการแดง (erythema formation)	58
ตาราง 3.17	การประเมินอาการบวม (edema formation)	58
ตาราง 3.18	การจำแนกชนิดของการก่อระคายเคือง (classification system)	58
ตาราง 4.1	ผลผลิตมะเกี๋ยงจากศูนย์วิจัยพืชสวนลำปางฯ	62
ตาราง 4.2	ผลผลิตมะเกี๋ยงจากศูนย์บริการวิชาการด้านพืชฯ	63
ตาราง 4.3	แสดงผลการตรวจสอบปริมาณเถ้ารวมและเถ้าไม่ละลายในกรด	69
ตาราง 4.4	แสดงผลการหาปริมาณความชื้นและปริมาณสารสกัดในมะเกี๋ยง	69
ตาราง 4.5	แสดงปริมาณสารสกัดด้วยเอธานอล	70

หน้า

ตาราง 4.6	แสดงปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ	70
ตาราง 4.7	ผลการสกัดมะเกี๋ยงด้วย Soxhlet's apparatus	72
ตาราง 4.8	ผลการสกัดมะเกี๋ยงด้วยวิธีการหมัก (Maceration)	72
ตาราง 4.9	ผลการสกัดมะเกี๋ยงด้วยวิธีการต้มด้วยน้ำ	72
ตาราง 4.10	ผลการสกัดมะเกี๋ยงด้วยวิธีการหมัก	74
ตาราง 4.11	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดมะเกี๋ยง	74
ตาราง 4.12	แสดงปริมาณอาหารและน้ำที่บริโภคน้ำหนักตัวและน้ำหนักอวัยวะสัมพัทธ์ของหนูที่ได้รับสารสกัดเนื้อมะเกี๋ยง	76
ตาราง 4.13	ผลของสารสกัดมะเกี๋ยง *(Cleistocalyx nervosum var. paniala)* ต่อระบบต่อต้านอนุมูลอิสระในตับหนูขาว	77
ตาราง 4.14	ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบของสารสกัดเนื้อผลมะเกี๋ยงเมื่อทดสอบด้วยวิธี agar-diffusion	80
ตาราง 4.15	ฤทธิ์ของสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบเมื่อทดสอบด้วยวิธี agar-diffusion	81
ตาราง 4.16	แสดงความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรสิเนสของสารสกัดมะเกี๋ยง	82
ตาราง 4.17	แสดงจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียซัลโมเนลลา TA98 และ TA100 ในการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสะกัดเนื้อมะเกี๋ยง	84
ตาราง 4.18	แสดงจำนวนโคโลนีกลายพันธุ์ของแบคทีเรียซัลโมเนลลา TA98 และ TA100 ในการทดสอบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยง	85
ตาราง 4.19	ตารางแสดงน้ำหนักตัวหนูในการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดเนื้อและเมล็ดส่วน 95% เอธานอล	88
ตาราง 4.20	ตารางแสดงน้ำหนักอวัยวะภายในของหนูในการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดหยาบส่วนเนื้อและเมล็ดมะเกี๋ยง	88
ตาราง 4.21	ผลการประเมินตำรับยาแกรนูลมะเกี๋ยงฟองฟู่	89
ตาราง 4.22	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อใช้เวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งและเวลาในการเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งต่างกัน	90
ตาราง 4.23	สมการความสัมพันธ์ของเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งและเวลาในการเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งที่มีต่อคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์	91
ตาราง 4.24	คุณภาพด้านเคมีกายภาพของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (main effect) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเริ่มต้นและจำนวนรอบในการทำเข้มข้น	95

หน้า

ตาราง 4.25	คุณภาพด้านเคมีกายภาพของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (interaction effect) ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเริ่มต้นและจำนวนรอบในการทำเข้มข้น	96
ตาราง 4.26	ค่าคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นเมื่อใช้ปริมาณอินูลิน กัมอารบิก และซูคราโลส ต่างกัน	97
ตาราง 4.27	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นเมื่อใช้ปริมาณอินูลิน กัมอารบิก และซูคราโลส ต่างกัน	98
ตาราง 4.28	สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ อินูลิน กัมอารบิก และซูคราโลส ที่มีต่อคุณภาพ ทางด้านเคมีกายภาพและทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้น	99
ตาราง 4.29	คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นที่พัฒนาได้	100
ตาราง 4.30	การประเมินตำรับยาเม็ดเคี้ยวมะเกี๋ยง	101
ตาราง 4.31	แสดงค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเม็ดยาที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ	102
ตาราง 4.32	ค่าความแข็งของเม็ดยาที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ	102
ตาราง 4.33	แสดงค่าความกรอนของเม็ดยาที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ	103
ตาราง 4.34	แสดงค่าความแตกตัวของเม็ดยาที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ	103
ตาราง 4.35	แสดงค่าความเป็นกรด ด่างของเม็ดยาที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ	103
ตาราง 4.36	การดูดความชื้นของเม็ดยาในสภาวะต่าง ๆ	104
ตาราง 4.37	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน Trolox และ % inhibition	104
ตาราง 4.38	แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างคำนวณเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox และรายงานเป็นค่า TEAC values	105
ตาราง 4.39	ผลการทดลองผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อมะเกี๋ยงอบแห้ง	106
ตาราง 4.40	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาจากมะเกี๋ยงอบแห้ง	107
ตาราง 4.41	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาจากมะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งสูตรต้นแบบ	108
ตาราง 4.42	คะแนนความพอดีในคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ชามะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งสูตรต้นแบบ	108

หน้า

ตาราง 4.43	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาจากมะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รส รสเปรี้ยว ความรู้สึกหลังกลืนและความชอบโดยรวม	109
ตาราง 4.44	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาจากมะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รส รสหวาน ความรู้สึกหลังกลืนและความชอบโดยรวม	110
ตาราง 4.45	Model ของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ชามะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้ง	110
ตาราง 4.46	สูตรที่เหมาะสมในการผลิตชามะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งจากการคาดคะเนทางสถิติ	111
ตาราง 4.47	การวิเคราะห์ทางกายภาพในการวัดค่าสี และ pH ของผลิตภัณฑ์ชาจากมะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้ง 9 สิ่งทดลอง	111
ตาราง 4.48	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชามะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งผลิตภัณฑ์สุดท้าย	112
ตาราง 4.49	คะแนนความพอดีในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ชามะเกี๋ยงผสมหญ้าหวานอบแห้งผลิตภัณฑ์สุดท้าย	113
ตาราง 4.50	ค่าที่วัดได้จากการประเมินคุณลักษณะทางเคมีกายภาพและเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย	113
ตาราง 4.51	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างคำนวนเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox และรายงานเป็นค่า TEAC values ในตัวอย่างชาชงที่เวลา 3 นาที	114
ตาราง 4.52	ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างคำนวนเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox และรายงานเป็นค่า TEAC values ในตัวอย่างชาชงที่เวลา 5 นาที	115
ตาราง 4.53	ผลการทดสอบการละลายของสารสกัดมะเกี๋ยงในตัวทำละลายต่าง ๆ	116
ตาราง 4.54	ผลการทดสอบความคงสภาพต่อความเป็นกรดแก่และเบสแก่	117
ตาราง 4.55	ผลการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารสกัดมะเกี๋ยง ที่ pH 1-12	118
ตาราง 4.56	คะแนนการประเมินอาการแดงและบวมในกระต่าย	120
ตาราง 4.57	ผลการประเมินตำรับครีมพอกหน้า	122
ตาราง 4.58	ผลการประเมินตำรับโลชัน	124
ตาราง 4.59	สบู่เหลวพื้น สูตร Tex-AD สูตรที่ 1-6	125
ตาราง 4.60	การตั้งตำรับสบู่เหลวพื้น AD สูตรที่ 4-12	125

หน้า

ตาราง 4.61	การตั้งตำรับสบู่เหลว Tex-AD-Am สูตรที่ 6.2/1-6.2/5	126
ตาราง 4.62	การตั้งตำรับสบู่เหลว Tex-AB-Am	126
ตาราง 4.63	ผลการตั้งตำรับสบู่เหลวพื้น Tex-AD, AD , Tex-AD-Am และสูตรสบู่เหลวพื้น Y1-Y8 สูตรที่ 1	128
ตาราง 4.64	ผลการประเมินสบู่เหลวตามคุณสมบัติด้านต่างๆ	129
ตาราง 4.65	การประเมินผลฟองของสบู่เหลว	130
ตาราง 4.66	ผลทางกายภาพของสบู่เหลวสูตร Y8 และ Y8*	132
ตาราง 4.67	การประเมินผลฟองของสบู่เหลว Y8 และ Y8*	132
ตาราง 4.68	ผลการทดสอบความคงตัวของสบู่เหลวผสมสารสกัดมะเกี๋ยง สูตร Y8*	132
ตาราง 4.69	ผลการเปลี่ยนแปลง ค่า pH ของสบู่เหลวผสมสารสกัดมะเกี๋ยง สูตร Y8*	133
ตาราง 4.70	ผลการทดสอบปริมาณฟองของสบู่เหลวผสมสารสกัดมะเกี๋ยง สูตร Y8*	133
ตาราง 4.71	ความพึงพอใจในการใช้สบู่เหลวมะเกี๋ยง Y8* (จำนวน n= 20)	134
ตาราง 4.72	ผลการพัฒนาเจลล้างหน้า	136
ตาราง 4.73	เจลพื้นที่ตั้งตำรับ สูตร 1-8	137
ตาราง 4.74	ลักษณะทางกายภาพของเจลพื้น	137
ตาราง 4.75	ครีมพื้นบำรุงมือ สูตรพื้นฐาน F 1- F 4	138
ตาราง 4.76	ครีมพื้นบำรุงมือ สูตรพื้นฐาน F 2-1, TeA, DiM, YAM และ Moist HD	139
ตาราง 4.77	ครีมบำรุงมือ สูตร RxB และ MHLo	139
ตาราง 4.78	ครีมพื้นสูตรบำรุงมือสูตร RxB1 และ RxB2 พัฒนาจาก RxB	140
ตาราง 4.79	ครีมพื้นบำรุงมือ Lactic acid cream (สูตรดั้งเดิม)	140
ตาราง 4.80	ครีมพื้นบำรุงมือ Lactic acid Cream (สูตรปรับปรุง ครั้งที่ 1)	141
ตาราง 4.81	ครีมพื้นบำรุงมือ Lactic acid Cream (สูตรปรับปรุง ครั้งที่ 2)	141
ตาราง 4.82	ค่า pH ของครีมพื้นสูตรที่พัฒนา 22 สูตร	142
ตาราง 4.83	ลักษณะของครีมพื้น 22 ตำรับ	143
ตาราง 4.84	ความหนืดของครีม	144
ตาราง 4.85	ผลการประเมินความพึงพอใจ	145
ตาราง 4.86	สรุปความชุ่มชื้นของผิวหนังอาสาสมัครก่อนและหลังการใช้ครีม A, B และ C เป็นเวลา 7 และ 14 วัน	152
ตาราง 4.87	คะแนนการประเมินการเกิดอาการบวมแดง และระคายเคืองต่อผิวหนังในอาสาสมัคร 30 คน หลังใช้ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ณ เวลาต่าง ๆ กัน	155

หน้า

ตาราง 4.88	ความพึงพอใจในการใช้ครีมมะเกี๋ยง (จำนวนผู้ตอบ 30 คน)	156
ตาราง 4.89	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซีรัม หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน	157
ตาราง 4.90	ความรู้สึกเมื่อทาผลิตภัณฑ์ซีรัมบนผิวหนังของผลิตภัณฑ์ซีรัมหลังเตรียมใหม่ ๆ	157
ตาราง 4.91	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ซีรัม หลังเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน	158
ตาราง 4.92	ความรู้สึกเมื่อทาผลิตภัณฑ์ซีรัมบนผิวหนังของผลิตภัณฑ์ซีรัมหลังเก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน	158
ตาราง 4.93	ผลการทดสอบการระคายเคืองผิวหนังเบื้องต้นของตำรับในกระต่าย	160
ตาราง 4.94	ผลการทดสอบการระคายเคืองเบื้องต้นในอาสาสมัคร	161
ตาราง 4.95	ค่าเฉลี่ยความชุ่มชื้นของผิวในอาสาสมัครที่ใช้โลชัน, โลชันมะเกี๋ยง, ซีรัม และซีรัมมะเกี๋ยง	162
ตาราง 4.96	% ประสิทธิภาพการเพิ่มเติมความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังอาสาสมัคร จำนวน 28 คน ภายหลังการใช้	163
ตาราง 4.97	ค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นของผิวในอาสาสมัครที่ใช้โลชัน, โลชันมะเกี๋ยง, ซีรัม และซีรัมมะเกี๋ยง ก่อนและหลังการใช้ 14 วัน	165
ตาราง 4.98	% ประสิทธิภาพการเพิ่มความยืดหยุ่นแก่ผิวหนังอาสาสมัคร จำนวน 28 คน	166
ตาราง 4.99	ผลการวัดริ้วรอยของผิวหนังหลังจากใช้ตำรับต่าง ๆ เป็นเวลา 1 และ 2 เดือน ตามลำดับ	167
ตาราง 4.100	% efficiency การลดริ้วรอยเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละบริเวณที่ทำการวัด หลังใช้ผลิตภัณฑ์ 2 เดือน	170
ตาราง 4.101	การประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์ซีรัมพื้นและซีรัมมะเกี๋ยง	174
ตาราง 4.102	ค่ามาตรฐานของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์	175
ตาราง 4.103	ผลการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์	176

โครงการย่อยที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง

ตาราง 3.1	สูตรอัตราส่วนการเติมสารอาหารแหล่งไนโตรเจนและซัลเฟต	216
ตาราง 3.2	สูตรอัตราส่วนการเตรียมน้ำหมัก (เนื้อมะเกี๋ยง ต่อ น้ำ)	217

หน้า

ตาราง 4.1	ผลการทดสอบความสามารถในการเจริญของเชื้อยีสต์ที่คัดเลือกได้	219
ตาราง 4.2	ผลการศึกษาประสิทธิภาพการหมักในแหล่งคาร์บอนชนิดต่าง ๆ	220
ตาราง 4.3	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติปริมาณของแข็งที่ละลายได้	225
ตาราง 4.4	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์	227
ตาราง 4.5	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติปริมาณแอลกอฮอล์	229
ตาราง 4.6	ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส	231
ตาราง 4.7	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติการทดสอบทางประสาทสัมผัส	232
ตาราง 4.8	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติการทดสอบทางประสาทสัมผัส	233
ตาราง ผ-1	ผลการหมักน้ำหมักมะเกี๋ยงที่เติมสารอาหารสูตรที่ 3	239
ตาราง ผ-2	ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้จากการหมักน้ำหมักมะเกี๋ยงในอัตราส่วนต่าง ๆ	240
ตาราง ผ-3	ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากการหมักน้ำหมักมะเกี๋ยงในอัตราส่วนต่าง ๆ	241
ตาราง ผ-4	ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง จากการหมักน้ำหมักมะเกี๋ยงในอัตราส่วนต่าง ๆ	242
ตาราง ผ-5	ผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์จากการหมักน้ำหมักมะเกี๋ยงในอัตราส่วนต่าง ๆ	243

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ตาราง 2.1	การดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานิดิน	267
ตาราง 2.2	ปริมาณแอนโทไซยานินที่พบในผักและผลไม้	269
ตาราง 3.1	สูตรเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์	282
ตาราง 4.1	แสดงค่าร้อยละการสกัดของพืชทั้ง 8 ชนิด	284
ตาราง 4.2	แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก	285
ตาราง 4.3	ปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดหยาบจากพืชธรรมชาติ	286
ตาราง 4.4	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารละลายมาตรฐานวิตามินอี	287
ตาราง 4.5	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกอัญชัน	287
ตาราง 4.6	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดผลผักปลัง	287

หน้า

ตาราง 4.7	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดผลพิลังกาสา	288
ตาราง 4.8	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดผลหม่อน	288
ตาราง 4.9	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดแก่นฝาง	288
ตาราง 4.10	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า	289
ตาราง 4.11	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกทองกวาว	289
ตาราง 4.12	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกโสน	289
ตาราง 4.13	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของการผสมสีระหว่างสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดผลผักปลัง ในอัตราส่วน 1:1	290
ตาราง 4.14	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของการผสมสีระหว่างสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดดอกทองกวาว ในอัตราส่วน 1:1	290
ตาราง 4.15	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของการผสมสีระหว่างสารสกัดผลผักปลังและสารสกัดดอกทองกวาว ในอัตราส่วน 1:1	290
ตาราง 4.16	ค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐานและสารสกัดจากพืชแต่ละชนิด	291
ตาราง 4.17	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารละลายมาตรฐานวิตามินอี	292
ตาราง 4.18	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดดอกอัญชัน	292
ตาราง 4.19	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดผลผักปลัง	293
ตาราง 4.20	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดผลพิลังกาสา	293
ตาราง 4.21	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดผลหม่อน	293
ตาราง 4.22	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดแก่นฝาง	294
ตาราง 4.23	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า	294
ตาราง 4.24	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดดอกทองกวาว	294
ตาราง 4.25	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของสารสกัดดอกโสน	295
ตาราง 4.26	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของการผสมสีระหว่างสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดผลผักปลัง ในอัตราส่วน 1:1	295
ตาราง 4.27	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของการผสมสีระหว่างสารสกัดดอกอัญชันและสารสกัดดอกทองกวาว ในอัตราส่วน 1:1	295
ตาราง 4.28	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ของการผสมสีระหว่างสารสกัดผลผักปลังและสารสกัดดอกทองกวาว ในอัตราส่วน 1:1	296
ตาราง 4.29	ค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐานและสารสกัดจากพืชแต่ละชนิด	296
ตาราง 4.30	ตารางสรุปค่า IC_{50} ของสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดด้วยวิธี DPPH และ ABTS	297

หน้า

ตาราง 4.31	ผลการทดสอบปริมาณแอนโทไซยานินรวมของสารสกัดจากพืชทั้ง 4 ชนิด	298
ตาราง 4.32	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดดอกอัญชัน ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	299
ตาราง 4.33	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดผลผักปลัง ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	300
ตาราง 4.34	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดผลพิลังกาสา ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	301
ตาราง 4.35	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดผลหม่อน ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	302
ตาราง 4.36	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดแก่นฝาง ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	303
ตาราง 4.37	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	304
ตาราง 4.38	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดดอกทองกวาว ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	305
ตาราง 4.39	ค่าความแตกต่างของสีของสารสกัดดอกโสน ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	306
ตาราง 4.40	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกอัญชัน	309
ตาราง 4.41	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง) (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสกัดผลผักปลัง	310
ตาราง 4.42	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง) C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสกัดผลพิลังกาสา	311
ตาราง 4.43	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสกัดสกัดผลหม่อน	312
ตาราง 4.44	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสกัดสกัดแก่นฝาง	313
ตาราง 4.45	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า	314
ตาราง 4.46	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกทองกวา	315

หน้า

ตาราง 4.47	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกโสน	316
ตาราง 4.48	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกอัญชัน	317
ตาราง 4.49	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลผักปลัง	318
ตาราง 4.50	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลพิลังกาสา	319
ตาราง 4.51	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCDหรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลหม่อน	320
ตาราง 4.52	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดแก่นฝาง	321
ตาราง 4.53	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า	322
ตาราง 4.54	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกทองกวาว	323
ตาราง 4.55	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกโสน	324
ตาราง 4.56	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกอัญชัน	325
ตาราง 4.57	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดผลผักปลัง	326
ตาราง 4.58	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดผลพิลังกาสา	327
ตาราง 4.59	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดผลหม่อน	328
ตาราง 4.60	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดแก่นฝาง	329
ตาราง 4.61	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า	330

หน้า

ตาราง 4.62	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดดอกทองกวาว	331
ตาราง 4.63	แสดงค่า L* (ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี) ของสารสกัดดอกโสน	332
ตาราง 4.64	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกอัญชัน ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	333
ตาราง 4.65	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลผักปลัง ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	334
ตาราง 4.66	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลพิลังกาสา ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	335
ตาราง 4.67	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดผลหม่อน ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	336
ตาราง 4.68	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดแก่นฝาง ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	337
ตาราง 4.69	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้า ที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	338
ตาราง 4.70	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกทองกวาวที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	339

หน้า

ตาราง 4.71	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมด ของสารสกัดดอกโสนที่อุณหภูมิ 45,70 (พาสเจอไรซ์) และ 100 (สเตอริไลซ์) องศาเซลเซียส ที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที	340
ตาราง 4.72	อิทธิพลที่ระดับอุณหภูมิสูงต่อ k_1(ค่าการสลายตัว) และ$t_{1/2}$(ค่าครึ่งชีวิต) ของสารสกัดจากพืช	341
ตาราง 4.73	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดดอกอัญชันจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสงที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	342
ตาราง 4.74	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดผลผักปลังจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	343
ตาราง 4.75	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดผลพิลังกาสาจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	344
ตาราง 4.76	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดผลหม่อนจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	345
ตาราง 4.77	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดแก่นฝางจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	346
ตาราง 4.78	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้าจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	347
ตาราง 4.79	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดดอกทองกวาวจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	348
ตาราง 4.80	แสดงค่า L*(ความสว่าง), a* (เฉดสีแดง-เขียว), b* (เฉดสีน้ำเงิน-เหลือง), C* (ความเข้มสี) และ h° (ค่ามุมของสี)ของสารสกัดดอกโสนจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	348

หน้า

ตาราง 4.81	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดดอกอัญชันจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	349
ตาราง 4.82	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดผลผักปลังจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	350
ตาราง 4.83	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดผลพิลังกาสาจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	351
ตาราง 4.84	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดผลหม่อนจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	352
ตาราง 4.85	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCDหรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดแก่นฝางจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	353
ตาราง 4.86	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCDหรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดดอกเฟื่องฟ้าจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	354
ตาราง 4.87	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดดอกทองกวาวจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	355
ตาราง 4.88	แสดงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี และค่า TCD หรือค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีทั้งหมดของสารสกัดดอกโสนจากการเก็บไว้ในที่มีแสงและไม่มีแสง ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์	355
ตาราง 4.89	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	356
ตาราง 4.90	พฤติกรรมการใช้สารสีผสมอาหารของผู้ใช้สารสีในผลิตภัณฑ์อาหาร	357
ตาราง 4.91	ความคิดเห็นการใช้สารสีธรรมชาติของผู้ใช้สารสีในผลิตภัณฑ์อาหารในเขตตัวเมืองเชียงใหม่	359
ตาราง 4.92	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภคจากการทดสอบผู้บริโภค	361
ตาราง 4.93	ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคจำนวน 30 คนต่อผลิตภัณฑ์	363

หน้า

ตาราง 4.94	ผลของอัตราส่วนของสีผสมอาหารจากธรรมชาติในการละลายน้ำที่ผู้บริโภคสนใจ	364
ตาราง 4.95	แสดงความคิดเห็นของผู้บริโภคและความต้องการสีและรูปแบบของผลิตภัณฑ์สีผสมอาหารจากธรรมชาติ	364

โครงการย่อยที่ 4 การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่พบ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัย เชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน

ตาราง 3.1	การแปลผลความไวต่อยาของเชื้อ *Staphylococcus aureus*	411
ตาราง 3.2	การแปลผลความไวต่อยาของเชื้อ *Enterococcus faecalis*	411
ตาราง 3.3	การแปลผลความไวต่อยาของเชื้อ *Escherichia coli*	412
ตาราง 3.4	การแปลผลความไวต่อยาของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	413
ตาราง 3.5	การแปลผลความไวต่อยาของเชื้อ *Acinetobacter baumannii*	414
ตาราง 4.1	จำนวนเชื้อแอคติโนมัยซิสที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อก่อโรค 4 ชนิด	416
ตาราง 4.2	การศึกษาคุณลักษณะของน้ำเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซิส ไอโซเลท A67/204 ต่อเชื้อ *E.coli* สายพันธุ์ทดสอบ U226	417
ตาราง 4.3	เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของน้ำเพาะเลี้ยงเชื้อและโปรตีนสกัดจากน้ำเพาะเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซิส ไอโซเลท A67/204 ต่อเชื้อแบคทีเรียทดสอบ 4 ชนิด	417
ตาราง 4.4	จำนวน และร้อยละของไอโซเลททดสอบของเชื้อ *Staphylococcus aureus*	418
ตาราง 4.5	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	418
ตาราง 4.6	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* แสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	420
ตาราง 4.7	จำนวน และร้อยละของไอโซเลททดสอบของเชื้อ *Enterococcus faecalis*	421
ตาราง 4.8	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	421
ตาราง 4.9	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* แสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	423
ตาราง 4.10	จำนวน และร้อยละของไอโซเลททดสอบของเชื้อ *Escherichia coli*	424

		หน้า
ตาราง 4.11	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	424
ตาราง 4.12	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* แสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	426
ตาราง 4.13	จำนวน และร้อยละของไอโซเลททดสอบของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	427
ตาราง 4.14	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*	427
ตาราง 4.15	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* แสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	429
ตาราง 4.16	จำนวน และร้อยละของไอโซเลททดสอบของเชื้อ *Acinetobacter baumannii*	430
ตาราง 4.17	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	430
ตาราง 4.18	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii* แสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	432
ตาราง 4.19	ค่าเฉลี่ยของฤทธิ์ยับยั้งของการเพาะเลี้ยงเชื้อ LF16 กับผงเห็ดร้อยละ 15 เปรียบเทียบกับที่เพาะเลี้ยงโดยไม่มีส่วนผสมของผงเห็ดที่มีต่อแบคทีเรียก่อโรคชนิดละ 15 ไอโซเลท	434
ตาราง 4.20	ระบบการเพาะเลี้ยงเชื้อ LF16 กับผงเห็ดระโงกขาวและ/หรือน้ำตาลกลูโคส ในอัตราส่วนต่างๆ ที่แสดงฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *E.coli* สายพันธุ์ทดสอบ ATCC 25922	434
ตาราง 4.21	การศึกษาคุณลักษณะของน้ำเพาะเลี้ยงเชื้อ LF16 ร่วมกับผงเห็ดระโงกขาว ในอัตราส่วน 2:1 ต่อเชื้อ *E. coli* สายพันธุ์ทดสอบ ATCC 25922	436
ตาราง 4.22	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	437
ตาราง 4.23	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของสารสกัดโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อในอาหารที่เติมเห็ดป่นเทียบกับอาหารที่ไม่เติมเห็ดป่นแสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	438
ตาราง 4.24	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	440

		หน้า
ตาราง 4.25	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของสารสกัดโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อในอาหารที่เติมเห็ดป่นเทียบกับในอาหารที่ไม่เติมเห็ดป่นแสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	441
ตาราง 4.26	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	443
ตาราง 4.27	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* ของสารสกัดโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อในอาหารที่เติมเห็ดป่นเทียบกับในอาหารที่ไม่เติมเห็ดป่นแสดงค่าในรูปของ MBC หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	445
ตาราง 4.28	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ	446
ตาราง 4.29	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa ของสารสกัดโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อในอาหาร*	448
ตาราง 4.30	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii แสดงค่าในรูปของขอบเขตการยับยั้งเชื้อ*	449
ตาราง 4.31	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii* ของสารสกัดโปรตีนน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่สกัดได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อในอาหาร	451

สารบัญภาพ

หน้า

โครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมาตรฐานมะเกี๋ยง

ภาพ 3.1	แผนภาพแสดงการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารสกัดเนื้อและเมล็ดมะเกี๋ยง	27
ภาพ 3.2	แผนภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้น	30
ภาพ 3.3	รูปการชงชา	41
ภาพ 3.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสารมาตรฐาน Trolox และ % inhibition	42
ภาพ 3.5	ครีมมะเกี๋ยง RXB	51
ภาพ 3.6	แสดงเครื่อง Corneometer®	53
ภาพ 3.7	การทดสอบประสิทธิภาพของตำรับต่อผิวหนังในอาสาสมัคร	54
ภาพ 3.8	การติด Finn chamber บนแผ่นหลังด้านบนของอาสาสมัคร	57
ภาพ 3.9	บริเวณที่ใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร	59
ภาพ 4.1	ลักษณะของผลมะเกี๋ยงที่เก็บจากศูนย์วิจัยพืชสวนลำปาง อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง	66
ภาพ 4.2	ลักษณะของผลมะเกี๋ยงที่เก็บจากเก็บจากศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตเชียงราย (ดอยวาวี)	66
ภาพ 4.3	จุลทรรศน์ลักษณะของเนื้อผลมะเกี๋ยง	67
ภาพ 4.4	จุลทรรศน์ลักษณะของเมล็ดมะเกี๋ยง	68
ภาพ 4.5	แสดงการวิเคราะห์เถ้าที่ไม่ละลายในกรดจากตัวอย่างของมะเกี๋ยงทั้ง 3 ตัวอย่าง	69
ภาพ 4.6	สารสกัดจากการสกัดด้วย Sohxlet’s apparatus	71
ภาพ 4.7	สารสกัดจากการสกัดด้วยวิธีการหมัก	71
ภาพ 4.8	แสดงลักษณะทางกายภาพของสารสกัดมะเกี๋ยง	71
ภาพ 4.9	แสดงลักษณะเนื้อมะเกี๋ยงสดที่ผ่านการลดขนาด	73
ภาพ 4.10	แสดงลักษณะทางกายภาพของสารสกัดมะเกี๋ยง	73
ภาพ 4.11	แสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเนื้อมะเกี๋ยงเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Kojic acid	82
ภาพ 4.12	แสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเมล็ดมะเกี๋ยงเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Kojic acid	83

หน้า

ภาพ 4.13	ผลของสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและเมล็ดมะเกี๋ยงต่อการมีชีวิตของเซลล์ PBMC	87
ภาพ 4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่มีต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	92
ภาพ 4.15	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่มีต่อปริมาณน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นที่ได้	92
ภาพ 4.16	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่มีต่อปริมาณผลึกน้ำแข็งที่แยกได้	93
ภาพ 4.17	แสดงความสัมพันธ์ของสารมาตรฐาน Trolox และ % inhibition	105
ภาพ 4.18	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงสารละลายลารสกัดมะเกี๋ยงที่ pH 1-12	118
ภาพ 4.19	ผลการเปลี่ยนแปลงสารละลายสารสกัดมะเกี๋ยงที่ pH 1-12 ณ อุณหภูมิ 5ºC และ 45ºC	119
ภาพ 4.20	ผลการเปลี่ยนแปลงสารละลายลารสกัดมะเกี๋ยงที่ pH 1-12 ณ อุณหภูมิห้อง (สว่าง) และอุณหภูมิห้อง (มืด)	119
ภาพ 4.21	ผลการเปลี่ยนแปลงสารละลายลารสกัดมะเกี๋ยงที่ pH 1-12 Cycling 6 รอบ	119
ภาพ 4.22	ลักษณะของสารสกัดมะเกี๋ยงโดยใช้ Propylene glycol เป็นตัวทำละลาย	121
ภาพ 4.23	ผลการทดสอบการระคายเคืองของสารสกัดมะเกี๋ยงในกระต่าย	121
ภาพ 4.24	ลักษณะทางกายภาพตำรับผลิตภัณฑ์พอกหน้า สูตร M1D และ M2E และที่ผสมสารสกัดจากมะเกี๋ยง	123
ภาพ 4.25	ลักษณะทางกายภาพตำรับโลชันบำรุงผิวที่คัดเลือกและที่ผสมสารสกัดจากมะเกี๋ยง	124
ภาพ 4.26	สบู่มะเกี๋ยง Y8* ณ วันที่ 0	125
ภาพ 4.27	สบู่มะเกี๋ยง Y8* เก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน	125
ภาพ 4.28	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม A เป็นเวลาครบ 7 วัน	146
ภาพ 4.29	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม A เป็นเวลาครบ 14 วัน	147
ภาพ 4.30	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม B เป็นเวลาครบ 7 วัน	148

หน้า

ภาพ 4.31	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม B เป็นเวลาครบ 14 วัน	149
ภาพ 4.32	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม C เป็นเวลาครบ 7 วัน	150
ภาพ 4.33	ความชุ่มชื้นบริเวณท้องแขน ในอาสาสมัคร 30 คนที่ใช้ครีม C เป็นเวลาครบ 14 วัน	151
ภาพ 4.34	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของความชุ่มชื้นเฉลี่ยของผิวหนังอาสาสมัครหลังการทดสอบเป็นเวลา 7 และ 14 วัน	152
ภาพ 4.35	ความแตกต่าง ของค่าความชุ่มชื้น และ ชนิดของครีม A B C	153
ภาพ 4.36	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชุ่มชื้นเฉลี่ย ครีม A, B และ C กับเวลา	154
ภาพ 4.37	ก แสดงการแปะแผ่นทดสอบการแพ้ในครีม ข แสดงหลังการเอาแผ่นแปะออก	155
ภาพ 4.38	ซีรัมพื้นและซีรัมผสมสารสกัดมะเกี๋ยงหลังเก็บที่อุณหภูมิห้องแบบโดนแสงและไม่โดนแสงนาน 6 เดือน	158
ภาพ 4.39	ลักษณะของผิวหนังกระต่ายภายหลังเอาผ้าก๊อซออกที่เวลา 0, 1, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง	159
ภาพ 4.40	ความชุ่มชื้นของผิวหนังในอาสาสมัคร จำนวน 28 คน ก่อนและหลังการใช้	162
ภาพ 4.41	% ประสิทธิภาพการเพิ่มเติมความชุ่มชื้นของผิวหนังในอาสาสมัครจำนวน 28 คน	163
ภาพ 4.42	เปรียบเทียบ % ประสิทธิภาพการเพิ่มเติมความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังอาสาสมัครระหว่างผลิตภัณฑ์	164
ภาพ 4.43	ความยืดหยุ่นของผิวหนังในอาสาสมัคร จำนวน 28 คนก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์	165
ภาพ 4.44	% ประสิทธิภาพการเพิ่มความยืดหยุ่นของผิวหนังในอาสาสมัคร	166
ภาพ 4.45	surface ก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์นาน 30 วันและ 60 วัน	168
ภาพ 4.46	volume ก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์นาน 30 วันและ 60 วัน	168
ภาพ 4.47	Ra ก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์นาน 30 วันและ 60 วัน	169
ภาพ 4.48	Rz ก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์นาน 30 วันและ 60 วัน	169
ภาพ 4.49	% efficiency การลดริ้วรอยเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละบริเวณที่ทำการวัด	170

หน้า

ภาพ 4.50	การลดของริ้วรอยในอาสาสมัครเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละบริเวณที่ทำการวัด	171
ภาพ 4.51	การประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์ซีรัมพื้น	172
ภาพ 4.52	การประเมินความพึงพอใจในอาสาสมัครต่อผลิตภัณฑ์ซีรัมมะเกี๋ยง	172
ภาพ 4.53	การประเมินความพึงพอใจโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบ	173
ภาพ ข-1	แสดงลักษณะทางกายภาพของมะเกี๋ยง	188
ภาพ ข-2	เนื้อมะเกี๋ยงสดบดละเอียด	188
ภาพ ข-3	เนื้อมะเกี๋ยงอบแห้งบดละเอียด	188
ภาพ ข-4	แสดงการหาปริมาณความชื้น	189
ภาพ ข-5	แสดงการหาปริมาณเถ้ารวม	189
ภาพ ข-6	แสดงการหาปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด	190
ภาพ ข-7	แสดงสารสกัดด้วยเอทานอลก่อนระเหยแห้ง (ซ้าย) และหลังระเหยแห้ง (ขวา)	190

โครงการย่อยที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง

ภาพ 2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเซลล์ยีสต์บนสเกลล็อก (log scale) กับเวลาบนสเกลปกติ	201
ภาพ 2.2	สมการการเปลี่ยนแปลงโดยทั่วไปของการหายใจโดยใช้อากาศ	204
ภาพ 2.3	สมการการเปลี่ยนแปลงโดยทั่วไปของการหมักโดยไม่ใช้อากาศ	204
ภาพ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับปริมาณแอลกอฮอล์จากการหมักน้ำมะเกี๋ยง สูตรที่ 3	221
ภาพ 4.2	แสดงผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้จากการหมักด้วยน้ำหมักมะเกี๋ยง สูตรที่ 3	222
ภาพ 4.3	แสดงผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากการหมักด้วยน้ำหมักมะเกี๋ยง สูตรที่ 3	223
ภาพ 4.4	แสดงผลการศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง จากการหมักด้วยน้ำหมักมะเกี๋ยง สูตรที่ 3	223
ภาพ 4.5	แสดงผลการศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ จากการหมักด้วยน้ำหมักมะเกี๋ยง สูตรที่ 3	224
ภาพ 4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาในการหมัก	225

หน้า

ภาพ 4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาในการหมัก	226
ภาพ 4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่าง กับระยะเวลาในการหมัก	228
ภาพ 4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาในการหมัก	229
ภาพ ผ-1	กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณน้ำตาลรีดิวส์และค่าการดูดกลืนแสง ที่ 550 นาโนเมตร	246

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ภาพ 2.1	ลักษณะของผลผักปลัง	253
ภาพ 2.2	ลักษณะของผลหม่อน	255
ภาพ 2.3	ลักษณะของผลพิลังกาสา	257
ภาพ 2.4	ลักษณะของดอกอัญชัน	258
ภาพ 2.5	ลักษณะของแก่นฝาง	259
ภาพ 2.6	สารในแก่นฝาง	261
ภาพ 2.7	ลักษณะของดอกเฟื่องฟ้า	261
ภาพ 2.8	ลักษณะของดอกทองกวาว	262
ภาพ 2.9	ลักษณะของดอกโสน	263
ภาพ 2.10	ตัวอย่างของกลุ่มฟลาโวนอยด์	265
ภาพ 2.11	โครงสร้างหลักของแอนโทไซยานิน	266
ภาพ 2.12	โครงสร้างแอนโทไซยานินที่พบในธรรมชาติทั้ง 6 ชนิด	268
ภาพ 4.1	กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก	285
ภาพ 4.2	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารละลายมาตรฐานวิตามินอี	291
ภาพ 4.3	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดดอกอัญชันในสารละลายกรดด่าง	299
ภาพ 4.4	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดผลผักปลังในสารละลายกรดด่าง	300
ภาพ 4.5	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดผลพิลังกาสาในสารละลายกรดด่าง	301
ภาพ 4.6	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดผลหม่อนในสารละลายกรดด่าง	302
ภาพ 4.7	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดแก่นฝางในสารละลายกรดด่าง	303
ภาพ 4.8	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดเฟื่องฟ้าในสารละลายกรดด่าง	304
ภาพ 4.9	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารสกัดดอกทองกวาวในสารละลายกรดด่าง	305
ภาพ 4.10	แสดงลักษณะสีของสารละลายสารดอกโสนในสารละลายกรดด่าง	306

หน้า

ภาพ 4.11	ผลิตภัณฑ์วุ้นจากการย้อมด้วยสีผสมอาหารจากสารสกัด ดอกอัญชันผล ผักปลัง ผลหม่อน ผลพิลังกาสา	359
ภาพ 4.12	ผลิตภัณฑ์วุ้นจากการย้อมด้วยสีผสมอาหารจากสารสกัด ดอกทองกวาว ดอกเฟื่องฟ้า แก่นฝาง ดอกโสน	360
ภาพ 4.13	ผลิตภัณฑ์วุ้นจากการย้อมด้วยสีผสมอาหารจากการผสมระหว่างสารสกัด	360
ภาพ 4.14	การศึกษาผลของไคโตซานในการใช้เป็นสารที่ให้ความคงทนในสีผสมอาหารจากธรรมชาติ	367
ภาพ ข-3.1	เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์	380
ภาพ ข-3.2	ส่วนประกอบพื้นฐานของ Colorimeter	383
ภาพ ข-3.3	หลักการ CIE XYZ	384
ภาพ ข-3.4	หลักการ CIE L*a*b*	384
ภาพ ข-3.5	หลักการ CIE L*C*h*	385
ภาพ ข-3.6	หลักของ Hunter Lab	358
ภาพ ข-3.7	เครื่องวัดสีรุ่น CR-400	386
ภาพ ข-3.8	ผลิตภัณฑ์สีผสมอาหารแบบถุงชา	387
ภาพ ข-3.9	แสดงสีที่ได้ อัญชัน และเฟื่องฟ้า จากซ้ายไปขวาเมื่อแช่ไว้ในน้ำอุ่น 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที	387

โครงการย่อยที่ 4 การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่พบ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัย เชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน

ภาพ 4.1	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* เฉลี่ย หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	419
ภาพ 4.2	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	422
ภาพ 4.3	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* เฉลี่ย หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	425
ภาพ 4.4	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* เฉลี่ยหน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	428
ภาพ 4.5	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii* เฉลี่ยหน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	431

หน้า

ภาพ 4.6	ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทดสอบ 4 ชนิด ของน้ำเพาะเชื้อแอคติโนมัยซิสไอโซเลท A67/204 ณ เวลาต่างๆ ของการบ่มเพาะเชื้อแอคติโนมัยซิส	433
ภาพ 4.7	ผลของอายุการเจริญของแลคโตบาซิลลัสที่มีต่อฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทดสอบ *E.coli* สายพันธุ์ทดสอบ ATCC 25922 เมื่อเพาะเลี้ยงร่วมกับผงเห็ดระโงกขาว และน้ำตาลกลูโคส	435
ภาพ 4.8	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* เฉลี่ย หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	438
ภาพ 4.9	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	441
ภาพ 4.10	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Escherichia coli* เฉลี่ย หน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	444
ภาพ 4.11	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* เฉลี่ยหน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	447
ภาพ 4.12	ฤทธิ์ต้านเชื้อ *Acinetobacter baumannii* เฉลี่ยหน่วยเป็นมิลลิเมตร ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	450

บทนำ

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพรรณพืช หลาย ๆ ชนิดมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมายาวนาน แต่จากวิถีชีวิตของคนไทยที่เปลี่ยนแปลงไปตามวิถีของชาวเมืองทำให้ช่วงเวลาหนึ่งเกิดการละเลยทรัพยากรจากธรรมชาติ จนกระทั่งวิถีการดูแลสุขภาพทางเลือกด้วยสมุนไพรหันกลับมาเป็นที่สนใจอีกครั้งจึงทำให้สมุนไพรถูกนำมาศึกษาเพื่อใช้เป็น ยา เครื่องสำอาง อาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งพืชสมุนไพรไทยในหลาย ๆ พื้นที่นั้นยังขาดข้อมูลการศึกษา หรือในบางครั้งมีการศึกษา รายงาน แต่ยังไม่มีการนำมาต่อยอดเพื่อการใช้ประโยชน์ ตัวอย่าง เช่น มะเกี๋ยง สารสีจากธรรมชาติ แม้กระทั่ง เห็ด หรือจุลินทรีย์ในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ของพืชสมุนไพรเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ เครื่องสำอาง โดยส่วนหนึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องที่ศึกษาต่อยอดถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากมะเกี๋ยงที่ได้ทำการศึกษาในปี 2554 เพื่อเป็นการต่อยอดการศึกษาสู่การใช้ประโยชน์จริง และอีกส่วนหนึ่งเป็นการสำรวจและศึกษาสมุนไพรทั้งที่เป็นพืชและจุลินทรีย์ที่พบในประเทศไทย โดยเฉพาะในเขตการศึกษาหริภุญชัย เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์อย่างยั่งยืนตามวัตถุประสงค์ของโครงการ อพ.สธ. ในการศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. พัฒนาผลิตภัณฑ์เวชสำอางจากสารสกัดมาตรฐานของมะเกี๋ยง
2. ศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ทดสอบความพึงพอใจในผู้บริโภค ทดสอบความระคายเคืองเบื้องต้น และประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางจากสารสกัดมะเกี๋ยง
3. พัฒนาการผลิตไวน์มะเกี๋ยงโดยใช้ยีสต์จากมะเกี๋ยง
4. ศึกษาสารสีจากธรรมชาติเพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร
5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพของจุลินทรีย์เศรษฐกิจ ที่พบในศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่หริภุญชัยจังหวัดลำพูน

ในแผนงานวิจัยนี้จึงแบ่งเป็น 4 โครงการย่อย ดังนี้

1. โครงการที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเครื่องสำอางจากสารสกัดมาตรฐานมะเกี๋ยง
2. โครงการที่ 2 การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์มะเกี๋ยง
3. โครงการที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สีธรรมชาติเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
4. โครงการที่ 4 การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์จากจุลินทรีย์บางชนิดที่พบ ณ ศูนย์การศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หริภุญชัย จังหวัดลำพูน

การรายงานผลการศึกษา รายงานผลแยกในแต่ละโครงการย่อย โดยมีรายละเอียด ดังนี้