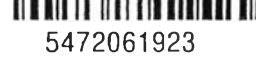
ประสิทธิภาพของสารสกัดเมล็ดหว้า *Syzygium cumini* (L.) Skeels ต่อการยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. และการประยุกต์กับใบโหระพา

นางสาวเพ็ญวิภา บัลลังก์โพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



EFFICIENCY OF JAMBOLAN *Syzygium cumini* (L.) Skeels SEED EXTRACTS ON GROWTH INHIBITION OF *Escherichia coli* AND *Salmonella* spp. AND ITS APPLICATION WITH SWEET BASIL LEAVES

Miss Penvipa Banlangpo

4138052479

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของสารสกัดเมล็ดหว้า *Syzygium cumini* (L.) Skeels ต่อการยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. และการประยุกต์กับใบโหระพา
โดย	นางสาวเพ็ญวิภา บัลลังก์โพธิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ตันตระเธียร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นินนาท ชินประหัษฐ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ตันตระเธียร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ประภา อิ่มจงใจรัก)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน)

เพ็ญวิภา บัลลังก์โพธิ์ : ประสิทธิภาพของสารสกัดเมล็ดหว้า *Syzygium cumini* (L.) Skeels ต่อการยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. และการประยุกต์กับใบโหระพา. (EFFICIENCY OF JAMBOLAN *Syzygium cumini* (L.) Skeels SEED EXTRACTS ON GROWTH INHIBITION OF *Escherichia coli* AND *Salmonella* spp. AND ITS APPLICATION WITH SWEET BASIL LEAVES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.สุเมธ ตันตระเธียร, 79 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาภาวะการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเมล็ดหว้า โดยการศึกษาอิทธิพลของตัวทำละลาย (น้ำกลั่น และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 95) ระยะเวลาสกัด (1 - 8 ชั่วโมง) และอุณหภูมิที่ใช้สกัด (อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 45 และ 80 องศาเซลเซียส และการสกัดด้วยชุดสกัดซอกห์เล็ต) ที่มีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณสารสกัดแห้ง ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสารสกัดที่ได้ แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922 และ *Salmonella* Typhimurium (*S.* Typhimurium) ATCC 13311 ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ และ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923 ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ผลการทดลองที่ได้พบว่า สารสกัดจากเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณสารสกัดแห้ง รวมถึงความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่พบว่าระยะเวลาการสกัดที่แตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำสารสกัดเมล็ดหว้าจากตัวทำละลายต่าง ๆ ที่ทำการสกัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มาทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย *E. coli*, *S.* Typhimurium และ *S. aureus* พบว่าสารสกัดจากเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 95 สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดจากน้ำกลั่น ดังนั้น จึงเลือกการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง มาศึกษาอุณหภูมิที่ใช้สกัดต่อไป ซึ่งพบว่าการสกัดด้วยชุดสกัดซอกห์เล็ตให้ปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด รวมถึงปริมาณสารสกัดแห้งต่ำสุด แต่ให้ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม พบว่าอุณหภูมิของการสกัดไม่ส่งผลให้ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียแตกต่างกัน ดังนั้น การสกัดที่อุณหภูมิห้องจึงถูกเลือกเป็นอุณหภูมิสกัดที่เหมาะสม และเมื่อนำสารสกัดเมล็ดหว้าที่สกัดด้วยภาวะเหมาะสมดังกล่าวมาใช้ล้างโหระพาสดเพื่อลดจำนวนแบคทีเรีย พบว่าการแช่โหระพาสดด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่ความเข้มข้นเท่ากับ 4 MBC (25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและ *E. coli* ได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังลดจำนวน *E. coli* ให้มีปริมาณไม่เกินข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหารของประเทศไทย และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาสารสกัดเมล็ดหว้าในขวดสีชาปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) พบว่าหากต้องการให้สารสกัดเมล็ดหว้ายังคงมีฤทธิ์ด้านจุลินทรีย์ ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ควรนานเกินกว่า 3 เดือน

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต เพ็ญวิภา บัลลังก์โพธิ์

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

4138052479

5472061923 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEYWORDS: EXTRACTION / JAMBOLAN SEED / PHENOLIC COMPOUNDS / PATHOGENIC BACTERIA / SWEET BASIL

PENVIPA BANLANGPO: EFFICIENCY OF JAMBOLAN *Syzygium cumini* (L.) Skeels SEED EXTRACTS ON GROWTH INHIBITION OF *Escherichia coli* AND *Salmonella* spp. AND ITS APPLICATION WITH SWEET BASIL LEAVES. ADVISOR: ASST. PROF. CHIDPHONG PRADISTSUWANA, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. SUMATE TANTRATIAN, Ph.D., 79 pp.

The conditions for extracting phenolic compounds from Jambolan seeds were studied. Effects of the type of solvent (distilled water, and ethanol solution with the concentration of 50% and 95%), the extraction period (1 - 8 hours), and the extraction temperature (a room temperature, 45 and 80 degree Celsius and Soxhlet extractor) on the total phenolic and total flavonoid contents, yields, phenolic and flavonoid concentrations and the anti-pathogenic bacteria activities of the seed extracts were investigated. *Escherichia coli* (*E. coli*) ATCC 25922, *Salmonella* Typhimurium (*S.* Typhimurium) ATCC 13311 and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ATCC 25923 were chosen as gram-negative bacteria and gram-positive bacteria for the tests, respectively. The seed extracts obtained from the 50% ethanol solution gave the highest amounts of total phenolic and flavonoid contents, yields and phenolic and flavonoid concentrations ($p<0.05$). However, the extraction period had an insignificant effect on the amount of total phenolic and flavonoid contents contained in the seed extracts. The seed extracts obtained from 1 hour extraction period using various kinds of solvents were tested for antibacterial activities against *E. coli*, *S.* Typhimurium and *S. aureus*. The results showed that the seed extracts that were extracted by 50% and 95% ethanol solution could inhibit the growth of bacteria better than those extracted from water. Therefore, the extraction using 50% ethanol solution with the extraction period of 1 hour was chosen to determine of the suitable extraction temperature. It was found that the Soxhlet extraction yielded the lowest total phenolic and flavonoid contents and yield in the seed extract, but gave the highest phenolic and flavonoid concentrations. The results also showed that the extraction temperature had a little effect on antibacterial activities of the seed extracts. Thus, the room temperature was chosen as the optimum extraction temperature. The seed extracts from the optimum extraction condition was used as washing agent to reduce bacterial contents on fresh sweet basil. By soaking sweet basil in the 4 MBC (25 mg/ml) seed extracts for 10 minutes, the total bacterial count (TBC) and *E. coli* was significantly decreased. Additionally, the remaining amounts of *E. coli* was within the acceptable range indicated in the safety requirements for agriculture commodity and food in Thailand. In order to maintain the antibacterial activities of the seed extracts, it was recommended that the seed extracts should be stored in a brown bottle tightly closed at a room temperature (27 ± 2 degree Celsius) for the period of less than 3 months.

4138052479

Department: Food Technology
Field of Study: Food Technology
Academic Year: 2013

Student's Signature Penvipa Banlangpo
Advisor's Signature Chidphong Pradistsuwana
Co-Advisor's Signature Sumate Tantratian

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นินนาท ชินประหัษฐ์ ประธานกรรมการ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และสละเวลาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ตันตระเธียร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการและเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดจนตรวจสอบแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ประภา อิ่มจงใจรัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาและแนวทางแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

พร้อมกันนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณครูและคณาจารย์ทุกท่านตั้งแต่วัยเยาว์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมสั่งสอน และขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มอบทุนอุดหนุนการศึกษาเพื่อผลิตบัณฑิต ระดับบัณฑิตศึกษาให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปางที่ได้เอื้อเฟื้อวัตถุดิบสำหรับการทำวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารที่กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารที่ให้ความช่วยเหลือตลอดช่วงระยะเวลาของการศึกษาและทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สมาชิกในครอบครัว และญาติผู้ใหญ่ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนและสนับสนุนตลอดระยะเวลาการศึกษาและการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

4136052479

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย 1

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ 3

2.1 ข้อมูลทั่วไปของหว้า 3

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 3

2.1.2 การใช้ประโยชน์และคุณสมบัติต่าง ๆ ของหว้า 4

2.2 สารประกอบฟีนอลิก 4

2.2.1 กรดฟีนอลิก (phenolic acids) 6

2.2.1.1 กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) และอนุพันธ์ 6

2.2.1.2 กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acids) และอนุพันธ์ 8

2.2.2 ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) 8

2.2.2.1 ฟลาวานอล (flavanols) 9

2.2.2.2 ฟลาโวน (flavones) 10

2.2.2.3 ฟลาวาโนน (flavanones) 11

2.2.2.4 ฟลาโวนอล (flavonols) 11

2.2.2.5 ฟลาวาโนนอล (flavanonols) 12

2.2.2.6 แอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) 12

4138052479

หน้า

2.3 วิธีสกัดสารประกอบฟีนอลิก 13
2.4 โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง 14
2.5 สมบัติของสารประกอบฟีนอลิกด้านการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ 15
2.6 แบคทีเรียก่อโรค (pathogenic bacteria) 16
2.6.1 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) 16
2.6.2 ซัลโมเนลลา (*Salmonella*) 17
2.6.3 แสดปฟิลโลคอกคัส ออเรียส (*Staphycoccus aureus*) 19
2.7 การล้างผักสด 19
2.8 โหระพา 20
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 22
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี 22
3.2 วิธีทดลอง 25
3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง 25
3.2.2 การสกัดเมล็ดหว้า 25
3.2.2.1 การสกัดเมล็ดหว้าด้วยตัวทำละลายและเวลาต่าง ๆ 25
3.2.2.2 การสกัดเมล็ดหว้าด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ 26
3.2.3 การตรวจวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 26
3.2.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 26
3.2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 26
3.2.4 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ 27
3.2.4.1 การเตรียมแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ 27
3.2.4.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธีดิสก์ดิฟฟิวชัน หรือ DDM 27
3.2.4.3 การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดเมล็ดหว้าที่ใช้ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียหรือค่า MIC 27
3.2.4.4 การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดเมล็ดหว้าที่ใช้ฆ่าแบคทีเรียหรือค่า MBC 28
3.2.5 การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 29

4138052479

หน้า

3.2.6 การประยุกต์ใช้สารสกัดเมล็ดหว้ากับโหระพา 29
3.2.6.1 การตรวจหาจุลินทรีย์เริ่มต้นจากโหระพา 29
3.2.6.2 การหาเวลาที่เหมาะสมของการแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้า 30
3.2.6.3 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดเมล็ดหว้าที่ใช้แช่โหระพา 30
3.2.7 อายุการเก็บรักษาของสารสกัดเมล็ดหว้า 30
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 36
4.1 การสกัดเมล็ดหว้า 36
4.1.1 การสกัดเมล็ดหว้าด้วยตัวทำละลายและเวลาต่าง ๆ 36
4.1.2 การสกัดเมล็ดหว้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ 43
4.2 การประยุกต์ใช้สารสกัดเมล็ดหว้ากับโหระพา 49
4.2.1 การหาเวลาที่เหมาะสมของการแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้า 50
4.2.2 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดเมล็ดหว้าที่ใช้แช่โหระพา 51
4.3 อายุการเก็บรักษาของสารสกัดเมล็ดหว้า 53
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 58
5.1 สรุปผลการทดลอง 58
5.2 ข้อเสนอแนะ 58
รายการอ้างอิง 59
ภาคผนวก 64
ภาคผนวก ก 65
ภาคผนวก ข 68
ภาคผนวก ค 69
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 79

4138052479

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การจัดกลุ่มย่อยของฟลาโวนอยด์ 9
ตารางที่ 3.1 ความเข้มข้นของสารสกัดเมล็ดหว้าในแต่ละหลอดทดลองที่ทำการวิเคราะห์หาค่า MIC .. 28
ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารสกัดแห้งเมื่อใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 38
ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์เมื่อใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 38
ตารางที่ 4.3 ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ด้วยวิธี DDM 39
ตารางที่ 4.4 ค่า MIC ของสารสกัดเมล็ดหว้าจากตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง 40
ตารางที่ 4.5 ค่า MBC ของสารสกัดเมล็ดหว้าจากตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง 40
ตารางที่ 4.6 ปริมาณสารสกัดแห้งจากการสกัดเมล็ดหว้าด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 44
ตารางที่ 4.7 ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเมื่อสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 45
ตารางที่ 4.8 ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยวิธี DDM 46
ตารางที่ 4.9 ค่า MIC ของสารสกัดเมล็ดหว้าจากเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 47
ตารางที่ 4.10 ค่า MBC ของสารสกัดเมล็ดหว้าจากเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 47
ตารางที่ 4.11 จำนวนแบคทีเรียตามธรรมชาติของโหระพา 50
ตารางที่ 4.12 การลดลงของจำนวนแบคทีเรียเมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าความเข้มข้น 2 MBC เป็นเวลาต่าง ๆ 50
ตารางที่ 4.13 การลดลงของจำนวนแบคทีเรียเมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าความเข้มข้นต่าง ๆ เวลา 10 นาที 51

4138052479

หน้า

ตารางที่ 4.14 ความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเมื่อเก็บรักษาสารสกัดเมล็ดหว้าเป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 54
ตารางที่ 4.15 ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง ด้วยวิธี DDM 55
ตารางที่ 4.16 ค่า MIC ของสารสกัดเมล็ดหว้าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 56
ตารางที่ 4.17 ค่า MBC ของสารสกัดเมล็ดหว้าเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3 และ 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 56
ตารางที่ ก.1 retention time ของสารมาตรฐานที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 67
ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าด้วยตัวทำละลายและเวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง 69
ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าด้วยตัวทำละลายและเวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง 69
ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารสกัดแห้งเมื่อใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 70
ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) เมื่อใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 70
ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) เมื่อใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 70
ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *E. coli* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 71
ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย *S.* Typhimurium ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 71

4138052479

หน้า

ตารางที่ ค.8 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากตัวทำละลายต่าง ๆ เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 71
ตารางที่ ค.9 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 72
ตารางที่ ค.10 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 72
ตารางที่ ค.11 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารสกัดแห้งที่สกัดด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง 72
ตารางที่ ค.12 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง 73
ตารางที่ ค.13 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง 73
ตารางที่ ค.14 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *E. coli* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสกัดต่าง ๆ 73
ตารางที่ ค.15 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *S.* Typhimurium ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสกัดต่าง ๆ 74
ตารางที่ ค.16 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิสกัดต่าง ๆ 74
ตารางที่ ค.17 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่เวลาต่าง ๆ ความเข้มข้น 2 MBC (12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) 74
ตารางที่ ค.18 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวน *E. coli* เมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่เวลาต่าง ๆ ความเข้มข้น 2 MBC (12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) 75

4138052479

หน้า

ตารางที่ ค.19 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เวลาแช่ 10 นาที 75
ตารางที่ ค.20 การวิเคราะห์ทางสถิติจำนวน *E. coli* เมื่อแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เวลาแช่ 10 นาที 75
ตารางที่ ค.21 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 - 4 เดือน 76
ตารางที่ ค.22 การวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักผงเมล็ดหว้า 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 - 4 เดือน 76
ตารางที่ ค.23 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 - 4 เดือน 76
ตารางที่ ค.24 การวิเคราะห์ทางสถิติความเข้มข้นสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเควอร์เซทินต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม) ของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 - 4 เดือน 77
ตารางที่ ค.25 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *E. coli* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่เก็บรักษาเวลา 0, 3 และ 4 เดือน อุณหภูมิห้อง 77
ตารางที่ ค.26 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *S.* Typhimurium ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่เก็บรักษาเวลา 0, 3 และ 4 เดือน อุณหภูมิห้อง 77
ตารางที่ ค.27 การวิเคราะห์ทางสถิติฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย *S. aureus* ด้วยวิธี DDM ของแอมพิซิลินและสารสกัดเมล็ดหว้า (100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ที่เก็บรักษาเวลา 0, 3 และ 4 เดือน อุณหภูมิห้อง 78

4138052479

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก 5
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างสารประกอบฟีนอลิกบางชนิด 6
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของสารกลุ่มกรดไฮดรอกซีเบนโซอิกและอนุพันธ์ 7
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของลิกนิน 7
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของสารกลุ่มกรดไฮดรอกซีซินนามิกและอนุพันธ์ 8
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวนอยด์ 8
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างและตัวอย่างของสารกลุ่มฟลาวาน - 3 - ออล 10
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและตัวอย่างของสารกลุ่มฟลาโวน 11
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างและตัวอย่างของสารกลุ่มฟลาวาโนน 11
ภาพที่ 2.10 โครงสร้างและตัวอย่างของสารกลุ่มฟลาโวนอล 12
ภาพที่ 2.11 โครงสร้างและตัวอย่างของสารกลุ่มแอนโทไซยานิดิน 13
ภาพที่ 2.12 การสกัดด้วยชุดสกัดซอกห์เล็ต (Soxhlet extractor) 14
ภาพที่ 2.13 หลักการแยกสารโดยโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) 15
ภาพที่ 3.1 เมล็ดหว้าอบแห้ง 22
ภาพที่ 3.2 แผนผังสรุปการสกัดเมล็ดหว้าด้วยตัวทำละลายและเวลาต่าง ๆ 31
ภาพที่ 3.3 แผนผังสรุปการสกัดเมล็ดหว้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ 32
ภาพที่ 3.4 แผนผังสรุปการแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่เวลาต่าง ๆ 33
ภาพที่ 3.5 แผนผังสรุปการแช่โหระพาด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 34
ภาพที่ 3.6 แผนผังสรุปการเก็บรักษาสารสกัดเมล็ดหว้า 35
ภาพที่ 4.1 อิทธิพลของตัวทำละลายและเวลาสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 36
ภาพที่ 4.2 อิทธิพลของตัวทำละลายและเวลาสกัดต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 36
ภาพที่ 4.3 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ของตัวอย่างสารสกัดเมล็ดหว้าที่สกัดด้วย (ก) น้ำกลั่น (ข) เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 และ (ค) เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เวลาสกัด 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง 42
ภาพที่ 4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 43
ภาพที่ 4.5 อิทธิพลของอุณหภูมิสกัดต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 44

4138052479

หน้า

ภาพที่ 4.6 โครมาโตแกรมการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ของตัวอย่างสารสกัดเมล็ดหว้าที่สกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 เวลาสกัด 1 ชั่วโมงที่ (ก) อุณหภูมิห้อง และ (ข) ชุดสกัดซอกห์เล็ต 48
ภาพที่ 4.7 (ก) โหระพาเริ่มต้น (ไม่แช่); (ข) โหระพาแช่ด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ; (ค) โหระพาแช่ด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าความเข้มข้น 2 MBC; (ง) โหระพาแช่ด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าความเข้มข้น 4 MBC; (จ) โหระพาแช่ด้วยสารสกัดเมล็ดหว้าความเข้มข้น 6 MBC 52
ภาพที่ 4.8 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 - 4 เดือน 53
ภาพที่ 4.9 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดหว้า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 - 4 เดือน 54
ภาพที่ ก.1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก 65
ภาพที่ ก.2 กราฟมาตรฐานเควอร์เซทิน 66
ภาพที่ ก.3 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานกรดแกลลิกจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 67
ภาพที่ ก.4 โครมาโตแกรมสารมาตรฐานรูทินจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC 67

4138052479