

มหาวิทยาลัยบูรพา
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
วิทยาเขตชลบุรี 2013

ผลของการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขวดยี่ง และการเคลือบด้วยโคโคซาน
ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์พืชวงศ์จิงแห้ง

ยาตรา ยมสูงเนิน

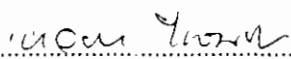
18 ม.ค. 2554

28 13 10

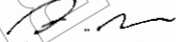
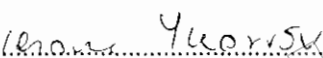
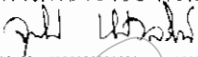
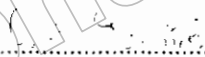
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2553
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ยাত্রา ขมสูงเนิน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

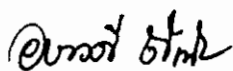
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองทา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)

.....กรรมการ
(ดร.จุฬารัตน์ หงส์สวัสดิ์รัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรสา สุริยาพันธ์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร
ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันฉิวานุกรณ์)
วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวภา ไหว
พริบ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึง
ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองทา ดร. จุฬารัตน์ หงส์ลีรัตน์
และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรสา สุริยาพันธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ
ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา
พี่ เพื่อน น้องนิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้
คำปรึกษาในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จาก โครงการบัณฑิตศึกษา
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์
ที่ใช้ในการทำวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ ครอบครัวมสูงเนิน อันได้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า คุณยาย
พี่ชาย คุณลุง คุณป้า และญาติทุกคน ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังใจ และทุนทรัพย์ในการศึกษามา
โดยตลอด และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนมาเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแด่
บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา
และประสบความสำเร็จมาจนครบเท่าทุกวันนี้

ขาดรา มสูงเนิน

50912273: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร; วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

คำสำคัญ: การทำแห้ง/ไอน้ำร้อนขวดแข็ง/ การเคลือบผิว/ ไคโตซาน/ พืชวงศ์ขิง

ยาดรา ยมสูงเนิน: ผลของการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็ง และการเคลือบด้วยไคโตซานต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์พืชวงศ์ขิงแห้ง (EFFECT OF SUPERHEATED STEAM DRYING AND CHITOSAN COATING ON QUALITY OF DRIED ZINGIBERACEAE PRODUCTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เยาวภา ไหวพริบ, Ph.D. 248 หน้า. ปี พ.ศ. 2553.

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอุณหภูมิ (120 130 และ 140 °C) และความเร็วไอน้ำร้อนขวดแข็ง (1.17 1.46 และ 2.01 m.s⁻¹) ในการทำแห้งขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) ข่า (*Alpinia galangal* L. swartz) และขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) ด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็ง ต่อการลดความชื้น สมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ สี เถ้า เถ้าที่ไม่ละลายในกรด น้ำมันหอมระเหย ปริมาณความชื้น และเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมดสำหรับขมิ้นชัน สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ปริมาณฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง โดยทำแห้งจนความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. พบว่า การทำแห้งขิงด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็งที่ 140 °C และ 2.01 m.s⁻¹ มีผลให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ 2.17±0.14) และการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* สูงสุด (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส 14.40±0.80 มิลลิเมตร) และปริมาณความชื้นต่ำสุด (ร้อยละ 5.82±1.18) (p<0.05) การทำแห้งข่าด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็งที่ 120 °C และ 2.01 m.s⁻¹ มีผลให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ 0.92±0.14) และการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* สูงสุด (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส 18.07±0.20 มิลลิเมตร) (p<0.05) และการทำแห้งขมิ้นชันด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็งที่ 130 °C และ 2.01 m.s⁻¹ มีผลให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ 7.33±0.29) ปริมาณฟีนอลทั้งหมด (24.85±1.75 mg of gallic acid/g sample) และการยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* สูงสุด (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส 15.12±0.49 มิลลิเมตร) (p<0.05) ต่อมาศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1 และวิธีการทำแห้ง (ด้วยไอน้ำร้อนขวดแข็ง แบบระเหิด อากาศร้อน ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และการตากแดด) ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง พบว่า การทำแห้งขิงด้วยอากาศร้อนมีผลให้ปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงสุด (6.82±0.65 mg of gallic acid/g sample) (p<0.05) และการเคลือบผิวขิงด้วยไคโตซานมีผลให้การยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* สูงสุด (เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส 11.21±0.68 มิลลิเมตร) (p<0.05) การทำแห้งข่าด้วยอากาศร้อนร่วมกับการเคลือบผิวด้วยไคโตซานมีผลให้ปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงสุด (3.94±1.22 mg of gallic acid/g sample) (p<0.05) และการทำแห้งขมิ้นชันด้วยอากาศร้อนร่วมกับการไม่เคลือบผิว มีผลให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (ร้อยละ 7.18±0.41) และปริมาณเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมดสูงสุด (ร้อยละ 20.92±0.41) (p<0.05)

50912273: MAJOR: FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY; M.Sc. (FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY)

KEYWORDS: DRYING/ SUPERHEATED STEAM/ COATING/ CHITOSAN/ ZINGIBERACEAE

YATTRA YOMSUNGNOEN: EFFECT OF SUPERHEATED STEAM DRYING AND CHITOSAN COATING ON QUALITY OF DRIED ZINGIBERACEAE PRODUCTS. ADVISORY COMMITTEE: YAO WAOHA WAIPRIB, Ph.D. 248 P. 2010.

The effects of temperature (120, 130 and 140 °C) and velocity (1.17, 1.46 and 2.01 m.s⁻¹) of superheated steam on physicochemical properties (color, ash, acid insoluble ash, volatile oil, moisture content, and total curcuminoids for Turmeric), antioxidative properties (total phenolic content and DPPH Radical-scavenging Activity) and antimicrobial property (*Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*) of dried Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Galangal (*Alpinia galangal* L. Swartz) and Turmeric (*Curcuma longa* L.) products with a final moisture content of 12 % d.b. were investigated. The Ginger, the use of superheated steam at 140 °C, and velocity of 2.01 m.s⁻¹ resulted in the highest volatile oil content (2.17±0.14 %), maximum growth inhibition of *S. aureus* (clear zone diameter; 14.40±0.80 mm), and lowest moisture content (5.82±1.18 %) (p<0.05). For Galangal, the use of superheated steam at 120 °C, and velocity of 2.01 m.s⁻¹ resulted in the highest volatile oil content (0.92±0.14 %), and maximum growth inhibition of *S. aureus* (clear zone diameter; 18.07±0.20 mm) (p<0.05). And for Turmeric, the use of superheated steam at 130 °C, and velocity of 2.01 m.s⁻¹ resulted in the highest volatile oil content (7.33±0.29 %), total phenolic content (24.85±1.75 mg of gallic acid/g sample), and maximum growth inhibition of *S. aureus* (clear zone diameter; 18.07±0.20 mm) (p<0.05). Thereafter, the effects of chitosan coating (1 % w/v), and drying method (superheated steam, freeze dry, hot air, solar cabinet, and open sun drying) on physicochemical, antioxidative, and antimicrobial properties of dried Ginger, Galangal, and Turmeric products were investigated. The use of hot air drying demonstrated the highest total phenolic content (6.82±0.65 mg of gallic acid/g sample) (p<0.05), and the use of chitosan coating demonstrated the maximum growth inhibition of *S. aureus* (clear zone diameter; 18.07±0.20 mm) (p<0.05) for Ginger products. For Galangal product, the use of hot air and chitosan coating resulted in the highest total phenolic content (3.94±1.22 mg of gallic acid/g sample) (p<0.05). Finally, the use of hot air without chitosan coating showed the highest volatile oil (7.18±0.41 %), and total curcuminoids (20.92±0.41 %) respectively (p<0.05) for Turmeric product.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
สถานที่ทำการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
พืชวงศ์จิง.....	5
ไคตินและไคโตซาน.....	20
สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (Edible Coating).....	27
การทำแห้งอาหาร.....	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
วัตถุดิบ.....	45
วัสดุอุปกรณ์.....	45
สารเคมี.....	46
วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
4 ผลการวิจัย.....	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งในการทำแห้ง จิ้ง ข่า และขมิ้นชันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและ สมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์.....	54
ตอนที่ 2 ศึกษาผลของการเคลือบด้วยไคโตซานก่อนการทำแห้ง จิ้ง ข่า และ ขมิ้นชันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการ ยับยั้งจุลินทรีย์.....	106
5 อภิปรายและสรุปผล.....	153
อภิปรายผล.....	153
สรุปผลการวิจัย.....	174
ข้อเสนอแนะ.....	176
เอกสารอ้างอิง.....	177
ภาคผนวก.....	191
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ.....	192
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ.....	200
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์สมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์.....	204
ภาคผนวก ง เครื่องทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขวดย้ง.....	208
ภาคผนวก จ วิธีการคำนวณ.....	213
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	223
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	248

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 คุณค่าทางอาหารของจิง ข่า ขมิ้น (100 กรัม).....	10
2-2 ข้อมูลพื้นที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ ปริมาณผลผลิตจิงของประเทศไทย ปี การเพาะปลูก พ.ศ. 2542/43 – พ.ศ. 2545/2546.....	10
2-3 ปริมาณ (ตัน) และมูลค่า (ล้านบาท) การส่งออกของจิงแห้งและจิงสด.....	10
2-4 สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากพืชจิง ได้แก่ จิง ข่า ขมิ้นชัน.....	13
2-5 อนุโมลิสระและสารที่เกี่ยวข้อง.....	14
2-6 การทดสอบสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของพืชจิง (จิง ข่า ขมิ้นชัน).....	15
2-7 สารประกอบที่สำคัญที่พบในจิง ข่า ขมิ้นชัน.....	17
2-8 สมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของพืชจิง.....	18
2-9 แหล่งที่พบโคตินและโคโคซาน.....	22
2-10 ความสามารถในการละลายในสารละลายของโคตินและโคโคซานในสารละลาย....	24
2-11 การประยุกต์ใช้โคโคซาน.....	26
2-12 สมบัติเชิงหน้าที่ (Functional properties) ของสารเคลือบผิวที่รับประทานได้.....	28
2-13 วัตถุประสงค์ใช้เป็นสารเคลือบผิวที่บริโภคได้และการประยุกต์ใช้ในการเคลือบผิว อาหาร.....	30
2-14 ผลิตภัณฑ์อาหารเคลือบผิวด้วยโคโคซาน.....	33
2-15 เกณฑ์และการจำแนกประเภทของการทำแห้ง.....	35
2-16 การทำแห้งอาหารด้วยไอน้ำร้อนผุดยิ่ง.....	38
2-17 วิธีการทำแห้งพืชจิงด้วยวิธีต่าง ๆ.....	39
2-18 คุณลักษณะทางเคมีของจิงแห้ง.....	42
2-19 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี.....	44
3-1 อุณหภูมิ และความเร็วไอน้ำร้อนผุดยิ่งในการทำแห้งจิง ข่า และขมิ้นชันด้วยไอน้ำ ร้อนผุดยิ่ง.....	49
3-2 การเคลือบผิวด้วยโคโคซานและวิธีการทำแห้ง จิง ข่า และขมิ้นชัน.....	53
4-1 ความชื้นเริ่มต้นของจิง ข่า และขมิ้นชัน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อ เวลาการทำแห้งของขิง ข่า และขมิ้นชัน ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	67
4-3 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อ ต่อเวลาการทำแห้งของขิง ข่า และ ขมิ้นชัน ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	68
4-4 ผลของอุณหภูมิ ต่อเวลาการทำแห้งขมิ้นชัน ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	69
4-5 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อ ต่อเวลาการทำแห้งขมิ้นชัน ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	70
4-6 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของขิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	71
4-7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อค่าสี ของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	72
4-8 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	73
4-9 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	73
4-10 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	74
4-11 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	75
4-12 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง แสดง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	76
4-13 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	77
4-14 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-15 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้ง ต่อค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	78
4-16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของขิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	79
4-17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อ ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	80
4-18 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	80
4-19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของขิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	81
4-20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อ ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้น สุดท้าย 12 % d.b.....	82
4-21 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ของ ผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	82
4-22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยของขิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	83
4-23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	84
4-24 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขุดยั้งต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของ ผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	85
4-25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของขิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์จิง ข่า และขมิ้นชันแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	86
4-27 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ จิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	87
4-28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ ของขมิ้นชันสด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	88
4-29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อ ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	88
4-30 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อปริมาณเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	89
4-31 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลทั้งหมดของจิง ข่า และขมิ้นชันสด แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	90
4-32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อ ปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์จิง ข่า และขมิ้นชันแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	90
4-33 ผลของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขวดยี่ห้อต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมดของ ผลิตภัณฑ์จิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	91
4-34 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	92
4-35 ผลของอุณหภูมิ ต่อค่าปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-36 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้ง ต่อค่าปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์จึง แห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	93
4-37 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้ง ต่อค่าปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ข้า แห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	94
4-38 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของจึง ข้า และขมิ้นชัน สด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	95
4-39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอนุมูลและความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งต่อ ความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์จึง ข้า และขมิ้นชันแห้งที่ ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	96
4-40 ผลของอนุมูลและความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์จึง ข้า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	97
4-41 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้ง ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของ ผลิตภัณฑ์จึงแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	98
4-42 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้ง ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของ ผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	99
4-43 ผลการวิเคราะห์การยับยั้งจุลินทรีย์ <i>S. aureus</i> และ <i>E. coli</i> ของจึง ข้า และขมิ้นชัน สด แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	100
4-44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอนุมูลและความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งต่อการ ยับยั้งจุลินทรีย์ <i>S. aureus</i> และ <i>E. coli</i> ของผลิตภัณฑ์จึง ข้า และขมิ้นชันแห้ง ที่ ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	100
4-45 ผลของอนุมูลและความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งต่อการยับยั้งการเจริญของ <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์จึง ข้า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	101
4-46 ผลของอนุมูลและความเร็วไอน้ำร้อนขวดย้งต่อการยับยั้งการเจริญของ <i>E. coli</i> ของสารสกัดจากผลิตภัณฑ์จึง ข้า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-47 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ภายใต้ภาวะการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดต่าง ๆ กัน.....	103
4-48 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ภายใต้ภาวะการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดต่าง ๆ กัน.....	104
4-49 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ภายใต้ภาวะการทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดต่าง ๆ กัน.....	105
4-50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	110
4-51 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	111
4-52 ผลของวิธีการทำแห้ง ต่อค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	112
4-53 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	113
4-54 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	114
4-55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	115
4-56 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อค่าปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	116
4-57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-58 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	118
4-59 ผลของการเคลือบผิว ต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	119
4-60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	120
4-61 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	121
4-62 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	122
4-63 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหยของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	123
4-64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	124
4-65 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	125
4-66 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	126
4-67 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	127
4-68 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	128
4-69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	129

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-70 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณเคอร์คูมินอยด์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	130
4-71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	131
4-72 ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานและวิธีการทำแห้งต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	132
4-73 ผลของการทำแห้ง ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	133
4-74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	135
4-75 ผลของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์ ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	136
4-76 ผลของการทำแห้ง ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	137
4-77 ผลของการทำแห้ง ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	138
4-78 ผลของการเคลือบผิว ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	139
4-79 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งต่อการยับยั้งการเจริญจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ <i>S. aureus</i> และ <i>E. coli</i> ของผลิตภัณฑ์ขิง ข่า และขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	140

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-80 ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานและวิธีการทำแห้งต่อการยับยั้งการเจริญของ <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ ชিং ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	142
4-81 ผลของการเคลือบผิว ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ชিংแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	143
4-82 ผลของการเคลือบผิว ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	144
4-83 ผลของการเคลือบผิว ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	144
4-84 ผลของการทำแห้ง ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ชিংแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	145
4-85 ผลของการทำแห้ง ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	146
4-86 ผลของการทำแห้ง ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้งแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	147
4-87 ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตซานและวิธีการทำแห้งต่อการยับยั้งการเจริญของ <i>E. coli</i> ของผลิตภัณฑ์ ชিং ข่า และขมิ้นชันแห้ง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	149
4-88 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ชিংแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน และวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	150
4-89 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวด้วยไคโตซาน และวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	151
4-90 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวด้วยไคโตซานและวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	152

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 เหง้าขิง (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe).....	6
2-2 เหง้าข่า (<i>Alpinia galangal</i> L. swartz.).....	7
2-3 เหง้าขมิ้นชัน (<i>Curcuma longa</i> L.).....	9
2-4 กลไก และตำแหน่งของเซลล์แบคทีเรียในการเข้าทำลายโดยสารประกอบ น้ำมันหอมระเหย.....	19
2-5 โครงสร้างของเซลล์ของเชื้อรา ไคติน และไคโตซาน.....	21
2-6 การกำจัดหมู่อะซิติลของไคตินด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์ไคตินดีอะซิเดส.....	23
3-1 วัตถุดิบภายหลังการตัดแต่ง (ก) ขิง (ข) ข่า (ค) ขมิ้นชัน.....	47
3-2 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบขิง ข่า และขมิ้นชัน.....	48
4-1 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	55
4-2 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 120 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	56
4-3 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 130 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	56
4-4 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	57
4-5 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.17 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	57
4-6 การลดความชื้น (Moisture content) ของขิงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 1.46 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-7 การลดความชื้น (Moisture content) ของจึงทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1162.78 ± 108.69 % d.b.).....	58
4-8 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	59
4-9 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	60
4-10 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 130 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	60
4-11 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	61
4-12 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	61
4-13 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.46 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	62
4-14 การลดความชื้น (Moisture content) ของข้าทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 1352.55 ± 65.18 % d.b.).....	62
4-15 การลดความชื้น (Moisture content) ของขม้นชั้นทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-16 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	64
4-17 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 130 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	64
4-18 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 1.46 และ 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	65
4-19 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.17 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	65
4-20 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 1.46 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	66
4-21 การลดความชื้น (Moisture content) ของขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120 130 และ 140 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2.01 m.s ⁻¹ (ความชื้นเริ่มต้น 515.21±3.22 % d.b.).....	66
4-22 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ต่อเวลา (Time) การทำแห้งขมิ้นชันด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	69
4-23 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง (Velocity) ต่อเวลา (Time) การทำแห้งขมิ้นชันด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	70
4-24 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ค่าค่า L* (L* value) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	74
4-25 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ค่าค่า a* (a* value) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-26 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ต่อค่าสี b^* (b^* value) ของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ทำ แห้งด้วยไอน้ำร้อนขดยี่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	75
4-27 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ต่อค่าสี b^* (b^* value) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขดยี่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	78
4-28 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขดยี่ง (Velocity) ต่อค่าสี b^* (b^* value) ของผลิตภัณฑ์ ขมิ้นชันแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขดยี่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	79
4-29 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic content) ของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนขดยี่งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	92
4-30 ผลของอุณหภูมิ (Temperature) ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic content) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	93
4-31 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขดยี่ง (Velocity) ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic content) ของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	94
4-32 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขดยี่ง (Velocity) ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic content) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	95
4-33 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขดยี่ง (Velocity) ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• (AEAC) ของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	98
4-34 ผลของความเร็วไอน้ำร้อนขดยี่ง (Velocity) ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• (AEAC) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	99
4-35 ผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	107
4-36 ผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	108
4-37 ผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ภายใต้การเคลือบผิวและวิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน.....	109
4-38 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อค่าสี b^* (b^* value) ของผลิตภัณฑ์จิง แห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.	112
4-39 ผลของการเคลือบผิว (Coating) ต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด	119
4-40 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil content) ของผลิตภัณฑ์จิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	122

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-41 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil content) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	123
4-42 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	126
4-43 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	127
4-44 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	128
4-45 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic content) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	134
4-46 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• (DPPH Radical-scavenging Activity) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	137
4-47 ผลของวิธีการทำแห้ง (Method of drying) ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• (DPPH Radical-scavenging Activity) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	138
4-48 ผลของการเคลือบผิว (Coating) ต่อความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH• (DPPH Radical-scavenging Activity) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนหวดขิงที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	139
4-49 ผลของการเคลือบผิว (Coating) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนหวดขิงที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.	143
4-50 ผลของการเคลือบผิว (Coating) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนหวดขิงที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.	144
4-51 ผลของการเคลือบผิว (Coating) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้ง ทำแห้งด้วยไอน้ำร้อนหวดขิงที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b. ...	145

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-52 ผลของการทำแห้ง (Method of drying) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ขิงแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	146
4-53 ผลของการทำแห้ง (Method of drying) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ข่าแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	147
4-54 ผลของการทำแห้ง (Method of drying) ต่อการยับยั้ง <i>S. aureus</i> (Inhibition zone) ของผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแห้งที่ความชื้นสุดท้าย 12 % d.b.....	148