สารบาญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ค
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ฉ
สารบาญตาราง		ฎ
สารบาญภาพ		ฐ
บทที่ 1	บทนำ	1
1.1	ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4	ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1	หม่อน (Mulberry)	4
2.2	น้ำส้มสายชู (Vinegar)	7
2.3	สารแอนติออกซิแดนซ์ (Antioxidant)	10
2.4	การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)	19
2.5	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค	22
2.6	การทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design)	24
2.7	วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology, RSM)	24
2.8	กระบวนการฆ่าเชื้อ	25
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี 31
3.2 วิธีการทดลอง 34
ตอนที่ 1 ศึกษาถึงคุณภาพเบื้องต้นของผลหม่อน 37
ตอนที่ 2 ผลของกระบวนการหมักที่มีต่อปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 39
ตอนที่ 3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 40
ตอนที่ 4 ศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 44
ตอนที่ 5 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย 45

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 47
4.1 ศึกษาถึงคุณภาพเบื้องต้นของผลหม่อน 47
4.2 ผลของกระบวนการหมักที่มีต่อปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ในน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 49
4.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 57
4.4 ศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 72
4.5 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย 82

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 86

เอกสารอ้างอิง 89

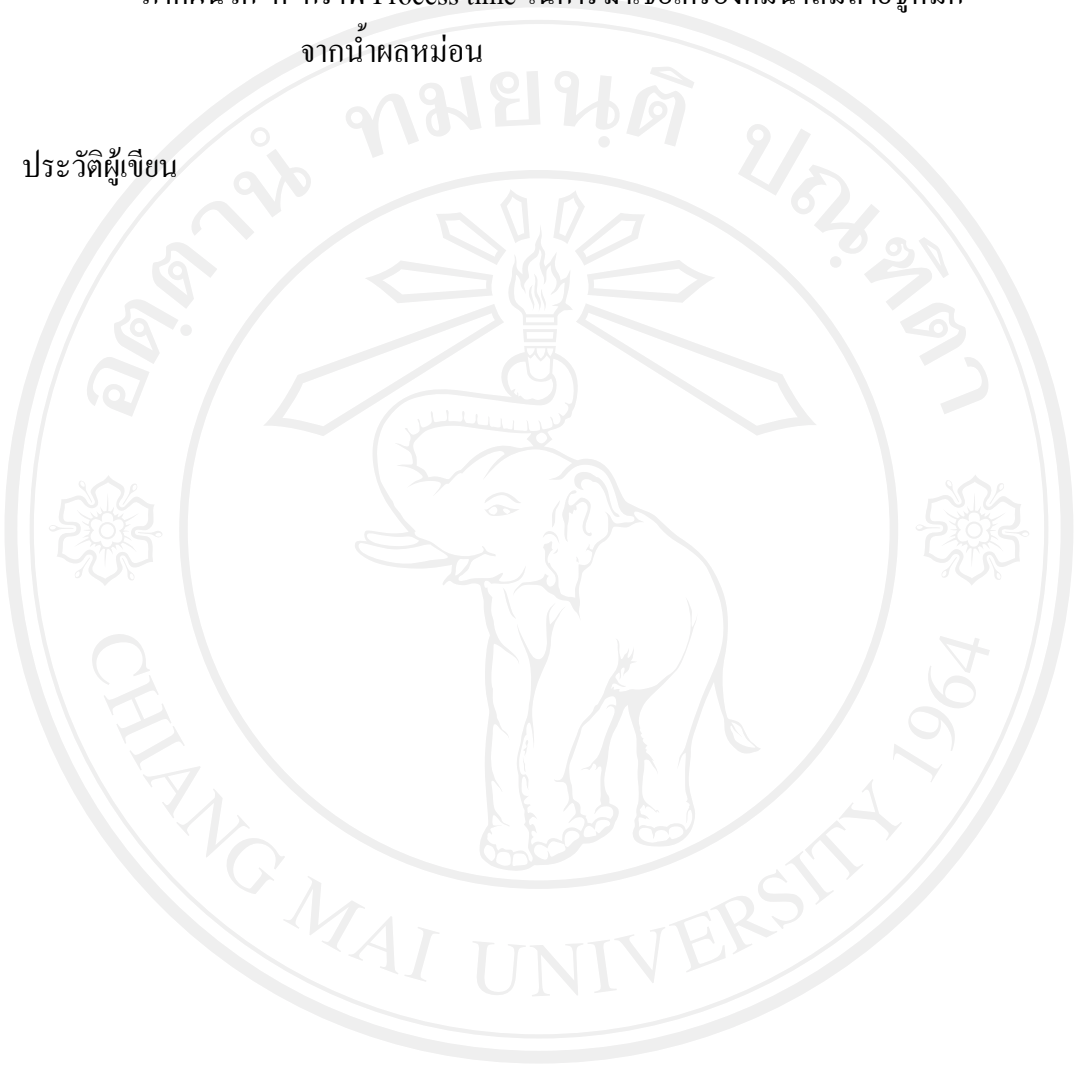
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ 96
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม และแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 110

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค กราฟ Process time ในการฆ่าเชื้อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 115

ประวัติผู้เขียน 118



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ข้อมูลทางโภชนาการของผลหม่อนสุก (สีม่วงดำ) ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม	7
3.1	ระดับสูง- ต่ำ ของส่วนผสมในการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน	42
3.2	สิ่งทดลองของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน	42
3.3	สภาวะการฆ่าเชื้อในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน	45
4.1	ค่าคุณภาพเบื้องต้นของผลหม่อน ที่ระยะการสุก 2 ระยะ	47
4.2	ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และความสามารถในการต้านออกซิเดชันของผลหม่อนที่ระยะการสุก 2 ระยะ	49
4.3	ปริมาณแอลกอฮอล์ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ความเป็นกรด-ด่าง(pH) และน้ำตาลรีดิวซ์ ในกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์แต่ละระดับ	50
4.4	ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ และความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหมักแอลกอฮอล์แต่ละระดับ	51
4.5	ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมด และสารแอนติออกซิแดนซ์ของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนแต่ละสิ่งทดลองหลังสิ้นสุดกระบวนการหมัก	57
4.6	การเรียงลำดับชนิดน้ำผลไม้ที่ผู้บริโภคต้องการให้ผสมในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน(n = 400)	59
4.7	การเรียงลำดับความสำคัญของเหตุผล ที่จะมีต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนของผู้บริโภค (n = 400)	61
4.8	คุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อน	62
4.9	ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน จำนวน 10 สูตร	63

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.10 คะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนจำนวน 10 สูตร 64
4.11 สมการ regression เพื่อใช้ทำนายคุณภาพทางด้านต่างๆจากอิทธิพลของอัตราส่วนของส่วนผสม 3 ชนิดในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อน 68
4.12 เปรียบเทียบค่าคุณภาพทางเคมีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง 71
4.13 เปรียบเทียบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง 71
4.14 ระยะเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อนที่อุณหภูมิแต่ละระดับ 72
4.15 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ รา ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน ที่ระยะการเก็บ 0 วัน 73
4.16 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ยีสต์ รา ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ต่างกัน เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน 78
4.17 ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และความสามารถในการต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ต่างกัน เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน 78
4.18 คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านการพัฒนาแล้ว 83
4.19 ปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์และความสามารถในการต้านออกซิเดชันในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่พัฒนาได้และผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด 84
4.20 คะแนนความชอบของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านการพัฒนา (n = 200) 85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	ผลหม่อน	4
2.2	โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีโนลิก	12
2.3	โครงสร้างหลักของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่างๆ	13
2.4	โครงสร้างของควอเซอติน	14
2.5	โครงสร้างพื้นฐานของ benzoic acid phenylacetic acid และ cinnamic acid	15
2.6	โครงสร้างของกรดแกลลิก	15
2.7	โครงสร้างของไซยานิดิน พีโอนิดิน เดลฟินิดิน และพีลาร์โกนิดิน	16
2.8	การทดสอบในห้องปฏิบัติการ	20
2.9	การทดสอบในสถานที่ชุมชน	20
2.10	ห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่	21
2.11	เครื่องพาสเจอร์ไรซ์แบบอุโมงค์	27
2.12	เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	28
3.1	ขั้นตอนการหมักเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์	34
3.2	ขั้นตอนการหมักเพื่อให้ได้กรดอะซิติก	35
3.3	การหมักน้ำผลหม่อนเพื่อให้ได้กรดอะซิติก	35
3.4	ผลหม่อนที่ระยะสุกปานกลาง (สีม่วงแดง)	39
3.5	ผลหม่อนที่ระยะสุกจัด (สีม่วงดำ)	39
4.1	ปริมาณแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกระหว่างกระบวนการหมักกรดอะซิติกของน้ำผลหม่อนที่มีปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นร้อยละ 6	52
4.2	ปริมาณแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกระหว่างกระบวนการหมักกรดอะซิติกของน้ำผลหม่อนที่มีปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นร้อยละ 9	52
4.3	ปริมาณแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกระหว่างกระบวนการหมักกรดอะซิติกของน้ำผลหม่อนที่มีปริมาณแอลกอฮอล์เริ่มต้นร้อยละ 12	53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดของน้ำผลหม่อนที่ระดับแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่างกัน ในขั้นตอนการหมักกรดอะซิติก 53

4.5 ปริมาณสารประกอบฟีโนลิกของน้ำส้มสายชูหมักที่ระดับแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่างกัน 55

4.6 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของน้ำส้มสายชูหมักที่ระดับแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่างกัน 55

4.7 ปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำส้มสายชูหมักที่ระดับแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่างกัน 56

4.8 EC_{50} ของน้ำส้มสายชูหมักที่ระดับแอลกอฮอล์เริ่มต้นต่างกัน 56

4.9 ลักษณะทางประชากรศาสตร์เรื่องเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม 59

4.10 ลักษณะทางประชากรศาสตร์เรื่องอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม 60

4.11 ลักษณะทางประชากรศาสตร์เรื่องอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม 60

4.12 สัดส่วนผู้ที่เคยและไม่เคยบริโภคเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก 60

4.13 contour plot ของ pH TSS และสารแอนติออกซิแดนซ์ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนจากสมการ regression ระหว่างอัตราส่วนของส่วนผสม 3 ชนิด 65

4.14 contour plot ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนจากสมการ regression ระหว่างอัตราส่วนของส่วนผสม 3 ชนิด 66

4.15 ระดับของน้ำส้มสายชูหมักจากผลหม่อน น้ำผึ้ง และ น้ำผลหม่อน (พื้นที่สีเหลือง) ในการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ให้คะแนนการยอมรับในค่าความ ชอบโดยรวม กลิ่นน้ำส้มสายชู รสเปรี้ยว รสหวาน และความรู้สึกหลังชิมเท่ากับ 5.5 คะแนน 70

4.16 ปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน 75

4.17 ปริมาณ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ของน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน 75

4.18 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน 76

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.19	ปริมาณ EC_{50} ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน	76
4.20	ปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน และ 30 วัน	80
4.21	ปริมาณ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน และ 30 วัน	80
4.22	ปริมาณ แอนโทไซยานินทั้งหมดของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน และ 30 วัน	81
4.23	ปริมาณ EC_{50}ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่กระบวนการฆ่าเชื้อต่างกันที่ระยะการเก็บ 0 วัน และ 30 วัน	81
4.24	เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำผลหม่อนที่ผ่านการพัฒนาแล้ว	82

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved