สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	46
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปราย	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	149
ข้อเสนอแนะ	152
เอกสารอ้างอิง	153

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. รูปภาพประกอบ 161

ภาคผนวก ข. แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส 167

ภาคผนวก ค. วิธีวิเคราะห์ 170

ภาคผนวก ง. ข้อมูลและตัวอย่างการคำนวณ 200

ประวัติผู้เขียน 204

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ปริมาณและมูลค่าสินค้าส่งออกภาคเกษตรกรรม พ.ศ. 2539-2542	5
2.2	คุณค่าทางอาหารในส่วนที่กินได้ของมะม่วงดิบปริมาณ 100 กรัม	15
2.3	การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงในระหว่างการสุก	19
2.4	ค่า a_w อย่างต่ำที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญได้	39
2.5	ค่า D และ ค่า Z ของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ	42
2.6	ค่า Z ขององค์ประกอบต่างๆ ในอาหาร	43
3.1	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	50
3.2	หลักเกณฑ์การแบ่งระดับความสุกของมะม่วงโดยใช้สีเปลือก	52
3.3	สิ่งทดลองของแผนการทดลอง Plackett and Burman design (N=12) ในการทดลองหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์	56
4.1	ลักษณะสำคัญด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรและค่าสัดส่วนเฉลี่ยจากการทดสอบชิม	61
4.2	ค่าสีของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	66
4.3	ค่าแรงเฉือนของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	68
4.4	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	70
4.5	ค่าความเป็นกรด-ด่างของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	71
4.6	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	73
4.7	ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส ฟรุคโตส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	74

ตาราง		หน้า
4.8	ปริมาณวิตามินซีในมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	76
4.9	ปริมาณสารประกอบเพคตินในมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	78
4.10	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (Main effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	83
4.11	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	85
4.12	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (Main effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	88
4.13	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	89
4.14	คุณภาพด้านเคมีของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (Main effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	90
4.15	คุณภาพด้านเคมีของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก	91
4.16	สิ่งทดลองในการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำสมุนไพรผสม	92
4.17	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำชะเอม มินต์และคาโมมายล์	93
4.18	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำชะเอม มินต์และคาโมมายล์	94
4.19	คุณภาพด้านเคมีของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร เมื่อผันแปรปริมาณน้ำชะเอม มินต์และคาโมมายล์	95
4.20	อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำชะเอม มินต์ และคาโมมายล์	98
4.21	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง	99
4.22	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง	102

ตาราง		หน้า
4.23	คุณภาพด้านเคมีของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง	103
4.24	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	105
4.25	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	106
4.26	อิทธิพลของปัจจัยทดลองที่มีต่อคุณภาพด้านเคมีของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	106
4.27	สิ่งทดลองในการทดลองหาระดับที่เหมาะสมของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก	111
4.28	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก	112
4.29	คุณภาพด้านกายภาพของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก	116
4.30	คุณภาพด้านเคมีของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก	117
4.31	สมการที่ถอดรหัสแล้วในการทดลองหาระดับที่เหมาะสมของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก	119
4.32	ค่าเฉลี่ยระดับที่เหมาะสมของน้ำตาลซูโครสและกรดซิตริกต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสหวานและรสเปรี้ยว	123
4.33	สิ่งทดลองในการทดลองหาอัตราเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในกระบวนการ Homogenization	124
4.34	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (Main effect) ของอัตราเร็วรอบและเวลาในการ Homogenize	125
4.35	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของอัตราเร็วรอบและเวลาในการ Homogenize	127
4.36	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลหลัก (Main effect) ของอัตราเร็วรอบและเวลาในการ Homogenize	129

ตาราง		หน้า
4.37	คุณภาพด้านกายภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่เกิดจากอิทธิพลร่วม (Interaction effect) ของอัตราเร็วรอบและเวลาในการ Homogenize	130
4.38	สิ่งทดลองในการทดลองหาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม	131
4.39	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับของอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	132
4.40	คุณภาพด้านกายภาพของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	134
4.41	คุณภาพด้านเคมีของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	134
4.42	ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆในเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	135
4.43	คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของสิ่งทดลองเมื่อผันแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	136
4.44	ปริมาณวิตามินซีและผลการทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรระดับอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	137
4.45	สมการที่ถอดรหัสแล้วในการทดลองหาอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม	139
4.46	สูตรการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	144
4.47	คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	145
4.48	องค์ประกอบโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	146
4.49	คุณภาพด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	147
4.50	คุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	147
4.51	คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	148

ตาราง หน้า

ค-1 ค่าปรับ (Corrective factor) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 175
ค-2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยชุดทดสอบเอนไซม์ 177
ค-3 การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณเพคติน 183
ค-4 วิธีวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดยชุดทดสอบเอนไซม์ 186
ค-5 ตารางแมคคราดี 198

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	โครงสร้างของสารประกอบเพคติน	9
2.2	โครงสร้างของแคโรทีนชนิดต่างๆ	12
2.3	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของวิตามินซี	14
2.4	ปฏิกิริยาการย่อยสลายโมเลกุลเพคตินโดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ	28
2.5	ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส	30
2.6	โครงสร้างของ Glycerrhizin	36
2.7	กราฟอัตราการตาย (Death value curve) ในการหาค่า D	41
2.8	กราฟ Thermal death time curve ในการหาค่า Z	42
4.1	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ก่อนการพัฒนาของผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	63
4.2	การเปลี่ยนแปลงค่าสีในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้ว	67
4.3	การเปลี่ยนแปลงค่าสีในระหว่างการสุกของมะม่วงโชคอนันต์	67
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่าแรงเฉือนในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์	69
4.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์	71
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์	72
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์	73
4.8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคสและฟรุคโตสในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้ว	75
4.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุคโตสในระหว่างการสุกของมะม่วงโชคอนันต์	76

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ		หน้า
4.10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์	77
4.11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบเพคตินในระหว่างการสุกของมะม่วงแก้ว	80
4.12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบเพคตินในระหว่างการสุกของมะม่วงโชคอนันต์	80
4.13	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก สิ่งทดลองที่ 1-3	87
4.14	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุก สิ่งทดลองที่ 4-6	87
4.15	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำชะเอม มินต์ และคาโมมายล์	94
4.16	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง สิ่งทดลองที่ 1-4	100
4.17	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง สิ่งทดลองที่ 5-8	100
4.18	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรในการกลั่นกรองปัจจัยทดลอง สิ่งทดลองที่ 9-12	101
4.19	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก สิ่งทดลอง 1-6	114
4.20	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก สิ่งทดลอง 7-12	114
4.21	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรปริมาณน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก สิ่งทดลอง 13-17	115
4.22	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของคะแนนความชอบด้านรสหวานเมื่อผันแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก	121

ภาพ		หน้า
4.23	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของคะแนนความชอบด้านรสเปรี้ยวเมื่อกำหนดปริมาณน้ำมะม่วงเท่ากับร้อยละ 30 และผันแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก	121
4.24	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของค่าสี a เมื่อกำหนดปริมาณน้ำมะม่วงเท่ากับร้อยละ 30 และผันแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก	122
4.25	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดซิตริกเมื่อผันแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสและกรดซิตริก	123
4.26	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรอัตราเร็วรอบและเวลาในการ Homogenize	128
4.27	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ สิ่งทดลอง 1-4	133
4.28	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ สิ่งทดลอง 5-8	133
4.29	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของค่าความเป็นกรด-ด่างเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	141
4.30	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณน้ำตาลซูโครสเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	141
4.31	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของน้ำตาลกลูโคส เมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	142
4.32	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	142
4.33	กราฟพื้นผิวการตอบสนองของปริมาณวิตามินซีเมื่อผันแปรอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ	143
4.34	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรที่พัฒนาจากสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ก่อนการพัฒนา	146

ภาพ		หน้า
ก-1	มะม่วงแก้ว (*Mangifera indica.L* var 'Kaew') ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	162
ก-2	มะม่วงโชคนันต์ (*Mangifera indica*. L var 'Choke anan') ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ	162
ก-3	ใบมินต์ (*Mentha piperita*.)	163
ก-4	ดอกคาโมมายล์ (*Martricaria recutita*.)	163
ก-5	น้ำสมุนไพรผสมที่เตรียมจากน้ำชะเอม น้ำมินต์ และน้ำคาโมมายล์	164
ก-6	ส่วนประกอบของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	164
ก-7	เครื่อง Homogenizer	165
ก-8	การปิดฝากระป๋อง	165
ก-9	ผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพร	166

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University