

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 องุ่น ( <i>Vitis vinifera</i> L.)	4
2.2 สารประกอบฟีนอล	5
2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ	11
2.4 กระบวนการสกัดสารสำคัญ	17
2.5 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose; CMC)	24
2.6 ไมโครเอนแคปซูเลชัน (Microencapsulation)	25
2.7 มอลโตเด็คทรีน (Maltodextrin)	30
2.8 อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม	34
2.9 การวิเคราะห์เชิงพรรณนาแบบผสมผสาน (Hybrid descriptive analysis)	37
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	39
3.1 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	39

3.2	วิธีการทดลอง	42
บทที่ 4	ผลการทดลองและอภิปรายผล	56
4.1	คุณภาพวัตถุดิบ	56
4.2	การศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่เหมาะสม	60
4.3	การไมโครเอนแคปซูเลชันของผงสารสกัดที่เหมาะสม	67
4.4	การสำรวจผู้บริโภค	87
4.5	การประยุกต์การวิเคราะห์เชิงพรรณนาในผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งสำเร็จรูป	118
4.6	การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของน้ำผลไม้ผง	125
4.7	การศึกษาระดับความเข้มข้นของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันที่มีต่อรสขม	146
4.8	การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง	149
4.9	การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผู้บริโภค	155
4.10	การทดสอบคุณภาพทางเคมีผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง	160
4.11	การทดสอบคุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง	162
4.12	ข้อมูลคุณภาพและคุณลักษณะจำเพาะของวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตน้ำส้มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง	163
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	165
5.1	สรุปผลการทดลอง	165
5.2	ข้อเสนอแนะ	167
	เอกสารอ้างอิง	168
	ภาคผนวก	183
	ภาคผนวก ก ภาพผงสารสกัดที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ และน้ำส้มผง	184

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

ญ

ภาคผนวก ข	กราฟมาตรฐาน โครมาโทแกรม และการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ	186
ภาคผนวก ค	แบบสอบถามผู้บริโภคร และแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	195
ภาคผนวก ง	การวิเคราะห์คุณภาพ	203

ประวัติผู้เขียน

205



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	สารประกอบฟีนอลตามโครงสร้างหลักพร้อมแสดงตัวอย่างผลไม้ที่พบ	7
2.2	สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในองุ่น	15
2.3	ตัวอย่างปริมาณสารประกอบฟีนอลที่พบในอาหารจำพวกผักและผลไม้	20
2.4	การแจกแจงน้ำหนักโมเลกุลของแซ็กคาไรด์ของมอลโตเด็กทรีนที่เตรียมโดยการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์	32
2.5	การละลายของมอลโตเด็กทรีนที่อุณหภูมิห้อง	32
2.6	ความหนืดของสารละลายมอลโตเด็กทรีน	33
3.1	สิ่งทดลองจากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ $2^2$ CCD + 2Cp	43
3.2	สิ่งทดลองของการไมโครเอนแคปซูลด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อการบดบังรสขมและความคงตัวของผงสารสกัด โดยวางแผนการทดลองแบบ $2^2$ CCD + 2Cp	45
3.3	สิ่งทดลองการพัฒนาสูตรน้ำส้มผงจากการวางแผนการทดลองแบบ $2^3$ CCD + 3Cp	51
4.1	เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในวัตถุดิบกากองุ่นกับมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน	57
4.2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นวัตถุดิบกากองุ่นแดง	58
4.3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญวัตถุดิบกากองุ่นแดงด้วยเครื่อง HPLC	59
4.4	ผลการทดลองการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดงที่เหมาะสม	60
4.5	สมการความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ	63
4.6	ค่าคุณภาพทางเคมีกายภาพของสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง	67
4.7	คุณภาพทางเคมีกายภาพของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง	68
4.8	Threshold รสขมของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง	69
4.9	Threshold ความฝาดเหนียวของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง	70

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.10 ผลการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบ เลือกดัวอย่างก็จากสามตัวอย่าง (Triangle) ของพง สารสกัดที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่แข็ง	71
4.11 ผลของการไมโครเอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ต่อคุณภาพทางเคมีของพงสารสกัด	72
4.12 ผลของการไมโครเอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของพงสารสกัด	74
4.13 ผลการทดสอบรสขมและความฝาดเผื่อนของพงสารสกัดผ่านการ ไมโครเอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	75
4.14 สมการความสัมพันธ์ของมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อ คุณภาพทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของพงสารสกัดผ่านการ ไมโครเอนแคปซูลชัน	76
4.15 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของการไมโครเอนแคปซูลชันสาร สกัดจากกากองุ่นแดงที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง	83
4.16 คุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของพงสารสกัดที่ผ่านการไมโคร- เอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	85
4.17 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (n=430)	88
4.18 ข้อมูลพฤติกรรมกรบริโภคน้ำผลไม้	91
4.19 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์	94
4.20 น้ำหนักตัวแปรในแต่ละปัจจัยการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้	97
4.21 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผง	103
4.22 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม	104
4.23 จำนวนร้อยละข้อมูลสถานภาพกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม	105
4.24 จำนวนร้อยละข้อมูลอาชีพกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม	106
4.25 จำนวนร้อยละข้อมูลการศึกษากับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม	107
4.26 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการ เติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง	108
4.27 จำนวนร้อยละข้อมูลเพศกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำ ผลไม้ชนิดผง	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

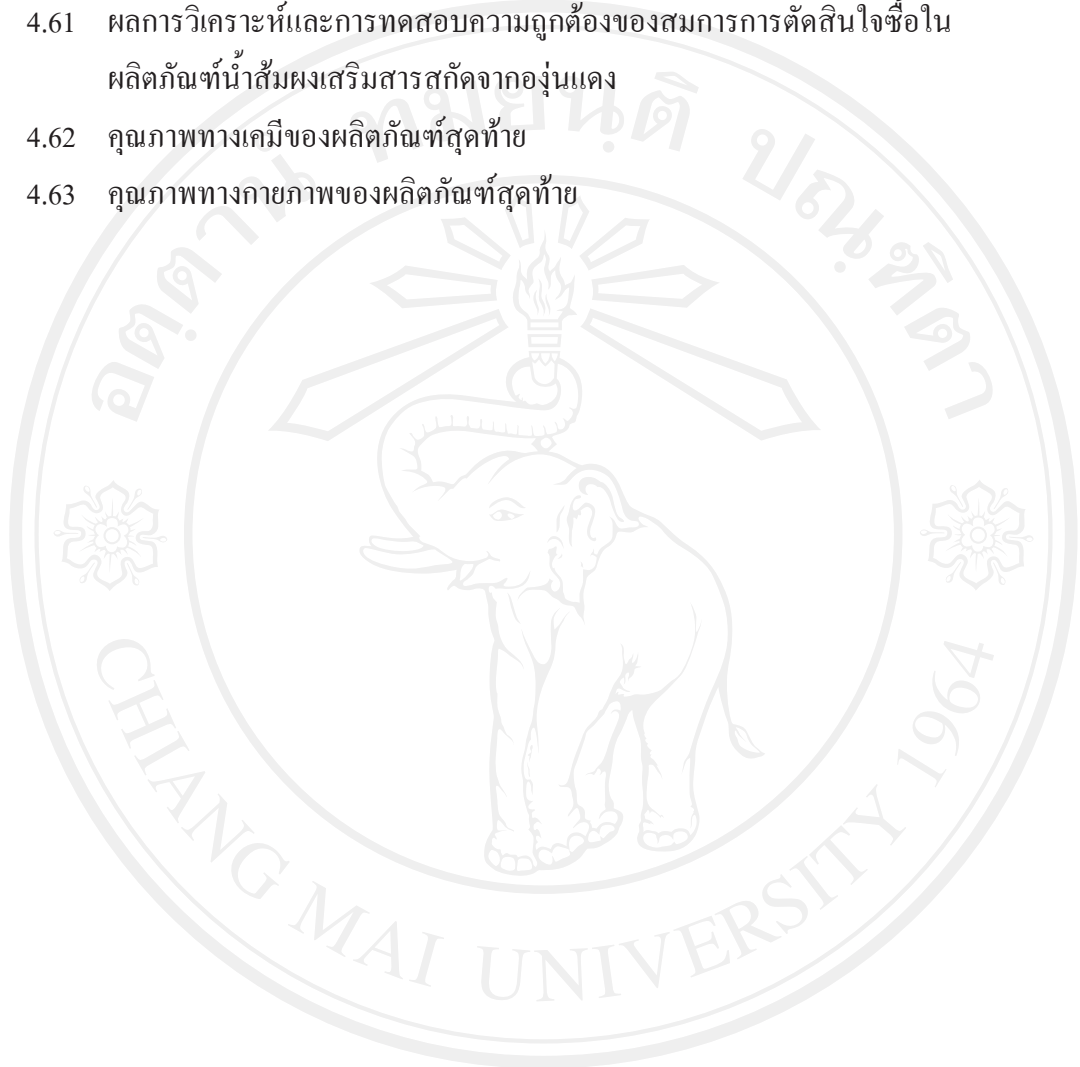
	หน้า
4.28 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง	109
4.29 จำนวนร้อยละข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง	110
4.30 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	111
4.31 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	112
4.32 จำนวนร้อยละข้อมูลอาชีพกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	113
4.33 จำนวนร้อยละข้อมูลระดับการศึกษากับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	114
4.34 จำนวนร้อยละข้อมูลรายได้ต่อเดือนกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	115
4.35 จำนวนร้อยละข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ผงกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	116
4.36 จำนวนร้อยละข้อมูลความคิดเห็นในการเติมสารสกัดกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม	116
4.37 คำศัพท์และคำอธิบายที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพรรณนา	118
4.38 ตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพรรณนา	120
4.39 ค่าคะแนนของตัวอย่างควบคุม Warm-up	124
4.40 คุณภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้งก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอย	126
4.41 คุณภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้งที่ได้จากการชงละลาย	128
4.42 คุณภาพทางกายภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้ง	130
4.43 คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของแต่ละสิ่งทดลอง	131
4.44 สมการความสัมพันธ์ของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรีนที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้ง	134

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.45 สมการความสัมพันธ์ของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรีนที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้ง	135
4.46 เปรียบเทียบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง	145
4.47 Threshold รสขมของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	146
4.48 Threshold ความฝาดเหนียวของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูลชันด้วยมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	147
4.49 ผลการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบ เลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle) ของสารละลายสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูลชัน	148
4.50 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ	149
4.51 ระดับรสขมและความฝาดเหนียวของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ	151
4.52 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ ในแต่ละลักษณะ ( $n=50$ )	152
4.53 จำนวนร้อยละข้อมูลการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ	153
4.54 จำนวนร้อยละข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ	154
4.55 คะแนนความชอบของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ผ่านการพัฒนา ( $n=200$ )	155
4.56 จำนวนร้อยละข้อมูลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย	156
4.57 จำนวนร้อยละข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สุดท้าย	156
4.58 ค่าคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้เทคนิค โลจิสติกรีเกสชัน	157
4.59 ผลการวิเคราะห์และการทดสอบความถูกต้องของสมการการยอมรับในผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง	158
4.60 ค่าคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคโดยใช้เทคนิค โลจิสติกรีเกสชัน	159

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
4.61 ผลการวิเคราะห์และการทดสอบความถูกต้องของสมการการตัดสินใจซื้อใน ผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง	160
4.62 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	160
4.63 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	162





สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1	5
2.2	6
2.3	10
2.4	11
2.5	12
2.6	13
2.7	14
2.8	14
2.9	15
2.10	18
2.11	24
2.12	26
2.13	26
2.14	30
4.1	62
4.2	64
4.3	66
4.4	78

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.5 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมี a) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด, b) ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด, c) ปริมาณคาเทชิน และ d) ปริมาณอิพิคาเทชิน	79
4.6 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส a) รสขม และ b) ความฝาดฝื่อน	81
4.7 ปริมาณมอลโตเด็กทรีนและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการผลิตผงสารสกัด	82
4.8 ผงสารสกัดที่ได้จากการทำแห้ง a) แบบแช่แข็ง และ b) แบบพ่นฝอย	86
4.9 Component plot in rotated space (Component 1, 2) of fruit juice powder	98
4.10 Component plot in rotated space (Component 3, 4) of fruit juice powder	99
4.11 เจ้าโครงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง	117
4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยตัวอย่าง Warm-up	123
4.13 PCA biplot of sensory hedonic and of orange powder treatments.	133
4.14 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าความชอบโดยรวม a) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 30	136
4.15 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนอง a) สี และ b) ปริมาณความชื้น ที่ระดับซูโครสร้อยละ 17.50 และกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.55	137
4.16 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านกลิ่นโดยรวม ที่ระดับซูโครสร้อยละ 17.50	138
4.17 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านกลิ่นส้ม a) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 30	139
4.18 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านความฝาดฝื่อน a) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 30	140
4.19 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) a) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรีนร้อยละ 30	141
4.20 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าสีเหลือง (b*) ที่ระดับกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.55	142

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.21 สูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาผลของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรีน ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผง	144



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved