

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	45
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	137
5.2 ข้อเสนอแนะ	140
เอกสารอ้างอิง	142
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ภาพผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง วัตถุดิบและเครื่องมือการผลิต	147
ภาคผนวก ข. แบบสอบถาม	152
ภาคผนวก ค. วิธีวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ	159
ประวัติผู้เขียน	179

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการละลายของน้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิต่างๆ	7
2.2	ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นองค์ประกอบของกลูโคสไซรัปที่ผลิตโดยใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน	12
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D.E. และ คุณสมบัติของกลูโคสไซรัป	14
3.1	สิ่งทดลอง Mixture Design ที่ประกอบด้วยพีชตระกูลมินต์ทั้ง 4 ชนิด	53
3.2	สิ่งทดลอง Mixture Design ที่ประกอบด้วยพีชสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด	54
3.3	สิ่งทดลองของแผนการทดลอง $2^3$ Factorial experiment with 3 center point	57
3.4	สิ่งทดลองของแผนการทดลอง $2^2$ Factorial experiment with 3 center point	59
4.1	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะต่างๆ ที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	67
4.2	ปริมาณร้อยละของผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพีชสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด	69
4.3	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่จากโครมาโตแกรม	70
4.4	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากบาล์มจากโครมาโตแกรม	71
4.5	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากคาร์โมมายล์จากโครมาโตแกรม	72
4.6	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากทาร์ปจากโครมาโตแกรม	73
4.7	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเสจจากโครมาโตแกรม	74
4.8	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากยูเอสเอมินต์จากโครมาโตแกรม	75
4.9	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากสเปียร์มินต์จากโครมาโตแกรม	76
4.10	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเปปเปอร์มินต์จากโครมาโตแกรม	77
4.11	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยจากเจแปนีสมินต์จากโครมาโตแกรม	78
4.12	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด	80

ตาราง	หน้า
4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยผสมของพืชสมุนไพรตระกูลมินต์ที่ได้จาก Mixture Design	81
4.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยผสมของพืชสมุนไพรทั้ง 12 ชนิด ที่ได้จาก Mixture Design	83
4.15 สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งจากโครมาโตแกรม	89
4.16 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้น้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณที่แตกต่างกัน	90
4.17 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้น้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณที่แตกต่างกัน	91
4.18 ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้น้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสมในปริมาณที่แตกต่างกัน	93
4.19 สมการรูปแบบหุ่นทางคณิตศาสตร์ของคุณลักษณะต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการผันแปรปริมาณของน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหย	96
4.20 สมการถดถอยหีสของคุณลักษณะต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการผันแปรปริมาณของ น้ำตาล กลูโคสไซรัปและน้ำมันหอมระเหย	97
4.21 ปริมาณของน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	102
4.22 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้น้ำตาล และสีเขียวนในปริมาณที่แตกต่างกัน	103
4.23 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้น้ำตาล และสีเขียวน ในปริมาณที่แตกต่างกัน	104

ตาราง	หน้า	
4.24	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ระดับการใช้ เมนทอล และสีเขียวในปริมาณที่แตกต่างกัน	106
4.25	สมการรูปแบบพหุนามทางคณิตศาสตร์ของคุณลักษณะต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการผันแปรปริมาณของ เมนทอลและสีเขียว	109
4.26	สมการถดถอยของคุณลักษณะต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการผันแปรปริมาณของ น้ำตาล กลูโคสไซรัปและน้ำมันหอมระเหย	109
4.27	ปริมาณของเมนทอลและสีเขียวที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	121
4.28	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการเคี้ยวที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ	122
4.29	ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการเคี้ยวที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ	123
4.30	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการเคี้ยวที่อุณหภูมิระดับต่าง ๆ	123
4.31	ค่า Mean ideal ratio score ของคุณลักษณะต่างๆ ที่มีนัยสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการเคี้ยวที่อุณหภูมิระดับต่างๆ	126
4.32	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ผลิตโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม	130
4.33	สารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดที่สกัดได้จากผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ผลิตด้วยสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสมจากโครมาโตแกรม	133
4.34	การเปรียบเทียบปริมาณของสารประกอบที่พบในน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด ก่อนทำการเติมลงในผลิตภัณฑ์และหลังจากทำการผลิตผลิตภัณฑ์ในสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมแล้ว	134
4.35	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อผลิตโดยใช้สูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม	135

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	หม้อต้มเคี่ยวระบบสุญญากาศแบบกะ	19
2.2	หม้อต้มเคี่ยวระบบสุญญากาศแบบต่อเนื่อง	20
2.3	ต้นโรสแมรี่	31
2.4	ต้นคาร์โมมายล์	31
2.5	ต้นเลมอนบาล์ม	34
2.6	ต้นทาร์ียม	36
2.7	ต้นเสจ	38
2.8	ต้นเปปเปอร์มินต์	40
2.9	ต้นยูเอสเอมินต์	41
2.10	ต้นสเปียร์มินต์	42
2.11	ต้นเจแปนีสมินต์	44
4.1	กราฟเค้าโครงลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	68
4.2	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากโรสแมรี่	70
4.3	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากบาล์ม	71
4.4	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากคาร์โมมายล์	72
4.5	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากทาร์ียม	73
4.6	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากเสจ	74
4.7	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากยูเอสเอมินต์	75
4.8	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากสเปียร์มินต์	76
4.9	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากเปปเปอร์มินต์	77
4.10	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยจากเจแปนีสมินต์	78
4.11	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดที่เหมาะสมต่อการผลิตลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	89
4.12	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งสูตรที่ 1 - 3 เมื่อทำการแปรระดับของน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสม	94

ภาพที่	หน้า	
4.13	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งสูตรที่ 4 - 7 เมื่อทำการ แปรรูปของน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสม	95
4.14	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งสูตรที่ 8 -11เมื่อทำการ แปรรูปของน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมันหอมระเหยผสม	95
4.15	กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าปริมาณน้ำตาลซูโครสเมื่อมีการแปรรูป ปริมาณการใช้น้ำตาลและกลูโคสไซรัป	98
4.16	กราฟพื้นที่การตอบสนองของลักษณะรสเย็นเมื่อมีการแปรรูปปริมาณ การใช้กลูโคสไซรัปและน้ำมันหอมระเหย	99
4.17	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งสูตรที่ 1 - 3 เมื่อทำ การแปรรูปของเมนทอล และสีเขียว	107
4.18	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งสูตรที่ 4 - 7 เมื่อทำการ แปรรูปของเมนทอล และสีเขียว	108
4.19	กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสี L เมื่อมีการแปรรูปปริมาณการใช้ เมนทอลและสีเขียว	110
4.20	กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสี a* เมื่อมีการแปรรูปปริมาณการใช้ เมนทอลและสีเขียว	111
4.21	กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสี b* เมื่อมีการแปรรูปปริมาณการใช้ เมนทอลและสีเขียว	112
4.22	กราฟพื้นที่การตอบสนองของความใสเมื่อมีการแปรรูปปริมาณการใช้ เมนทอลและสีเขียว	113
4.23	กราฟพื้นที่การตอบสนองของความชอบทางด้านสีเมื่อมีการแปรรูป ปริมาณการใช้เมนทอลและสีเขียว	114
4.24	กราฟพื้นที่การตอบสนองของกลิ่นเมื่อมีการแปรรูปปริมาณการใช้ เมนทอลและสีเขียว	115
4.25	กราฟพื้นที่การตอบสนองของความหวานเมื่อมีการแปรรูปปริมาณ การใช้เมนทอลและ สีเขียว	116
4.26	กราฟพื้นที่การตอบสนองของการละลายเมื่อมีการแปรรูปปริมาณ การใช้เมนทอลและ สีเขียว	117

ภาพที่		หน้า
4.27	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งเมื่อทำการเคี้ยวที่อุณหภูมิระดับต่างๆ	126
4.28	แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็ง	129
4.29	โครมาโตแกรมของน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด ที่สกัดได้จากผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสมุนไพรชนิดแข็งที่ผลิตด้วยสูตรและกรรมวิธีที่เหมาะสม	133
4.30	กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต	136