

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ขนมไทยและเอกลักษณ์ของนมไทย	3
2.2 ความสำคัญของการเก็บกักกลิ่นรส	4
2.3 วัสดุสำหรับเก็บกัก/ห่อหุ้มกลิ่นรส	5
2.4 วิธีการที่ใช้ในการเก็บกักกลิ่นรส	13
2.5 ประโยชน์ของการเก็บกักกลิ่น/กลิ่นรส	23
2.6 เทคนิคการชักตัวอย่างเข้าสู่ระบบด้วยเฮดสเปซ	24
2.7 วิธีการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	25
2.8 ลักษณะทางประสาทสัมผัสขององค์ประกอบสารให้กลิ่น	33
2.9 การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis	39
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	42
3.1 วัสดุคิบและอุปกรณ์	42
3.2 แผนการทดลอง	45

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	62
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	119
5.1 สรุปผลการทดลอง	119
5.2 ข้อเสนอแนะ	121
เอกสารอ้างอิง	122
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและดารงสถิติ	130
ภาคผนวก ข รูปประกอบการทดลอง	154
ประวัติผู้เขียน	157

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะเฉพาะและสมบัติของไซโคลเดกซ์ทรินบางชนิด	13
2.2	ข้อแตกต่างระหว่างการประเมินที่ผ่านการฝึกฝนกับผู้ประเมินที่เป็นผู้บริโภคร	26
2.3	ความสัมพันธ์ทางโครงสร้างและลักษณะทางประสาทสัมผัสของสารอินทรีย์ที่ให้กลิ่นรส	34
3.1	ระดับของปัจจัยในแต่ละสิ่งทดลองที่ได้จากการวางแผนแบบส่วนผสม (Mixture design) สำหรับผลิตไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ	54
4.1	กลุ่มตัวอย่างอ้างอิงในแต่ละคุณลักษณะของกลิ่นเทียนอบ	63
4.2	ตัวอย่างอ้างอิงและคำนิยามที่เหมาะสมสำหรับแต่ละคุณลักษณะของกลิ่นเทียนอบ	64
4.3	การเตรียมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับแต่ละคุณลักษณะที่ความเข้มข้น 3 ระดับ และสเกลคะแนนของแต่ละระดับ	65
4.4	ระดับความเข้มของ warm-up sample ในแต่ละคุณลักษณะของกลิ่นเทียนอบ โดยใช้ความเห็นร่วมกันของผู้ประเมินจำนวน 10 คน	66
4.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลักและอิทธิพลร่วมของตัวแปรหลักในแต่ละคุณลักษณะของกลิ่นเทียนอบ	67
4.6	คะแนนเฉลี่ยของผู้ทดสอบแต่ละคนสำหรับกลิ่นไหม้จุน กลิ่นไหม้ และกลิ่นเหม็น	69
4.7	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficients) และค่าความน่าจะเป็น (P) ระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะที่ประเมินโดยผู้ทดสอบแต่ละคนเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของผู้ทดสอบที่เหลือทั้งหมด	70
4.8	ค่า F-ratio และค่าความน่าจะเป็น (P) จากผลการทดสอบซ้ำของผู้ทดสอบแต่ละคนในแต่ละคุณลักษณะ	71

4.9	คะแนนของตัวอย่างกลั่นเทียนอบจำนวน 4 ชนิด ในแต่ละคุณลักษณะ โดยการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	72
4.10	ค่า factor loadings ของคุณลักษณะต่างๆ เมื่อผ่านการหมุนแกนปัจจัยโดยวิธี Varimax	74
4.11	คะแนนความชอบด้านกลิ่นของตัวอย่างเทียนอบจำนวน 4 ชนิด	75
4.12	องค์ประกอบและรายละเอียดของสารให้กลิ่นควันเทียนอบชนิดแห้ง	77
4.13	ร้อยละผลผลิตของไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ เมื่อใช้วัสดุห่อหุ้มที่แตกต่างกัน 5 ชนิด	78
4.14	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ เมื่อใช้วัสดุห่อหุ้มที่แตกต่างกัน 5 ชนิด	80
4.15	ค่าสีและขนาดของอนุภาคของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ เมื่อใช้วัสดุห่อหุ้มแตกต่างกัน 5 ชนิด	81
4.16	คะแนนความชอบด้านกลิ่นของผู้บริโภคที่มีต่อสารละลายของไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ เมื่อใช้วัสดุห่อหุ้มต่างกัน 5 ชนิด	83
4.17	ค่าคุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบทั้ง 12 สิ่งทดลอง	86
4.18	ร้อยละผลผลิต ขนาดอนุภาคโดยมวล และค่าสีของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบทั้ง 12 สิ่งทดลอง	88
4.19	สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและค่าตอบสนองด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ	90
4.20	ผลการวิเคราะห์ทางเคมี – กายภาพของไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่ผลิตจากสูตรที่เหมาะสมโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย	95
4.21	ผลการเปรียบเทียบค่าคุณภาพทางกายภาพของไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่ได้จากการทำนายและการผลิตจริงและร้อยละความคลาดเคลื่อน	95
4.22	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจำนวน 3 ชนิด	100
4.23	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจำนวน 3 ชนิด	101

4.24	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนม กليبล่าควนจำนวน 3 ชนิด	102
4.25	จำนวนผู้เลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมือนตัวอย่างควบคุม ในคุณลักษณะด้านกลิ่น และ ค่าไควสแควร์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ระยะเวลาต่างๆ	104
4.26	จำนวนผู้เลือกผลิตภัณฑ์ที่เหมือนตัวอย่างควบคุม ในคุณลักษณะด้านกลิ่นรส และค่าไควสแควร์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ระยะเวลาต่างๆ	105
4.27	องค์ประกอบของสารให้กลิ่นที่พบในผลิตภัณฑ์กليبล่าควนที่มีส่วนผสมของ กลิ่นรสเทียนอบโดยวิธี GC-MS	108
4.28	ลักษณะโครงสร้างและลักษณะกลิ่นของสารให้กลิ่นที่พบในผลิตภัณฑ์ขนม กليبล่าควนที่มีส่วนผสมของกลิ่นรสเทียนอบ	109
ก-6	ค่าไควสแควร์ (Chi-square) ที่ต้องการสำหรับความมีนัยสำคัญทางสถิติ (α) ที่ ระดับต่างๆ	153

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะตามขวางของกลั่นรสที่ถูกเก็บกักด้วยวิธีการต่างๆ	5
2.2	โครงสร้างกัมอะราบิก	8
2.3	ผลของความเข้มข้นของสารละลายกัมอะราบิกต่อความหนืด	9
2.4	โครงสร้างของ α - β - γ - cyclodextrin	12
2.5	ไดอะแกรมของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย	14
2.6	หัวฉีดแบบต่างๆ (ก) pressure nozzle (ข) Two-fluid nozzle (ค) Centrifuge disk atomizer	15
2.7	ขนาดที่เหมาะสมของไซโคลน	18
2.8	การเก็บกักกลั่นรสโดยวิธีการอัดพอง	20
2.9	การผลิตหยดน้ำมันโดยกระบวนการ coacervation	21
2.10	เฟสไดอะแกรมของน้ำ แสดงการระเหิดของน้ำแข็ง	23
2.11	หลักการของวิธี SPME (A) ลักษณะของ SPME (B) การสูมไอตัวอย่าง (C) การปลดปล่อยสารด้วยความร้อน	25
2.12	ตัวอย่างของ Terpenoids	38
3.1	กระบวนการผลิตไมโครแคปซูลกลั่นรสเทียนอบ	50
4.1	แผนภาพไยแมงมุมแสดงเค้าโครงกลั่นของตัวอย่างเทียนอบ 4 ชนิด โดยการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา	73
4.2	ตำแหน่งกลุ่มคุณลักษณะของเทียนอบ โดยวิธีการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Principle Component Analysis	74
4.3	โครมาโทแกรมของสารให้กลิ่นควันเทียนอบชนิดแห้งโดยวิธี GC-MS	76
4.4	ความถี่สำหรับแต่ละระดับสเกลความพอดีด้านกลิ่นของสารละลายไมโครแคปซูลกลั่นรสเทียนอบ เมื่อใช้วัสดุห่อหุ้มที่แตกต่างกัน 5 ชนิด จากผู้ประเมินจำนวน 100 คน	84
4.5	พื้นที่การตอบสนองต่อค่า วอเตอร์แอกติวิตี้ของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลั่นรสเทียนอบ เมื่อผันแปรปริมาณกัมอะราบิก มอลโทเดกซ์ตริน และกลั่นรสเทียนอบ	91

- 4.6 พื้นที่การตอบสนองต่อร้อยละความชื้นของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ เมื่อผันแปรปริมาณกัมมะราบิก มอลโทเดกซ์ตริน และกลิ่นรสเทียนอบ 92
- 4.7 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าร้อยละความสามารถในการดูดความชื้นของผลิตภัณฑ์ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบเมื่อผันแปรปริมาณกัมมะราบิก มอลโทเดกซ์ตริน และกลิ่นรสเทียนอบ 93
- 4.8 กราฟการซ้อนทับของส่วนผสมในการผลิตไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ จากการศึกษาทั้ง 12 สิ่งทดลอง ที่ได้จากการวางแผนแบบส่วนผสม 94
- 4.9 ปริมาณสารที่ระเหยได้ทั้งหมดที่สกัดได้จากไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างๆ 96
- 4.10 โครมาโทแกรมของสารให้กลิ่นหลักในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่มีส่วนผสมของกลิ่นรสเทียนอบ วิเคราะห์โดยวิธี GC-FID 107
- 4.11 โครมาโทแกรมของสารให้กลิ่นในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่มีส่วนผสมของกลิ่นรสเทียนอบ วิเคราะห์โดยวิธี GC-MS 107
- 4.12 การเปรียบเทียบปริมาณสารให้กลิ่นแต่ละชนิด โดยสุ่มไอของตัวอย่างขนมกลีบลำดวนที่เติมไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C ในสัปดาห์ที่ศูนย์ 110
- 4.13 การเปรียบเทียบปริมาณสารให้กลิ่นแต่ละชนิด โดยสุ่มไอของตัวอย่างขนมกลีบลำดวนที่เติมไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C ในสัปดาห์ที่สิบหก 110
- 4.14 การเปรียบเทียบปริมาณสารให้กลิ่นหลักแต่ละชนิด โดยสุ่มไอของตัวอย่างขนมกลีบลำดวนที่เติมสารละลายกลิ่นรสเทียนอบที่อุณหภูมิ 25°C ในสัปดาห์ที่ศูนย์และสัปดาห์ที่สิบหก 112
- 4.15 การเปรียบเทียบปริมาณสารให้กลิ่นหลักแต่ละชนิด โดยสุ่มไอของตัวอย่างขนมกลีบลำดวนที่เติมไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบที่อุณหภูมิ 25°C ในสัปดาห์ที่ศูนย์และสัปดาห์ที่สิบหก 112
- 4.16 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารให้กลิ่น linalool ในสารละลายกลิ่นรสเทียนอบ และไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ โดยสุ่มไอตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C 113
- 4.17 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารให้กลิ่น α -terpineol ในสารละลายกลิ่นรสเทียนอบ และไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ โดยสุ่มไอตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C 114

4.18	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารให้กลิ่น β -citronellol ในสารละลายกลิ่นรสเทียนอบ และไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ โดยสู่มไอตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C	115
4.19	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารให้กลิ่น geraniol ในสารละลายกลิ่นรสเทียนอบ และไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ โดยสู่มไอตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C	116
4.20	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารให้กลิ่น vanillin ในสารละลายกลิ่นรสเทียนอบ และไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ โดยสู่มไอตัวอย่างที่อุณหภูมิ 25°C และ 37°C	117
ข-1	ขวดสีชาสำหรับสู่มไอระเหยของกลิ่นควันเทียนอบสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธี GC-MS	155
ข-2	การสู่มไอตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ขมกลีบลำคาน โดยวิธี SPME	155
ข-3	ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบ (ผลิตภัณฑ์สุดท้าย)	156
ข-4	การประยุกต์ใช้ไมโครแคปซูลกลิ่นรสเทียนอบในผลิตภัณฑ์ขมกลีบลำคาน	156