

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ ภาษาไทย	ง
บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา เจริญทฤษฎี และ/ หรือเชิงประยุกต์	3
1.3 แผนการดำเนินการทดลอง ขอบเขต และวิธีวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มะเขีงและการใช้ประโยชน์ของผลมะเขีง	4
2.2 หม่อนและการใช้ประโยชน์ของผลหม่อน	4
2.3 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ให้เข้มข้น โดยวิธีการระเหยภายใต้สุญญากาศ	5
2.4 อนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร	7
2.5 สารต้านอนุมูลอิสระในผลมะเขีงและผลหม่อน	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 วัตถุประสงค์	25
3.2 สารเคมี	25
3.3 วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือ	26
3.4 วิธีการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	32
4.1 วิธีการสกัดน้ำมะเขีงที่เหมาะสม	32
4.2 สภาวะเหมาะสมในการระเหยน้ำมะเขีงสกัดโดยการระเหยภายใต้สุญญากาศ	36
4.3 สภาวะเหมาะสมในการระเหยน้ำหม่อนสกัดโดยการระเหยภายใต้สุญญากาศ	39
4.4 สูตรที่เหมาะสมของน้ำมะเขีงผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้น	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์น้ำมะגיעยผสมน้ำหม่อน สกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม	50
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการทดลอง	58
5.2 ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการวิจัย	67
ภาคผนวก ข การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	70
ภาคผนวก ค ผังการทำงานของเครื่องระเหย	71
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	72
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบทดสอบผู้บริโภคที่ใช้ในงานวิจัย	88
ภาคผนวก ฉ ต้นทุนการผลิตน้ำมะגיעยผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม	89
ภาคผนวก ช การคำนวณการคงเหลือของสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนการผลิต	93
ภาคผนวก ซ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	94
ภาคผนวก ฌ ข้อมูลผลิตภัณฑ์เอนไซม์เพคตินเอส (Pectinex® Ultra SP-L) และเอนไซม์เซลลูเลส (Celluclast® 1.5L)	99
ประวัติผู้เขียน	107

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 หมู่ต่าง ๆ ที่เข้าแทนที่ในโครงสร้างหลักของแอนโทไซยานินที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีผลให้เกิดสีที่แตกต่างกัน	19
4.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำมะเกี๋ยงสกัดที่สภาวะต่างๆ	34
4.2 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นจากวิธีการระเหย ที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน	38
4.3 การใช้ทรัพยากรและต้นทุนในการผลิตของน้ำมะเกี๋ยงสกัดเข้มข้นจากวิธีระเหย ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน	39
4.4 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำหมอนสกัดเข้มข้นจากวิธีการระเหย ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน	42
4.5 การใช้ทรัพยากรและต้นทุนในการผลิตของน้ำหมอนสกัดเข้มข้นจากวิธีระเหยภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน	43
4.6 สูตรน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้นที่ได้จากโปรแกรม Mixture Design	45
4.7 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้นจากวิธีระเหย ภายใต้อุณหภูมิในสูตรต่าง ๆ	46
4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้นจากวิธีระเหย ภายใต้อุณหภูมิในสูตรต่าง ๆ	48
4.9 สมการถดถอยแสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้น	49
4.10 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้น พร้อมดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่เวลาแตกต่างกัน	52
4.11 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่เวลาแตกต่างกัน	53
4.12 ปริมาณคงเหลือของสารเคอร์ซีทิน ในน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม จากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	57
ข.1 จำนวนผู้ทดสอบชิมที่เลือกสูตรในแต่ละลักษณะคุณภาพของน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอน สกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม	70
ข.2 จำนวนผู้ทดสอบชิมที่เลือกสูตรในแต่ละลักษณะคุณภาพของน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหมอน สกัดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อ	70

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 สูตรโครงสร้างของ DPPH ที่เป็นอนุมูลอิสระ และไม่เป็นอนุมูลอิสระ	11
2.2 สูตรโครงสร้างของ ABTS ที่อยู่ในรูปไม่ใช่อนุมูลอิสระ และเป็นอนุมูลอิสระ	12
2.3 โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลบางชนิด	14
2.4 แทนนินที่ถูกไฮโดรไลส์ได้	15
2.5 กรดเอลลาจิก (ellagic acid)	16
2.6 โครงสร้างของคอนเดนส์แทนนิน	16
2.7 โครงสร้างของเคอร์ซีทิน	17
2.8 สูตรโครงสร้างของแอนโทไซยานิน	18
2.9 สูตรโครงสร้างแอนโทไซยานิดิน	18
2.10 โครงสร้างของแอนโทไซยานินทั้ง 4 รูปแบบ ที่พบในสภาวะ pH ต่าง ๆ กัน	20
2.11 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอนโทไซยานิน	21
4.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำมะเกี๋ยง ในระหว่างการระเหย ภายใต้สภาวะอากาศ ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน	36
4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำหม่อน ในระหว่างการระเหยภายใต้สภาวะอากาศ ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน	40
4.3 แผนผังสามเหลี่ยมของ Mixture Design แสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่ทดลอง ของสูตรต่าง ๆ ในน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้น	45
4.4 ปริมาณคงเหลือของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ในน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัด เข้มข้นพร้อมดื่มจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	54
4.5 ปริมาณคงเหลือของสารแทนนิน ในน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม จากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	55
4.6 ปริมาณคงเหลือของสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ในน้ำมะเกี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัด เข้มข้นพร้อมดื่มจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	55
4.7 ปริมาณคงเหลือของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิธี DPPH) ในน้ำมะเกี๋ยง ผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	56
4.8 ปริมาณคงเหลือของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิธี ABTS) ในน้ำมะเกี๋ยง ผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	56

4.9 ปริมาณคงเหลือของความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (วิธี FRAP) ในน้ำมะเขี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มจากขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ	57
ก.1 ผลมะเขี๋ยงสุก (สีม่วงดำทั้งผล)	67
ก.2 ผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) พันธุ์เชียงใหม่	67
ก.3 เครื่องคั้นน้ำแบบไฮดรอลิก	67
ก.4 เครื่องระเหยไอน้ำในสุญญากาศ (vacuum evaporator)	68
ก.5 ลักษณะของน้ำมะเขี๋ยงและน้ำหม่อนหลังการสกัด และหลังการทำเข้มข้น	69
ก.6 ผลลัพธ์น้ำมะเขี๋ยงผสมน้ำหม่อนสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มบรรจุขวด	69
ค.1 ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องระเหยภายใต้สุญญากาศ	71
ง.1 กราฟมาตรฐานสารละลายกรดแกลลิก	77
ง.2 กราฟมาตรฐานสารละลายโทรออกซ์จากวิธี DPPH	81
ง.3 กราฟมาตรฐานสารละลายโทรลอกซ์จากวิธี ABTS	83
ง.4 กราฟมาตรฐานสารละลายเฟอร์ริซัลเฟตจากวิธี FRAP	85