

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 บั๊วบก	3
2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในบั๊วบก	4
2.1.2 สรรพคุณของบั๊วบก	12
2.2 คุณภาพทางจุลชีวะวิทยา	14
2.2.1 การเน่าเสียของอาหารเกิดจากจุลินทรีย์	14
2.2.1 จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย	15
2.3 น้ำตาลซูโครส	18
2.3.1 สมบัติของน้ำตาลซูโครส	18
2.4 การถนอมอาหารโดยใช้ความดันสูงยิ่ง	20
2.4.1 หลักการของกระบวนการความดันสูงยิ่ง	20
2.4.2 การแปรรูปโดยกระบวนการความดันสูงยิ่ง	21
2.4.3 ผลของความดันสูงยิ่งต่อจุลินทรีย์	22
2.4.4 ผลของความดันสูงยิ่งต่อปฏิกิริยาเอนไซม์	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 ผลของความดันสูงยิ่งต่อปฏิกิริยาชีวเคมี	23
2.4.6 เครื่องมือ	23
2.4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหารโดยใช้ความดันสูง	23
2.5 เทคโนโลยีการทำน้ำผักผลไม้เข้มข้น	25
2.5.1 ประเภทของน้ำผักผลไม้	25
2.5.2 กรรมวิธีการผลิตน้ำผักผลไม้เข้มข้น	26
2.6 การระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ	27
2.6.1 หลักการของการระเหย	27
2.6.2 วัตถุประสงค์ของการระเหยในอุตสาหกรรม	27
2.6.3 ลักษณะเครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ	28
2.6.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการระเหย	28
2.6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอาหารโดยการระเหยภายใต้สุญญากาศ	29
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	32
3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์	32
3.2 วิธีการทดลอง	33
3.2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกสด	33
3.2.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง	34
3.2.3 ศึกษาคุณภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นแปรรูปโดยการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	34
3.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นในระหว่าง	35
การเก็บรักษา	
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
4.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกสด	36
4.2 ศึกษาคุณภาพของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง	40
4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้น	41
แปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นแปรรูป โดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง	46
4.3 ศึกษาคุณภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นแปรรูปโดยการเพิ่มความเข้มข้น ภายใต้สภาวะสุญญากาศ	47
4.3.1 ศึกษาระยะเวลาการแปรรูปน้ำใบบัวบกเข้มข้น โดยการเพิ่มความเข้มข้น ภายใต้สภาวะสุญญากาศ	48
4.3.2 คุณภาพทางกายภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นแปรรูปโดย การเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	49
4.3.3 คุณภาพทางเคมีของน้ำใบบัวบกเข้มข้นแปรรูปโดยการเพิ่มความ เข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	51
4.3.4 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกเข้มข้นแปรรูปโดยการ เพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	56
4.4 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นแปรรูปโดย เทคนิคความดันสูงยิ่ง และการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	57
4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษา	60
4.5.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของน้ำใบบัวบกเข้มข้น ในระหว่างการเก็บรักษา	60
4.5.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของน้ำใบบัวบกเข้มข้น ในระหว่างการเก็บรักษา	61
4.5.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกเข้มข้น ในระหว่างการเก็บรักษา	71
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	74
5.1 สรุปผลการทดลอง	74
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	87
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในระหว่างการเก็บรักษา	108
ภาคผนวก ค โครมาโตแกรม HPLC	122
ภาคผนวก ง รูปภาพงานวิจัย	125
ภาคผนวก จ เครื่องแปรรูปอาหารความดันสูงยิ่ง	127
ภาคผนวก ฉ เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ	132
ภาคผนวก ช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำใบบัวบก	138
ประวัติผู้เขียน	146

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
4.1	คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำใบบัวบกสด	37
4.2	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาล แปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่สภาวะต่างๆ	42
4.3	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำใบบัวบกสกัดเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% แปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่สภาวะต่างๆ	43
4.4	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของน้ำใบบัวบก สกัดเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาล หลังผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง ที่สภาวะต่างๆ	45
4.5	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของน้ำใบบัวบก สกัดเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% หลังผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูง ยิ่งที่สภาวะต่างๆ	46
4.6	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาลแปรร รูปโดยการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศที่สภาวะต่างๆ	50
4.7	คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของน้ำใบบัวบกเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% แปรรูปโดยการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศที่สภาวะต่างๆ	51
4.8	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในน้ำใบบัวบก เข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาล หลังผ่านการแปรรูปโดยการเพิ่มความเข้มข้น ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่สภาวะต่างๆ	52
4.9	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในน้ำใบบัวบก เข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% หลังผ่านการแปรรูปโดยการเพิ่มความเข้มข้น ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่สภาวะต่างๆ	53
4.10	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในน้ำใบบัวบก เข้มข้นหลังผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งเปรียบเทียบกับการเพิ่ม ความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
4.11	ข้อดีและข้อเสียของน้ำไบบวบกสกัดเข้มข้นที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่ง และการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ	59
ก. 1	ค่า MPN/mL ของตัวอย่างอาหาร	106
ข. 1	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	109
ข. 2	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	110
ข. 3	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	111
ข. 4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	112
ข. 5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	113
ข. 6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	114
ข. 7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะซีติกในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	115
ข. 8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	116
ข. 9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	117
ข. 10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	118
ข. 11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ข. 12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในน้ำไบบิวบกสกัดเข้มข้นที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	120
ข. 13	การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในน้ำไบบิวบกเข้มข้นที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สถานะสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	121

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
2.1	ลักษณะของบ๊วบก	3
2.2	โครงสร้างของไตรเทอร์ปีน ไกลโคไซด์	5
2.3	ปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดแอสคอร์บิก	6
2.4	โครงสร้างของเบตาแคโรทีน	7
2.5	โครงสร้างคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี	8
2.6	การสลายตัวของคลอโรฟิลล์	10
2.7	โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลบางชนิด	11
2.8	แบคทีเรียรูปกลม รูปแท่ง และสปอร์	15
2.9	เซลล์แม่ และหน่อของ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
2.10	ราชนิดต่างๆ ที่พบในอาหาร	18
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเทียบกับระยะเวลา (นาท) ที่ใช้ในการระเหยน้ำไบบวบกภายใต้สภาวะสูญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกัน	49
4.2	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	62
4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะซีติกในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	64
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	65
4.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	67
4.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	69
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในน้ำไบบวบกเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า	
ก. 1	กราฟมาตรฐานกรดอะซีติก (มิลลิกรัมต่อลิตร)	92
ก. 2	กราฟมาตรฐานวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	95
ก. 3	กราฟมาตรฐานสารแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	97
ก. 4	กราฟมาตรฐานสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	101
ค. 1	โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซีติกในน้ำใบบวบกึ่งเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาลที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่ความดัน 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.6 นาที	123
ค. 2	โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซีติกในน้ำใบบวบกึ่งเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% ที่ผ่านการแปรรูปโดยเทคนิคความดันสูงยิ่งที่ความดัน 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.8 นาที	123
ค. 3	โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซีติกในน้ำใบบวบกึ่งเข้มข้นชนิดไม่เติมน้ำตาลที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 80°C เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.9 นาที	124
ค. 4	โครมาโตแกรมของการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซีติกในน้ำใบบวบกึ่งเข้มข้นชนิดเติมน้ำตาล 10% ที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 80°C เวลาเฉลี่ยประมาณ 30.9 นาที	124
ง. 1	ผลิตภัณฑ์น้ำใบบวบสกัดเข้มข้นที่ผ่านความดันสูงยิ่งที่ 600 MPa เป็นเวลา 40 นาที	126
ง. 2	ผลิตภัณฑ์น้ำใบบวบกึ่งเข้มข้นที่ผ่านการเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80°C	126
จ. 1	เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการความดันสูงยิ่ง	129
จ. 2	แผนผังการใช้เครื่องแปรรูปอาหาร โดยความดันสูง	130
ฉ. 1	(ก) เครื่องระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum evaporator) (ข) เครื่องระเหย (Vacuum evaporator) (ค) ชุดปั๊มสุญญากาศและตัวดักจับไอน้ำ (Steam trap)	134