

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ฝรั่ง	4
2.2 น้ำผลไม้	6
2.2.1 การสกัดน้ำผลไม้	6
2.2.2 การปรับปรุงคุณภาพ	7
2.2.3 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์	15
2.3 การแปรรูปน้ำผลไม้ด้วยความร้อน	16
2.3.1 หลักการ	16
2.3.2 เครื่องมือ	16
2.4 การแปรรูปน้ำผลไม้ด้วยเทคนิคความดันสูง	20
2.4.1 หลักการ	20
2.4.2 เครื่องมือ	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	25
3.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำฝรั่ง	25
3.3 วิธีการทดลอง	26
3.3.1 การศึกษาคุณภาพของผลฝรั่งสดก่อนการแปรรูป	26
3.3.2 การผลิตน้ำฝรั่งโดยเทคนิคความร้อน	26
3.3.3 การผลิตน้ำฝรั่งโดยเทคนิคความดันสูง	27
3.3.4 การศึกษาอายุการเก็บน้ำฝรั่งที่ผลิตโดยใช้เทคนิคความร้อนและเทคนิคความดันสูง	28
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ศึกษาคุณภาพของผลฝรั่งสดก่อนการแปรรูป	30
4.2 การแปรรูปน้ำฝรั่งด้วยเทคนิคความร้อน	31
4.3 การแปรรูปน้ำฝรั่งด้วยเทคนิคความดันสูง	32
4.3.1 ศึกษาผลของระดับความดันอุณหภูมิต่อคุณภาพน้ำฝรั่ง	32
4.3.2 การศึกษาระยะเวลาคงความดันต่อคุณภาพน้ำฝรั่ง	38
4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป	39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ภาพผลิตภัณฑ์น้ำฝรั่ง	64
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	68
ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	80
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพ	81
ประวัติผู้เขียน	107

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	คุณค่าทางอาหารของฝรั่ง	5
2.2	ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญของฝรั่ง	5
2.3	ผลของเทคนิคความร้อนเปรียบเทียบกับเทคนิคความดันสูงในการแปรรูปอาหาร	20
4.1	คุณภาพทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีของฝรั่งสด	30
4.2	ผลของเวลาการให้ความร้อน (90 °C) ต่อคุณภาพของน้ำฝรั่ง	31
4.3	ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าความสว่าง (L) ของน้ำฝรั่ง	33
4.4	ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าสีแดง-เขียว (a) ของน้ำฝรั่ง	34
4.5	ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของน้ำฝรั่ง	35
4.6	ผลของระดับความดันและอุณหภูมิต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำฝรั่ง	37
4.7	ผลของเวลาการคงความดัน (holding time) ที่ 500 MPa, 30 °C ต่อคุณภาพน้ำฝรั่งแปรรูป	38
4.8	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	52
4.9	ปริมาณเชื้อยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปอุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	52
ภาคผนวก ข1	ค่าความสว่าง (L) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	68
ภาคผนวก ข2	ค่าสีแดง-เขียว (a) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	68
ภาคผนวก ข3	ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	69
ภาคผนวก ข4	ค่าความหนืด (viscosity; cP) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	69

ตาราง (ต่อ)	หน้า
ภาคผนวก ข5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	70
ภาคผนวก ข6 ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (acidity; % citric acid equivalent) ระหว่าง การเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	70
ภาคผนวก ข7 ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar ; %) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่ง แปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	71
ภาคผนวก ข8 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar ; %) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่ง แปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	71
ภาคผนวก ข9 ปริมาณวิตามินซี (vitamin C ; mg/100ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่ง แปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	72
ภาคผนวก ข10 ปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ (residual vitamin C content; %) ระหว่าง การเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	72
ภาคผนวก ข11 ปริมาณเพคติน (pectin ; mg/100ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	73
ภาคผนวก ข12 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรส (pectin methyl esterase; unit/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	73
ภาคผนวก ข13 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรสที่เหลืออยู่ (residual pectin methylesterase activity;%) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	74
ภาคผนวก ข14 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase; unit/ml) ระหว่าง การเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	74
ภาคผนวก ข15 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลืออยู่ (residual peroxidase activity; %) ระหว่างเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	75
ภาคผนวก ข16 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase; unit/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	75

ตาราง (ต่อ)	หน้า
ภาคผนวก ข17 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลืออยู่ (residual polyphenoloxidase activity; %) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	76
ภาคผนวก ข18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; log cfu/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	76
ภาคผนวก ข19 ปริมาณเชื้อยีสต์และรา (yeast and mold; log cfu/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	77
ภาคผนวก ข20 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria; MPN/ml) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	77
ภาคผนวก ข21 ค่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี (Colour) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	78
ภาคผนวก ข22 ค่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (Odor) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	78
ภาคผนวก ข23 ค่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	79
ภาคผนวก ง1 ค่าเอ็มพีเอ็น (MPN/ml) ของตัวอย่างอาหาร เมื่อใช้ตัวอย่าง 0.1 0.01 และ 0.001 ml ความเข้มข้นละ 3 หลอด	105

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ปฏิกริยา oxidatic reaction ซึ่งเร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส	9
2.2 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO)	10
2.3 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยามลลาร์ด	14
2.4 เครื่องพาสเจอร์ไรซ์แบบอุโมงค์	17
2.5 การพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น	19
2.6 แรงดันของตัวกลางที่กระทำต่ออาหารภายใต้ความดันสูง	21
2.7 เครื่องแปรรูปอาหารในภาชนะบรรจุด้วยความดันสูงแบบกะ	22
2.8 เครื่องแปรรูปอาหารด้วยความดันสูงแบบต่อเนื่อง	22
4.1 ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าความสว่าง (L) ของน้ำฝรั่ง	33
4.2 ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าสีแดง-เขียว (a) ของน้ำฝรั่ง	35
4.3 ผลของความดันและอุณหภูมิต่อค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของน้ำฝรั่ง	36
4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L, a และ b ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	40
4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (viscosity) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	41
4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) และปริมาณกรด (acidity) ระหว่าง การเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	42
4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	44
4.8 ปริมาณวิตามินซี (vitamin C) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	45
4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin) ระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูป ที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	47

รูป (ต่อ)	หน้า
4.10 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรส (pectin methylesterase) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	47
4.11 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	49
4.12 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenoloxidase) ที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	50
4.13 ค่าคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาน้ำฝรั่งแปรรูปที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	54
ภาคผนวก ก1 น้ำฝรั่งที่ผลิตด้วยเทคนิคความร้อน	64
ภาคผนวก ก2 น้ำฝรั่งผลิตด้วยเทคนิคความดันสูง ที่อุณหภูมิ 30 °C	65
ภาคผนวก ก3 น้ำฝรั่งผลิตด้วยเทคนิคความดันสูง ที่อุณหภูมิ 40 °C	65
ภาคผนวก ก4 น้ำฝรั่งผลิตด้วยเทคนิคความดันสูง ที่อุณหภูมิ 60 °C	66
ภาคผนวก ก5 น้ำฝรั่งผลิตด้วยเทคนิคความดันสูงที่ 500 MPa อุณหภูมิ 30 °C	66
ภาคผนวก ก6 น้ำฝรั่งผลิตด้วยเทคนิคความร้อนและเทคนิคความดันสูงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 28 วัน	67
ภาคผนวก ง1 กิจกรรมของเอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเทอร์เรส (unit)	95
ภาคผนวก ง2 กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (unit)	97
ภาคผนวก ง3 กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (unit)	98