

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การแบ่งประเภทของสาส์	4
2.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำผลไม้	7
2.3 ปฏิบัติการการเกิดสีน้ำตาล	10
2.4 สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	13
2.5 เปกติน	15
2.6 เอนไซม์เปกตินเนส	17
2.7 ประโยชน์ของการใช้เอนไซม์ในผลไม้	19
2.8 กลไกของการทำน้ำผลไม้ให้ใส	21
2.9 วิธีการทำน้ำผลไม้ให้ใส	21
2.10 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	22
2.11 การผลิตน้ำผลไม้ใสอัดก๊าซและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	29
2.12 การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	40
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	42
3.1 วัสดุอุปกรณ์	42
3.2 วิธีการทดลอง	45

บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	52
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	121
	เอกสารอ้างอิง	124
ภาคผนวก		130
	ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการทำน้ำสาหร่ายสกัดก๊าซ	131
	ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	142
	ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ปริมาณกรดมาลิกและซิตริกโดยเครื่อง HPLC	157
	ภาคผนวก ง วิธีการเตรียมสารละลายเอนไซม์เปกตินเนส	159
	ภาคผนวก จ วิธีการตรวจสอบปริมาณเปกตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์	161
	ภาคผนวก ฉ ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์	163
ประวัติการศึกษา		165

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การขยายตัวเฉลี่ยของตลาดน้ำดื่มในประเทศไทย	1
2.1 ค่าวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเก็บเกี่ยวสาส์ 5 สายพันธุ์ที่ระยะความแก่สมบูรณ์	5
2.2 ส่วนประกอบทางโภชนาการของผลสาส์สด Bartlett (100 กรัมของส่วนที่รับประทานได้)	6
2.3 ประเภทของเอนไซม์เปกติเนส	18
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิกับปริมาตรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถละลายได้ใน 1 ปริมาตรของน้ำ	24
2.5 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	25
2.6 การละลายได้ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสารละลายน้ำตาลที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรของปรอท	26
2.7 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องตีชนิดต่าง ๆ	28
2.8 ส่วนประกอบของเครื่องตีอัดก๊าซที่แต่งกลิ่นรสด้วยผลไม้ชนิดต่าง ๆ	28
2.9 ส่วนประกอบของเครื่องตีอัดก๊าซรสผลไม้ที่เป็นที่นิยมทางการค้า	29
2.10 ผลของสายพันธุ์ ความแก่ และกระบวนการผลิต ที่มีต่อความชุ่มของน้ำสาส์	33
2.11 ผลของสายพันธุ์ ความแก่ และกระบวนการผลิต ที่มีต่อปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำสาส์	34
2.12 ค่า Brix/Acid ratio ของน้ำองุ่นอัดก๊าซแต่ละสายพันธุ์	40
3.2.1 รูปแบบแผนการทดลอง $2^2 + 2$ c.p. Factorial Design	49
4.1.1 ผลการปอกเปลือกสาส์โดยใช้ต่าง	52
4.1.2 ปริมาณผลผลิตของน้ำสาส์และกากที่ได้จากเครื่องบด	52
4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการบ่มกับความเข้มข้นของเปกติเนสและความหนืดของน้ำสาส์	54
4.2.2 การวิเคราะห์ความหนืดของน้ำสาส์หลังการเติมเอนไซม์เปกติเนสโดยวิธี analysis of variance	55
4.2.3 ค่าความหนืดเฉลี่ยที่ความเข้มข้นของเอนไซม์เปกติเนสต่าง ๆ	56
4.2.4 ค่าความหนืดเฉลี่ยที่เวลาที่ใช้ในการบ่มต่าง ๆ	57
4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการบ่มกับความเข้มข้นของเปกติเนสและความชุ่มของน้ำสาส์	58

ตารางที่	หน้า
4.2.6 การวิเคราะห์ความชุ่มของน้ำสาหร่ายหลังการเติมเอนไซม์เปกตินเนส	59
4.2.7 ความชุ่มเฉลี่ยที่ความเข้มข้นของเปกตินเนสต่าง ๆ	60
4.2.8 ค่าความชุ่มเฉลี่ยที่เวลาที่ใช้ในการบ่มต่าง ๆ	61
4.2.9 ผลการวิเคราะห์ค่าทางเคมีระหว่างน้ำสาหร่ายใสจากเครื่องบดและน้ำสาหร่ายทางการค้า ตรา IVY	62
4.3.1 คะแนนดิบจากการทดสอบชิม 3 ครั้ง	63
4.3.2 การวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบชิม โดยวิธี analysis of variance	64
4.3.3 คะแนนเฉลี่ยที่ได้รับที่ระดับ Brix/Acid ratio ต่าง ๆ	65
4.3.4 การวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบชิม โดยวิธี polynomial contrasts	66
4.3.5 การวิเคราะห์คะแนนจากการทดสอบชิม โดยวิธี linear regression	66
4.3.6 คะแนนจากการจัดอันดับความชอบของผู้ทดสอบชิม ครั้งที่ 1	68
4.3.7 คะแนนจากการจัดอันดับความชอบของผู้ทดสอบชิม ครั้งที่ 2	69
4.3.8 คะแนนจากการจัดอันดับความชอบของผู้ทดสอบชิม ครั้งที่ 3	70
4.4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	72
4.4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	73
4.4.3 ค่าสี L ของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	74
4.4.4 ค่าสี a* ของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	74
4.4.5 ค่าสี b* ของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	75
4.4.6 ค่าความชุ่มของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	76
4.4.7 ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กรดมาลิก) ของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	77
4.4.8 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	78
4.4.9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ต (เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก/ปริมาตร) ของ น้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	79
4.4.10 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ต (เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก/ปริมาตร) ของ น้ำสาหร่ายใสอัดก๊าซ 6 สูตร	80
4.4.11 การวิเคราะห์ค่าสี L โดยวิธี linear regression	81
4.4.12 การวิเคราะห์ค่าสี a* โดยวิธี linear regression	81
4.4.13 การวิเคราะห์ค่าสี b* โดยวิธี linear regression	82
4.4.14 การวิเคราะห์ค่าความชุ่ม โดยวิธี linear regression	82
4.4.15 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด โดยวิธี linear regression	83

ตารางที่	หน้า
4.4.16 การวิเคราะห์สภาพความเป็นกรด-ด่าง โดยวิธี linear regression	83
4.4.17 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ต โดยวิธี linear regression	84
4.4.18 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ต โดยวิธี linear regression	84
4.4.19 ผลของค่า Brix/Acid ratio และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ	85
4.4.20 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะสีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	87
4.4.21 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะความใสของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	87
4.4.22 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะความรู้สึกในปากของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	88
4.4.23 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะกลิ่นของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	89
4.4.24 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะความหวานของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	89
4.4.25 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะความเปรี้ยวของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	90
4.4.26 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำสาเล่ไอ อัดก๊าซ 6 สูตร	91
4.4.27 คะแนนที่ได้รับจากลักษณะการยอมรับโดยรวมของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซ 6 สูตร	92
4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	95
4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	96
4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	99
4.5.1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	101
4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	103
4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	104
4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์น้ำสาเล่ไออัดก๊าซ	109
4.5.3.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	110
4.5.3.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำสาเล่ไออัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส	111
ข.3.1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความดันและอุณหภูมิต่าง ๆ	144

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ปฏิบัติการการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์	11
2.2 ตำแหน่งของโมเลกุลเปกตินและเปกเตทที่ถูกย่อยโดยเอนไซม์เปกตินเนส	16
2.3 การย่อยพันธะไกลโคซิดิกโดยการไฮโดรไลส	18
2.4 ขั้นตอนของกลไกการรวมตัวตกตะกอนระหว่างเปกตินและโปรตีนในน้ำแอปเปิ้ล	20
4.2.1 ผลของความเข้มข้นของเปกตินเนสและเวลาในการบ่มที่มีต่อความหนืดของน้ำสาลี	54
4.2.2 ผลของความเข้มข้นของเปกตินเนสและเวลาในการบ่มที่มีต่อความขุ่นของน้ำสาลี	58
4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L ของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	97
4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสี a* ของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	97
4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี b* ของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	98
4.5.1.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	100
4.5.1.5 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	102
4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	105
4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	106
4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ตของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	107
4.5.2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ตของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	108
4.5.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะสีของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	112
4.5.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะความใสของน้ำสาลีใส่อัดก๊าซ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	113

ภาพที่	หน้า
4.5.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะความรู้สึกในปากของน้ำสลัดใส อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	114
4.5.3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะกลิ่นของน้ำสลัดใสอัดก๊าซ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	115
4.5.3.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะความหวานของน้ำสลัดใส อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	116
4.5.3.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากลักษณะความเปรี้ยวของน้ำสลัดใส อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	117
4.5.3.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของ น้ำสลัดใสอัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	118
4.5.3.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการยอมรับโดยรวมของน้ำสลัดใส อัดก๊าซระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	119
ก.1 การต้มเพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์	132
ก.2 แสดงการแช่น้ำ ล้าง และดูแลเปลือกสลัด	132
ก.3 เครื่องบด crusher	133
ก.4 บดสลัดในเครื่องบด crusher	133
ก.5 เนื้อสลัดหลังการบด	134
ก.6 การเตรียมเนื้อสลัดบดเพื่อคั้นน้ำสลัดด้วยเครื่องไฮดรอลิก	134
ก.7 เครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบไฮดรอลิก	135
ก.8 น้ำสลัดก่อนทำให้ใส	135
ก.9 การกรองน้ำสลัดด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ	136
ก.10 น้ำสลัดหลังจากการใช้เอนไซม์เพกติเนสเพื่อทำให้ใส	136
ก.11 เครื่องอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Soda Stream 301	137
ก.12 การอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงในเครื่องดื่ม	137
ก.13 เครื่องผนึกฝาจับ	138
ก.14 เครื่องวัดความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	138
ก.15 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดใสอัดก๊าซ	139
ก.16 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดใสอัดก๊าซเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 14 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 5 และ 37 องศาเซลเซียส	139
ก.17 การตรวจสอบเปกตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อเติมเอนไซม์เพกติเนส ปริมาณ 0 , 50 , 100 , 150 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร และบ่มเป็นเวลา 0.0 ชั่วโมง	140

ภาพที่	หน้า
ก.18 การตรวจสอบเปกตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อเติมเอนไซม์เปกตินเนส ปริมาณ 0 , 50 , 100 , 150 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร และบ่มเป็นเวลา 0.5 ชั่วโมง	140
ก.19 การตรวจสอบเปกตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อเติมเอนไซม์เปกตินเนส ปริมาณ 0 , 50 , 100 , 150 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร และบ่มเป็นเวลา 1.0 ชั่วโมง	141
ก.20 การตรวจสอบเปกตินโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ เมื่อเติมเอนไซม์เปกตินเนส ปริมาณ 0 , 50 , 100 , 150 และ 200 มิลลิกรัม/ลิตร และบ่มเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง	141
ข.1 เครื่องกลั่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์	149