

สารบัญ

	หน้า	
กิตติกรรมประกาศ	ค	
บทคัดย่อภาษาไทย	ง	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ	
สารบัญตาราง	ณ	
สารบัญภาพ	ฐ	
บทที่ 1 บทนำ	1	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1	
1.2 วัตถุประสงค์	4	
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4	
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6	
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	73	
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	85	
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	206	
5.1 สรุปผลการทดลอง	206	
5.2 ข้อเสนอแนะ	216	
เอกสารอ้างอิง	217	
ภาคผนวก	231	
ภาคผนวก ก	รูปภาพของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์แปรรูปและโปรตีนสกัด	232
ภาคผนวก ข	วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมี	238
ภาคผนวก ค	การสกัด และการตรวจสอบสารก่อภูมิแพ้	268
ประวัติผู้เขียน	274	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลิ้นจี่สด และลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง ปี พ.ศ. 2539-2542	2
2.1 ปริมาณกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่พบในผลลิ้นจี่	17
2.2 องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของลิ้นจี่สด ลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง และลิ้นจี่แช่แข็ง ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	27
2.3 การจำแนกภาวะภูมิไวเกินตามกลไกการเกิดพยาธิสภาพ โดย Gell และ Coombs (1975)	28
2.4 ชนิดและน้ำหนักโมเลกุลของสารก่อภูมิแพ้ที่พบในเกสรดอกไม้ ผัก และผลไม้	35
2.5 การสูญเสียวิตามินในผัก และผลไม้บรรจุกระป๋อง เนื่องจากการใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป โดยรวมการสูญเสียในระหว่างขั้นตอนการเตรียม และการลวก	57
2.6 การสูญเสียวิตามินในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง	71
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเอียะ และฮงฮวย	85
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเอียะ และฮงฮวย	90
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเอียะ และฮงฮวย	92
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเอียะ และฮงฮวย	95
4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเอียะ และฮงฮวย	99

ตาราง	หน้า
4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเสียะ และสงฮวย	103
4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	108
4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	111
4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	113
4.10 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	115
4.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	118
4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์สงฮวย	122
4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	127
4.14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	132
4.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	136

ตาราง	หน้า
4.16 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	140
4.17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	145
4.18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	149
4.19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	156
4.20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	157
4.21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	164
4.22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) โดยคิดเทียบเป็นกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	165
4.23 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	171
4.24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	171

ตาราง	หน้า
4.25 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	178
4.26 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	178
4.27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	185
4.28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) และปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	186
4.29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	194
4.30 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	194
ข-1 ตารางปรับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	244

สารบัญญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ดอกลิ้นจี่ทั้ง 3 ประเภท	8
2.2 ลักษณะต่าง ๆ ของรูปทรงผล ไหลผล ปลายผล ตามผล และหนามของลิ้นจี่	9
2.3 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโธไซยานิน และสารประกอบฟีนอล	25
2.4 ขั้นตอนของเทคนิค Immunoblotting หรือ Western blot	40
2.5 จุดที่ความร้อนเข้าถึงช้าที่สุดของแต่ละวิธีการส่งผ่านความร้อน	44
2.6 แบบการส่งผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหาร	44
2.7 ขั้นตอนการผลิตอาหารบรรจุกระป๋อง	54
2.8 ระบบการสัมผัสโดยตรงในกระบวนการแช่เยือกแข็ง	65
2.9 ระบบการสัมผัสโดยอ้อมในกระบวนการแช่เยือกแข็ง	67
2.10 ผลของกระบวนการแช่เยือกแข็งต่อเนื้อเยื่อพืช	68
3.1 ส่วนต่าง ๆ ของผลลิ้นจี่	79
4.1 ค่าเนื้อสัมผัส (นิเวตน์) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	87
4.2 ค่าสี L*, a* และ b* ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	89
4.3 ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	92
4.4 ปริมาณน้ำตาล (กรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	94
4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	96
4.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	97
4.7 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอเฮียะ และสงฮวย	98

รูป	หน้า
4.8 ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลีนจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอ่เฮียะ และฮงฮวย	100
4.9 ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลีนจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอ่เฮียะ และฮงฮวย	102
4.10 ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของลีนจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอ่เฮียะ และฮงฮวย	105
4.11 ผลการตรวจสอบสารก่อภูมิแพ้ที่สกัดได้จากลีนจี่สายพันธุ์กวางเจา จักรพรรดิ ไอ่เฮียะ และฮงฮวย โดยใช้ SDS-PAGE และการทำ Immunoblotting กับเซรัมของผู้ทดสอบที่มีอาการแพ้ลีนจี่จำนวน 18 คน	107
4.12 ค่าเนื้อสัมผัส (นิวตัน) ของเนื้อลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	109
4.13 ค่าสี L*, a* และ b* ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	110
4.14 ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของกรดซิตริก กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิก ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	111
4.15 ปริมาณน้ำตาล (กรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	113
4.16 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	115
4.17 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	116
4.18 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของเนื้อลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	117
4.19 ปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของเนื้อและเปลือกลีนจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	119

รูป	หน้า
4.20 ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) และวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	121
4.21 ปริมาณสารประกอบเพคติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ในรูปของ Water soluble pectin, Oxalate soluble pectin, Alkali soluble pectin และ Total pectin ของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ และสายพันธุ์ฮงฮวย	125
4.22 แสดงผล EAST-Inhibition ระหว่าง IgE ของผู้ทดสอบที่มีอาการแพ้ลิ้นจี่จำนวน 18 คน กับสารก่อภูมิแพ้ที่สกัดได้จากเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ	126
4.23 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัส (นิเวตน์) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	129
4.24 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	131
4.25 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	131
4.26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	132
4.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	135
4.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทาร์ทาริก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	135
4.29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดมาลิก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	136
4.30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	138
4.31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	139
4.32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครส (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	139

รูป	หน้า
4.33 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	141
4.34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	143
4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	144
4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	146
4.37 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	148
4.38 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	149
4.39 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	151
4.40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในออกซาเลต (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	152
4.41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	153
4.42 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินทั้งหมด (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	154

รูป	หน้า
4.43 แสดงผล EAST-Inhibition ระหว่าง IgE ของผู้ทดสอบที่มีอาการแพ้ลิ้นจี่จำนวน 18 คน กับสารก่อภูมิแพ้ที่สกัดได้จากลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	155
4.44 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัส (นิเวตน์) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	158
4.45 การเปลี่ยนแปลงค่าเนื้อสัมผัส (นิเวตน์) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	159
4.46 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	161
4.47 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	162
4.48 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	162
4.49 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	163
4.50 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	163
4.51 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	164
4.52 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	168
4.53 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดซิตริก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	168
4.54 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทาร์ทาริก (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	169

รูป	หน้า
4.65 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	180
4.66 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	182
4.67 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	182
4.68 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	184
4.69 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	184
4.70 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	188
4.71 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน (กรัม ต่อ 100 กรัม) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	188
4.72 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	192
4.73 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Folin-Ciocalteu method (FC) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	192
4.74 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	193
4.75 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ที่วิเคราะห์ได้จากวิธี Flavonols with vanillin method (FV) ของลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที่ ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	193

รูป	หน้า
4.76 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของ ลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บ รักษาเป็นเวลา 6 เดือน	196
4.77 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในน้ำ (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของ ลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บ รักษาเป็นเวลา 6 เดือน	196
4.78 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในออกซาเลต (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	198
4.79 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในออกซาเลต (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการ เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	198
4.80 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของ ลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บ รักษาเป็นเวลา 6 เดือน	200
4.81 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินที่ละลายได้ในด่าง (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของ ลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บ รักษาเป็นเวลา 6 เดือน	200
4.82 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินทั้งหมด (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลันจีแซ่แข็ง ที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	202
4.83 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินทั้งหมด (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) ของลันจีแซ่แข็ง ที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน	202
4.84 ผลการตรวจสอบสารก่อภูมิแพ้ที่สกัดได้จากลันจีแซ่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 23 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน โดยใช้ SDS- PAGE และการทำ Immunoblotting กับเซรัมของผู้ทดสอบที่มีอาการแพ้ลันจี จำนวน 18 คน	204

รูป	หน้า	
4.85	ผลการตรวจสอบสารก่อภูมิแพ้ที่สกัดได้จากลิ้นจี่แช่แข็งที่ผ่านการแช่แข็ง 28 นาที ในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน โดยใช้ SDS- PAGE และการทำ Immunoblotting กับเซรัมของผู้ทดสอบที่มีอาการแพ้ลิ้นจี่ จำนวน 18 คน	205
ก-1	ลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา	232
ก-2	ลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ	232
ก-3	ลิ้นจี่สายพันธุ์โอเอียะ	233
ก-4	ลิ้นจี่สายพันธุ์ฮงฮวย	233
ก-5	ลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง	234
ก-6	ลิ้นจี่แช่แข็ง	234
ก-7	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของลิ้นจี่สายพันธุ์กวางเจา	235
ก-8	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิ	235
ก-9	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของลิ้นจี่สายพันธุ์โอเอียะ	236
ก-10	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของเนื้อและเปลือกลิ้นจี่สายพันธุ์ฮงฮวย	236
ก-11	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของลิ้นจี่สายพันธุ์ฮงฮวยก่อนและหลังกระบวนการแปรรูป บรรจุกระป๋อง	237
ก-12	ตัวอย่างโปรตีนสกัดของลิ้นจี่สายพันธุ์จักรพรรดิก่อนและหลังกระบวนการแช่เยือก- แข็ง	237
ค-1	ขั้นตอนการตรวจสอบปฏิกิริยาทางภูมิคุ้มกัน ระหว่าง สารก่อภูมิแพ้กับ IgE ที่จำเพาะ ตามวิธีของ Vieths <i>et al.</i> , (1992) และวิธีการของ Moller <i>et al.</i> , (1997)	272