

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิสูงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบ ของแถบโปรตีนที่เปลือกของผลลำไย	40
การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิสูงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบ ของแถบโปรตีนที่เปลือกของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำจนเกิดการสะท้านหนาว	58
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	125
ข้อเสนอแนะ	125
เอกสารอ้างอิง	126
ประวัติผู้เขียน	135

## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของผลลำไย	4
2	ชนิด ตำแหน่ง และอุณหภูมิที่กระตุ้นการสังเคราะห์ และหน้าที่ของ Heat Shock Proteins (HSPs)	20
3	น้ำหนัก โมเลกุลของโปรตีนมาตรฐานสำหรับ SDS-PAGE	35
4	ปริมาณ โปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	41
5	ปริมาณ โปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	42
6	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	47
7	ปริมาณ โปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	60
8	ปริมาณ โปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	61
9	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	67
10	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	69

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบ โพรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	71
12	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบ โพรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน	73
13	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบ โพรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	75
14	น้ำหนัก โมเลกุลของแถบ โพรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	77
15	ค่า L* สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	94
16	ค่า L* สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	95
17	ค่า C* สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	96
18	ค่า C* สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	97

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	ค่า $H^\circ$ สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	98
20	ค่า $H^\circ$ สีเปลือกด้านนอกของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	99
21	ค่า $L^*$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	100
22	ค่า $L^*$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	101
23	ค่า $C^*$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	102
24	ค่า $C^*$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	103
25	ค่า $H^\circ$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	104
26	ค่า $H^\circ$ สีเปลือกด้านในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
27	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	118
28	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	119
29	เปอร์เซ็นต์การร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	120
30	เปอร์เซ็นต์การร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	121
31	อาการสะท้อนหนาวของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	122
32	อาการสะท้อนหนาวของผลลำไยพันธุ์คอตที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	123

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	สมมติฐานของกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวในพืช	11
2	โครงสร้างของการตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำในพืชพันธุ์ที่อ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาว	12
3	ปฏิกิริยาการเกิด polymerization ของ acrylamide และ BIS	25
4	กราฟมาตรฐานโปรตีนในการหาน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน โดย SDS-PAGE	25
5	กราฟโปรตีนมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในสารละลายตัวอย่าง	29
6	ชุดอุปกรณ์การเตรียมแผ่นเจล	34
7	การเตรียมแผ่นเจล	34
8	การหยอดสารละลายตัวอย่าง	34
9	การทำอิเล็กโตรโฟรีซิส	34
10	กราฟความสัมพันธ์ของน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐานกับค่า $R_m$	35
11	เครื่อง Gel Document ของบริษัท Adivision of Synoptic Ltd., U.S.A.	36
12	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	44
13	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Document	49
14	แผนภาพรูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์ค้อที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่วิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Document	50



สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
15	ปริมาณโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	62
16	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน	79
17	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	80
18	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน	81
19	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน	82
20	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	83
21	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	84
22	รูปแบบของแถบโปรตีนในเปลือกผลลำไยพันธุ์คอที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 วัน	85
23	ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากการทำงานของเอนไซม์ PPO	93

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
24	ค่า $L^* C^*$ และค่า $H^{\circ}$ สีเปลือกนอกของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	106
25	ค่า $L^* C^*$ และค่า $H^{\circ}$ สีเปลือกในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	107
26	ลักษณะภายนอกและภายในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน	108
27	ลักษณะภายนอกและภายในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	109
28	ลักษณะภายนอกและภายในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน	110
29	ลักษณะภายนอกและภายในของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	111
30	การสูญเสียน้ำหนัก การร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ และอาการสะท้อนขาว ของผลลำไยพันธุ์คอดีแซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน	124