

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(10)
รายการภาพประกอบ.....	(11)
รายการภาพประกอบภาคผนวก.....	(16)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
การตรวจเอกสาร.....	3
กึ่งกลางดำ.....	3
องค์ประกอบทางเคมี.....	3
โปรตีน.....	3
การเปลี่ยนแปลงหลังการตายและการเน่าเสียของกึ่งกลางดำ.....	7
คุณภาพของกึ่งกลางดำ.....	12
ดัชนีบ่งชี้คุณภาพของกึ่งกลางดำ.....	13
กระบวนการใช้ความดันสูง.....	15
การประยุกต์ใช้ความดันสูงในกระบวนการแปรรูป.....	15
ผลของความดันสูงต่อโครงสร้างและพันธะภายในโมเลกุลของโปรตีน.....	21
ผลของความดันสูงต่อโปรตีนกล้ามเนื้อ.....	23
วัตถุประสงค์.....	35
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	36
วัสดุ.....	36
อุปกรณ์.....	36
วิธีการทดลอง.....	38
1) การเตรียมวัตถุดิบ.....	38
2) การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ.....	38

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
3) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุบ.....	38
4) ศึกษาผลของความร้อนหรือความดันสูงต่อคุณสมบัติโปรตีน กล้ามเนื้อกึ่งกลาดำ.....	38
5) ศึกษาผลของความร้อน ความดันสูง และการใช้ความร้อนร่วมกับ ความดันสูงต่อการเกิดเจลของเนื้อกึ่งกลาดำบด.....	41
6) การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	42
3. ผลและวิจารณ์.....	43
1) คุณภาพกึ่งกลาดำ.....	43
2) ผลของความดันหรือความร้อนต่อคุณลักษณะโปรตีนกล้ามเนื้อ กึ่งกลาดำ.....	45
3) ผลของความดันต่อคุณภาพของกึ่งกลาดำในระหว่างการเก็บรักษา.....	61
4) ผลของความร้อน ความดันสูง และการใช้ความร้อนร่วมกับ ความดันสูงต่อการเกิดเจลของเนื้อกึ่งกลาดำบด.....	81
4. สรุป.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	102
เอกสารอ้างอิง.....	103
ภาคผนวก.....	112
ประวัติผู้เขียน.....	145

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบทางเคมีของส่วนที่บริโภคได้ของกึ่งกลาดำ.....	3
2 แสดงระดับมาตรฐานของปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในกึ่งแช่เยือกแข็งตามมาตรฐานเลขที่ มอก.165.....	14
3 ข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของการใช้ความดันสูงในกระบวนการ แปรรูปอาหาร.....	18
4 คุณสมบัติของอันตรกิริยาที่ทำให้เกิดความคงตัวของโครงสร้าง โปรตีนทุติยภูมิ ตติยภูมิ และจตุรภูมิ.....	21
5 องค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเนื้อกึ่งกลาดำสด.....	44
6 อุณหภูมิสูงสุดที่ทำให้เกิดการเสียดสภาพของโปรตีนในกล้ามเนื้อ กึ่งกลาดำที่ผ่านการให้ความดันที่ระดับต่างๆ.....	55
7 ผลของความดันต่อค่าเอนทาลปีที่ทำให้เกิดการเสียดสภาพของโปรตีน ในกล้ามเนื้อกึ่งกลาดำ (จุล/กรัมของน้ำหนักตัวอย่างเปียก).....	55
8 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อ ปริมาณแบคทีเรียที่ขอบอุณหภูมิต่ำของกึ่งกลาดำระหว่างการ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	67
9 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อ คะแนนด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของกึ่งกลาดำระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	70
10 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อ คะแนนด้านกลิ่นผิดปกติของเนื้อกึ่งกลาดำในระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	72

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 โครงสร้างโมเลกุลของไมโอซิน.....	5
2 องค์ประกอบของฟิลาเมนต์เส้นบาง.....	6
3 การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำ น้ำมัน และ salsa ซึ่งเป็นผลมาจาก Adiabatic Compression.....	20
4 การลดลงของปริมาตรของน้ำในขณะที่มีการให้ความดัน.....	20
5 โดอะแกรมการเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิของ chymotrypsinogen A (ΔG_0 คือ พลังงานอิสระของการสูญเสียสภาพ).....	24
6 การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของไมโอซินระหว่างการให้ความดันสูง.....	26
7 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) และความร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที) ต่อค่า L^* , a^* และ b^* ของเนื้อกึ่งกลูตาต้า.....	46
8 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) และความร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที) ต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อกึ่งกลูตาต้า.....	47
9 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) และความร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที) ต่อค่าแรงเค้นและแรงกดของเนื้อกึ่งกลูตาต้า.....	49
10 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) และความร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที) ต่อกิจกรรมการย่อยสลายตัวเองที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดต่าง 8.0 ของเนื้อกึ่งกลูตาต้า.....	51
11 DSC เทอร์โมแกรมของกล้ามเนื้อกึ่งกลูตาต้าที่ผ่านการให้ความดันที่ ระดับต่างๆ นาน 20 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ในสภาวะที่มีอากาศ ทำการ ให้ความร้อนโดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที โดย peak ที่ 1 คือ ไมโอซิน peak ที่ 2 คือ ไมโอซิน ไพรตินซารีโคพลาสติก และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน peak ที่ 3 คือ แอ็กติน และ peak N คือ ไพรตินที่จัดเรียงตัวใหม่เนื่องจากความดัน.....	54

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
12 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) และความร้อน (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที) ต่อค่าการละลายของโปรตีนของเนื้อกุ้งกุลาดำ.....	58
13 รูปแบบของโปรตีนโดย SDS-PAGE ของกุ้งกุลาดำ ที่ผ่านการลอกชั้นเนื้อเยื่ออิพิทีเลียมในสภาวะ ที่ผ่านความดันสูง {0.1 (แถบ 1) 200 (แถบ 2) 400 (แถบ 3) 600 (แถบ 4) และ 800 (แถบ 5) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที} หรือความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (แถบ 6) และไม่เติมเบต้า-เมอแคปโตเอธานอล (A) และมีเบต้า-เมอแคปโตเอธานอล (B) MHC: ไมโอซินเส้นหนัก.....	60
14 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อค่า TBARS ของ กุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	63
15 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	65
16 ผลของความดันสูง (200-800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อค่าการสูญเสียน้ำหนักของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	69
17 ผลของความดันสูง ({0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกุ้งกุลาดำ.....	75
18 ผลของความดันสูง ({0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน	76
19 ผลของความดันสูง ({0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกุ้งกุลาดำในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	77

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่

หน้า

20 ผลของความดันสูง (0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกิ่งกลาดำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน	78
21 ผลของความดันสูง (0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกิ่งกลาดำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน	79
22 ผลของความดันสูง (0.1 (A), 200 (B), 400 (C), 600 (D) และ 800 (E) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) ต่อลักษณะปรากฏของกิ่งกลาดำ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน	80
23 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของเจลจากเนื้อกิ่งกลาดำบดที่เกิดเจลโดย การใช้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง / 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) การใช้ความดันสูง (0.1 200 400 600 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) หรือการใช้ความร้อน ร่วมกับความดันสูง {(200 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส) (200 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส)}	82
24 การสูญเสียน้ำหนัก (A) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (B) ของเจลจากเนื้อกิ่งกลาดำบดที่เตรียมโดยการใช้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง / 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) การใช้ความดันสูง (0.1 200 400 600 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) หรือการใช้ความร้อนร่วมกับความดันสูง{(200 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส) (200 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส)}	85

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่

หน้า

25 แรงแจะทะลู (A) และระยะทางก่อนแจะทะลู (B)
 ของเจลจากเนื้อกึ่งกลาดำบดที่เตรียมโดยการใช้ความร้อน
 (25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) การใช้ความดันสูง
 (0.1 200 400 600 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที)
 หรือการใช้ความร้อนร่วมกับความดันสูง {(200 เมกกะปาสคาล/
 25 องศาเซลเซียส / 90 องศาเซลเซียส) (200 เมกกะปาสคาล /
 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส
 / 90 องศาเซลเซียส) (400 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส)}.....89

26 แรงแจะทะลู (A) และระยะทางก่อนแจะทะลู (B)
 ของเจลจากเนื้อกึ่งกลาดำบดที่เติม {(25 องศาเซลเซียส
 นาน 2 ชั่วโมง / 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที+BPP)
 และ (90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที+BPP)} และไม่เติม
 โปรตีนพลาสมาจากเลือดวัว ร้อยละ 3 แล้วทำให้เกิดเจล
 โดยการใช้ความร้อน {(25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง /
 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที) และ (90 องศาเซลเซียส)}.....90

27 ค่าการละลายของโปรตีนของเจลจากเนื้อกึ่งกลาดำบด
 ที่เตรียมโดยการใช้ความร้อน (25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
 / 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และ 90 องศาเซลเซียส
 นาน 20 นาที) การใช้ความดันสูง (0.1 200 400 600 800
 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที) หรือการใช้ความร้อน
 ร่วมกับความดันสูง {(200 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส
 / 90 องศาเซลเซียส) (200 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส)
 (400 เมกกะปาสคาล / 25 องศาเซลเซียส/ 90 องศาเซลเซียส)
 (400 เมกกะปาสคาล / 90 องศาเซลเซียส)}.....93

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่

หน้า

- 28 รูปแบบของโปรตีนโดย SDS-PAGE ของเนื้อกุ้งกุลาดำบดที่เติมเกลือร้อยละ 2.5 ที่ทำให้เกิดเจลด้วย ความดันสูง {0.1 (แถบ 1) 200 (แถบ 2) 400 (แถบ 3) 600 (แถบ 4) และ 800 (แถบ 5) เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที} หรือความร้อน {ความร้อนแบบสองขั้นตอน คือ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง / 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (แถบ e) และ แบบขั้นตอนเดียว คือ ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (แถบ f)} และ ความดันร่วมกับความร้อน {200 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ร่วมกับความร้อนแบบสองขั้นตอน (แถบ a) 200 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ร่วมกับความร้อนแบบขั้นตอนเดียว (แถบ b) 400 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ร่วมกับความร้อนแบบสองขั้นตอน (แถบ c) 400 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที ร่วมกับความร้อนแบบสองขั้นตอน (แถบ d)} โดยที่ภาพ A, C เป็นโปรตีนที่ไม่มีเบต้า-เมอแคปโตเอธานอล และ ภาพ B, D เป็นโปรตีนที่มีเบต้า-เมอแคปโตเอธานอล MHC: ไมโอซินเส้นหนัก.....95
- 29 โครงสร้างทางจุลภาคของเจลกุ้งกุลาดำ ชุดการทดลองต่างๆ ได้แก่ เจลกุ้งกุลาดำที่ให้ความดันที่ระดับ 400 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที (A); เจลกุ้งกุลาดำที่ให้ความดันที่ระดับ 600 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที (B); เจลกุ้งกุลาดำที่ให้ความดันที่ระดับ 800 เมกกะปาสคาล นาน 20 นาที (C); เจลกุ้งกุลาดำที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (D); เจลกุ้งกุลาดำที่ให้ความดันที่ระดับ 400 เมกกะปาสคาล แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (E) (กำลังขยาย 10,000 เท่า).....99

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบภาคผนวกที่	หน้า
1 กิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสจากกล้ามเนื้อกุ้งกุลาดำ ในสารละลายเม็กไอเวนบัฟเฟอร์ เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ที่มีค่าความเป็นกรดต่าง 5.5 และ 7.0 ที่ สภาวะอุณหภูมิ 30 40 50 55 60 65 70 และ 80 องศาเซลเซียส.....	120
2 กิจกรรมของเอนไซม์โปรตีเอสจากกล้ามเนื้อกุ้งกุลาดำ ในสารละลายเม็กไอเวนบัฟเฟอร์ เข้มข้น 0.2 โมลาร์ ที่มีค่าความเป็นกรดต่าง 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 และ 8.5 ที่สภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.....	121
3 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Lowry method โดยใช้สารละลายไทโรซิน เป็นสารละลายโปรตีนมาตรฐาน.....	122
4 อุณหภูมิภายในเจลกุ้งกุลาดำที่บรรจุในไส้เทียมซูริมิ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ขณะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที.....	123
5 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Biuret method โดยใช้ Bovine Serum Albumin เป็นสารละลายโปรตีนมาตรฐาน.....	126
6 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาค่าTBARS โดยใช้ malonaldehyde เป็นสารละลายมาตรฐาน.....	131
7 กราฟแสดงการวัดค่าแรงเฉือนโดยใช้ Warner Bratzler Blade.....	133
8 เครื่อง TA-Xi2 Texture Analyzer ติดตั้งหัว Warner Bratzler Blade.....	134
9 กราฟแสดงการวัดค่าแรงกดโดยใช้หัว Cylinder.....	135
10 เครื่อง TA-Xi2 Texture Analyzer ติดตั้งหัว cylinder เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร.....	135
11 กราฟแสดงการวัดค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนเจาะทะลุ โดยใช้หัว plunger เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร.....	136
12 เครื่อง TA-Xi2 Texture Analyzer ติดตั้งหัว plunger เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร.....	137