

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม	3
2.2 จุลินทรีย์ที่พบในภาชนะปิดสนิท	3
2.3 กระบวนการให้ความร้อนระดับสเตอริไลส์	8
2.4 รีทอร์ทเพาซ์	35
บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง	38
3.1 วัตถุประสงค์	38
3.2 สารเคมี	38
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	39
3.5 การผลิตน้ำพริกหนุ่ม	39
3.6 วิธีการทดลอง	40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 4 ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลและผลการทดลอง	43
4.1 ศึกษาการกระจายความร้อนที่ช้าที่สุดในหม้อน้ำแข็ง	43
4.2 ศึกษาหาจุดร้อนข้างของอุณหภูมิต่ำ	50
4.3 ศึกษาการหาค่า F_0 ที่เหมาะสมของอุณหภูมิต่ำแต่ละชนิด	56
4.4 ศึกษาการแปรรูปน้ำพริกหนุ่มด้วยกระบวนการสเตอริไลส์	57
4.5 ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์	62
4.6 ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และการทดสอบ ทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ทำที่ปรับกรด การปรับกรด	67
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	72
5.1 สรุปผลการทดลอง	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก รูปวัตถุสืบ เครื่องมือ และผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม	80
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ส่วนประกอบทาง เคมี จุลชีววิทยา และวิธีการเตรียมตัวอย่าง	86
ภาคผนวก ค การทดสอบทางประสาทสัมผัส	96
ภาคผนวก ง การคำนวณค่า F_0	99
ประวัติผู้เขียน	156

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ค่า a_w ขั้นต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้	12
2.2 จำนวนสปอร์ที่เหลือรอดหลังจากผ่านกระบวนการ 12 D	16
2.3 ความทนทานต่อความร้อนของแบคทีเรียในอาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ต่างๆ	18
2.4 การต้านทานความร้อนของแบคทีเรียชนิดต่างๆ	21
2.5 ค่า F_0 ที่ต้องการสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆด้วยความร้อน	23
4.1 ผลการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของตระกร้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	44
4.2 ผลการแทรกผ่านความร้อนในแนวนอนของตระกร้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	47
4.3 ผลการแทรกผ่านความร้อนของถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใส	50
4.4 ผลการแทรกผ่านความร้อนของถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดทึบแสง	53
4.5 ค่าการแทรกผ่านความร้อนของถุงรีทอร์ทเพาซ์ถุงใส และถุงทึบแสง	56
4.6 ค่าการแทรกผ่านความร้อนของถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใส และชนิดทึบแสงที่ทำการทดลอง 3 ชั้น	58
4.7 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำพริกหนุ่มซดควบคุม และน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการ สเตอริไลส์ ที่สภาวะ $F_{0.5}$ (ถุงชนิดใส) และ $F_{0.4}$ (ถุงชนิดทึบแสง)	63
4.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ยีสต์และรา ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์	64
4.9 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point hedonic scale ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์	65
4.10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี line scale ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์	65
4.11 คุณภาพและเคมีของน้ำพริกหนุ่มซดควบคุม และน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการสเตอริไลส์ ที่สภาวะ $F_{0.5}$ (ถุงชนิดใส) และ $F_{0.4}$ (ถุงชนิดทึบแสง) ที่ทำการปรับกรด 3 ระดับ	68
4.12 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ยีสต์และรา ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ ที่ทำการปรับกรด 3 ระดับ ตาราง	69
4.13 การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point hedonic scale ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ที่ทำการปรับกรด 3 ระดับ	70

ตาราง	หน้า
4.14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี line scale ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ ที่ทำการปรับกรด 3 ระดับ	71
ง1 ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้ง เทียบกับเวลา	100
ง2 ข้อมูลค่า F_0 ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้ง เทียบกับเวลา	103
ง3 ข้อมูล Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวตั้ง เทียบกับเวลา	107
ง4 ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวนอน เทียบกับเวลา	108
ง5 ข้อมูลค่า F_0 ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวนอน เทียบกับเวลา	110
ง6 ข้อมูล Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆ ในแนวนอน เทียบกับเวลา	113
ง7 ข้อมูลอุณหภูมิของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดใส เทียบกับเวลาในการทดลอง	114
ง8 ข้อมูลค่า F_0 ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดใส เทียบกับเวลาในการทดลอง	117
ง9 ข้อมูล Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดใส เทียบกับเวลา ในการทดลอง	120
ง10 ข้อมูลอุณหภูมิ น้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดทึบแสง เทียบกับเวลาในการทดลอง	122
ง11 ข้อมูล F_0 น้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดทึบแสง เทียบกับเวลาในการทดลอง	124
ง12 ข้อมูล Heating curve น้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซ์ชนิดทึบแสง เทียบกับเวลา ในการทดลอง	126
ง13 ข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซ์ถุใส	128
ง14 ข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซ์ถุทึบแสง	134
ง15 ข้อมูล Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของเทอร์โมคัปเปิล ตำแหน่ง TC1 ในตระกร้าของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	140
ง16 ข้อมูล Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของเทอร์โมคัปเปิล ตำแหน่ง TC2 ในตระกร้าของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	144

ตาราง	หน้า
ง17 ข้อมูล Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของเทอร์โมคัปเปิล ตำแหน่งTC3ในตระกร้าของหม้อนึ่งมาเชื้อ	149
ง18 ผลการคำนวณ F_0 โดยวิธี Ball formular ของถุนรีทอร์ทเพาช์สูงใส	152
ง19 ผลการคำนวณ F_0 โดยวิธี Ball formular ของถุนรีทอร์ทเพาช์สูงทึบแสง	153
ง20 ค่าวิกฤติQ ที่ความเชื่อมั่นที่ 95%	155



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่	13
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์ที่เหลือรอดและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ	14
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์ที่เหลือรอดและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิคงที่	14
3 อุณหภูมิ	
2.4 Thermal death time curve	19
2.5 D-value and Z-value	20
2.6 ตำแหน่งของเทอร์โมคัปเปิล	28
2.7 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหารแบบ conduction และ convection	28
2.8 กราฟแทรกผ่านความร้อนแบบ Simple heating curve	32
2.9 กราฟแทรกผ่านความร้อนแบบ Cooling curve	33
2.10 กราฟแทรกผ่านความร้อนแบบ Broken heating curve	33
2.11 Semilog heating curve and heating parameter	34
2.12 Semilog cooling curve and cooling parameter	34
4.1 บอกตำแหน่งเทอร์โมคัปเปิลในตระกร้าหม้อหนึ่งฆ่าเชื้อตำแหน่งต่างๆตามแนวตั้ง	43
4.2 บอกตำแหน่งเทอร์โมคัปเปิลในตระกร้าหม้อหนึ่งฆ่าเชื้อตำแหน่งต่างๆตามแนวนอน	43
4.3 อุณหภูมิของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆในแนวตั้งเทียบกับเวลา	45
4.4 ค่า F_0 ของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆในแนวตั้งเทียบกับเวลา	45
4.5 Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆในแนวตั้งเทียบกับเวลา	46
4.6 อุณหภูมิของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆในแนวนอนเทียบกับเวลา	48
4.7 ค่า F_0 ของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ตำแหน่งต่างๆในแนวนอนเทียบกับเวลา	48
4.8 Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ต่างๆในแนวนอน เทียบกับเวลา	49
4.9 อุณหภูมิ น้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ชนิดใส เทียบกับเวลาในการทดลอง	51
4.10 ค่า F_0 น้ำพริกหนุ่มในถุจรีเทอร์ทเพาซ์ชนิดใสเทียบกับเวลาในการทดลอง	51

รูป	หน้า
4.11 Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซซนคไสเทียบกับเวลาในการทดลอง	52
4.12 อุณหภูมิน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง เทียบกับเวลาในการทดลอง	54
4.13 ค่า F_0 น้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสงต่างๆ เทียบกับเวลาในการทดลอง	54
4.14 Heating curve ของน้ำพริกหนุ่มในถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง เทียบกับเวลาในการทดลอง	55
4.15 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคไส	56
4.16 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง	57
4.17 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคไสในการทดลอง ครั้งที่ 1	58
4.18 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคไสในการทดลอง ครั้งที่ 2	59
4.19 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคไส ในการทดลอง ครั้งที่ 3	59
4.20 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง ในการทดลอง ครั้งที่ 1	60
4.21 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง ในการทดลอง ครั้งที่ 2	60
4.22 การแทรกผ่านความร้อนของถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสง ในการทดลอง ครั้งที่ 3	61
ก1 พริกหนุ่มสดพันธุ์แม่ปิง	81
ก2 ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มที่ได้จากการแปรรูป	81
ก3 เครื่องฆ่าเชื้อความดันสูง	82
ก4 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและเวลา	82
ก5 หัวเข็มเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ศึกษาการแทรกผ่านความร้อนที่ช้าที่สุดของถุรีทอรัทเพาซซนคไสและนคทบแสง	83
ก6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการแทรกผ่านความร้อน	83
ก7 ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ในถุรีทอรัทเพาซซนคไสที่ใช้ $F_{0.5}$ และถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสงที่ใช้ $F_{0.4}$	84
ก8 ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ในถุรีทอรัทเพาซซนคไสที่ใช้ $F_{0.5}$ ทำการปรับกรด 3 ระดับ (0.1% 0.2% 0.3%)	84
ก9 ลักษณะปรากฏของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ในถุรีทอรัทเพาซซนคทบแสงที่ใช้ $F_{0.4}$ ทำการปรับกรด 3 ระดับ (0.1% 0.2% 0.3%)	85
ง1 Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวคิ่งของเทอร์โมคัปเปิลตำแหน่ง TC1 ในตระกร้าของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	142

รูป	หน้า
ง2 Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของเทอร์โมคัปเปิลตำแหน่งTC2 ในตระกร้าของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	147
ง3 Heating curve ของการแทรกผ่านความร้อนในแนวตั้งของเทอร์โมคัปเปิลตำแหน่งTC3 ในตระกร้าของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	151



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved