บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

1) หมูเนื้อแดงสดส่วนสะโพก บดผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร

2) มันหมูแข็งส่วนหลัง บดผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร

3) ไส้หมูแห้ง (ร้านปิ่นทิพย์, จังหวัดเชียงใหม่)

4) ข่า ขมิ้น (Ti Taree, ประเทศไทย)

5) ตะไคร้ (บริษัท เอสแอนด์บี ฟู้ดส์ ซัพพลาย จำกัด, ประเทศไทย)

6) หอมแดงและกระเทียม (บริษัท ตะวันพืชผล จำกัด, ประเทศไทย)

7) รากผักชี ใบมะกรูด พริกแห้ง (หจก. ศิริเรืองอำไพ, ประเทศไทย)

8) กะปิ (บริษัท ริมทะเล-กรุงเทพ จำกัด, ประเทศไทย)

9) เกลือ (บริษัท สหพัฒนพิบูล จำกัด, ประเทศไทย)

10) น้ำปลา (บริษัท ไพโรจน์ (ทั่งซังฮะ) จำกัด, ประเทศไทย)

11) น้ำตาล (บริษัท ครีเดนซ์ จำกัด, ประเทศไทย)

12) ผงชูรส (บริษัท อายิโนะโมะโตะ (ประเทศไทย) จำกัด)

13) ซีอิ๊วขาว (บริษัท หยั่นหว่อหยุ่น จำกัด, ประเทศไทย)

14) บุกเส้นสำเร็จรูป (บริษัท มังคิ คิง ฟูด จำกัด, ประเทศไทย)

15) ผงบุก (บริษัท สหชลผลพืช จำกัด, ประเทศไทย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

16) แคปปาคาราจีแนน (บริษัท บรอนสัน แอนด์ จาคอบส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.2 อุปกรณ์

1) เครื่องบดพริกแกง (Model RON-FP135, Ronic, France)

2) เตาอบ (Link Rich, บริษัท กล้วยน้ำไท จำกัด, ประเทศไทย)

3) ชุดเครื่องครัวและเครื่องครัวสเตนเลส

3) เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) (Novasina, Switzerland)

4) เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA-XT Plus, UK)

5) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (2050 SOXTEC Auto Extraction Unit, Avani, USA)

6) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Model 100-800, Memmert, Germany)

7) เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (F-22, HORIBA, Japan)

8) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Model 10 UV Scaning, Genesvs, USA)

9) ตู้อบลมร้อน (Model 400, Memmert, Germany)

10) ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้วและเครื่องมือวิทยาศาสตร์

11) ถ้วยพลาสติกพร้อมฝา ขนาด 3 ออนซ์ ซึ่งสามารถทนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (บริษัท อีสเทิร์นโพลีแพค จำกัด, ประเทศไทย)

3.1.3 สารเคมี

1) ปิโตเลียมอีเทอร์ (RCI LABSCAN LIMITED, Thailand)

2) Thiobarbituric acid (TBA) (MERCK, Germany)

3) Thichloroacetic acid (TCA) (MERCK, Germany)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) 1,1,3,3 - Tetraethoxypropane (TEP) (ALDRICH, Germany)

5) 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT) (Fluka, Switzerland)

6) เปปโตน (peptone) (Difco Laboratories, USA)

7) อาหารแข็งเพลตเคานต์ (plate count agar, PCA) (Merck, Germany)

8) อาหารแข็งโพเตโต เดกซโตรส (potato dextrose agar, PDA) (Merck, Germany)

9) กรดมาลิก (malic acid) (SIGMA-ALDRICH, Singapore)

3.2 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองแบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 การพัฒนาสูตรต้นแบบของไส้อั่ว

1.1 การคัดเลือกสูตรต้นแบบ

1.2 การปรับปรุงสูตรของไส้อั่ว

ตอนที่ 2 การพัฒนาสูตรไส้อั่วลดไขมัน

ตอนที่ 3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้อั่วลดไขมันที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับไส้อั่วสูตรต้นแบบ

ตอนที่ 4 การใช้กลีเซอรอลและการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาของไส้อั่วลดไขมัน

4.1 การศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วลดไขมัน

4.2 การใช้กลีเซอรอลร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตอนที่ 5 การประเมินอายุการเก็บของไส้อั่วลดไขมันที่พัฒนาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 1 การพัฒนาสูตรต้นแบบของไส้อั่ว

1.1 การคัดเลือกสูตรต้นแบบ

ทดลองผลิตไส้อั่วเพื่อใช้ในการคัดเลือกเป็นสูตรต้นแบบ โดยเตรียมเครื่องแกง เนื้อหมู มันหมู และไส้หมู ผลิตไส้อั่วตามกรรมวิธีการผลิตดังภาพ 3.1 โดยใช้สูตร 3 สูตรดังนี้คือ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากสูตรของศรีสมร (2535) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากสูตรของวิจิตรา (2551) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจากสูตรของปริญญา และคณะ (2544) ดังตาราง 3.1 โดยแต่ละสูตรใช้ปริมาณไขมันเท่ากัน และมีปริมาณของส่วนผสมเครื่องแกงใกล้เคียงกัน ยกเว้นสูตรที่ 1 มีผิวมะกรูด ซึ่งสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มี ส่วนสูตรที่ 3 มีพริกไทยและเม็ดผักชี ซึ่งสูตรที่ 1 และ 2 ไม่มีในส่วนผสมเครื่องแกง

เตรียมส่วนประกอบ เช่น พริกแห้งเม็ดใหญ่สีแดงสม่ำเสมอ
กระเทียม หอมแดง ตะไคร้ ข่า ขมิ้น และกะปิ

↓

เลือกส่วนที่มีตำหนิและส่วนที่เน่าเสียออก ปอกเปลือก หั่นหรือซอย

↓

โขลก/ปั่นส่วนผสมให้เข้ากัน นำมาผสมกับใบมะกรูดหั่นฝอย

↓

นำมาผสมกับหมูเนื้อแดงบดและมันหมูบด

↓

กรอกลงไส้หมู มัดปลาย

↓

อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

↓

รอให้ผลิตภัณฑ์เย็นลง เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ภาพ 3.1 กรรมวิธีการผลิตไส้อั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.1 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรต้นแบบของไส้อั่ว

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
ส่วนประกอบหลัก			
หมูเนื้อแดง	100	100	100
มันหมูแข็ง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	50	50	50
ส่วนผสมพริกแกง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)			
ซีอิ๊วดำ	1.0	-	-
น้ำปลา	4.0	2.0	-
ใบมะกรูดหั่นฝอย	1.7	1.7	0.1
ซีอิ๊วขาว	3.0	1.3	-
น้ำ	20.0	-	-
เกลือป่น	0.5	1.7	1.5
น้ำตาลทราย	-	1.3	-
ผงชูรส	-	1.3	0.3
พริกแห้ง	3.0	1.7	1.5
ตะไคร้หั่นฝอย	16.0	2.7	3.2
กระเทียม	7.0	2.7	3.0
หอมแดงหั่นหยาบ	3.0	3.0	8.0
ผิวมะกรูดหั่นฝอย	1.5	-	-
รากผักชี	-	0.3	-
เม็ดผักชี	-	-	1.6
พริกไทยป่น	-	-	0.6
ขมิ้น	-	0.8	0.5
ข่า	-	1.0	-
กะปิ	1.0	1.7	1.6

หมายเหตุ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากศรีสมร (2535), สูตรที่ 2 ดัดแปลงจากวิจิตรา (2551) และ สูตรที่ 3 ดัดแปลงจากปริญญา และคณะ (2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ทดลองทำสูตรละ 2 ซ้ำ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ได้ไปทดสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพและทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคดังนี้

- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี a_w (Novasina, Switzerland)
- ความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2000)
- ปริมาณไขมัน ตามวิธีการของ AOAC (2000)
- การทดสอบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส 2 แบบ ได้แก่
  1) การวัดเนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Lin and Huang (2008)

การประเมินคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของไส้อั่วแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture analyser (TA-XT Plus, UK) ในแต่ละสิ่งทดลอง โดยเตรียมไส้อั่วตัดตามหน้าตัดของไส้อั่วให้มีความหนา 1 เซนติเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการวัดค่าตัวอย่างด้วยหัวอะลูมิเนียม ทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (Ø 50 mm aluminum cylinder probe) โหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดค่า 50 กิโลกรัม โดยกำหนดการวัดค่าของเครื่องมือ ใช้ความเร็วก่อนการวัดค่าตัวอย่าง 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทำการวัดค่าตัวอย่าง 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการวัดค่าตัวอย่าง 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะเวลาระหว่างการกดครั้งที่สอง 5 วินาที ตัวอย่างจะถูกกดลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 60 ของความสูงตัวอย่าง แต่ละสิ่งทดลองจะทำการวัดค่า 20 ตัวอย่าง

2) การวัดค่าแรงเฉือน ตามวิธีการที่ดัดแปลงจากนัชนา (2551)

ประเมินคุณลักษณะทางด้านความแน่นเนื้อ (firmness) ของไส้อั่วในแต่ละสิ่งทดลอง ด้วยเครื่อง Texture analyser (TA-XT Plus, UK) โดยเตรียมไส้อั่วตัดตามหน้าตัดของไส้อั่วให้มีความหนา 3 เซนติเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการวัดค่าตัวอย่างด้วยหัววัดทดสอบแรงเฉือน (blade set with Warner Bratzler) โหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดค่า 50 กิโลกรัม โดยกำหนดการวัดค่าของเครื่องมือ ใช้ความเร็วก่อนการวัดค่าตัวอย่าง 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทำการวัดค่าตัวอย่าง 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการวัดค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่าง 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะทางที่ใช้ในการวัดค่าตัวอย่าง 40 มิลลิเมตร แต่ละสิ่งทดลองจะทำการวัดค่า 20 ตัวอย่าง

- การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ทำการทดสอบในห้องประเมินทางประสาทสัมผัสที่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale)(Peryam and Pilgrim, 1957) ด้วยแบบทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Susense, Thailand) ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายคือผู้ที่เคยรับประทานไส้อั่ว สุ่มผู้ทดสอบโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) โดย เสิร์ฟตัวอย่างไส้อั่วตัวอย่างละ 2 ชิ้น น้ำหนักรวมประมาณ 15 กรัม บรรจุในถ้วยชิมที่มีฝาปิด เก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Model 100-800, Memmert, Germany) เพื่อรอการทดสอบ ขณะเสิร์ฟให้มีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ตัวอย่างจะถูกนำเสนอต่อผู้ทดสอบทีละตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง ด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว โดยมีการสุ่มลำดับการนำเสนอ ในการลดผลกระทบที่เกิดจากการชิมตัวอย่างก่อนหน้าและส่งผลถึงตัวอย่างถัดไป (Lawless and Heymann, 2010) ให้ผู้ทดสอบเคี้ยวข้าวสวย 1 ช้อน ก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป หลังจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยให้คะแนนความชอบแล้วจะให้ทำการทดสอบความพอดี just about right scale (JAR) แบบ 5 สเกล ควบคู่ไปด้วยในทุกตัวอย่าง โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างไส้อั่วแล้วระบุแนวโน้มที่ต้องการให้ปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 5 = ปรับให้เพิ่มขึ้นมาก, 4 = ปรับให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย, 3 = พอดี, 2 = ปรับให้ลดลงเล็กน้อย และ 1 = ปรับให้ลดลงมาก ในด้านความละเอียดของเนื้อไส้อั่ว รสเค็ม และความเผ็ด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม Statistix 8.1 (Statistix, USA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 การปรับปรุงสูตรของไส้อั่ว

จากผลการคัดเลือกสูตรต้นแบบ ได้สูตรที่ 2 (วิจิตรา, 2551) ซึ่งมีส่วนผสมดังตาราง 3.1 และเมื่อพิจารณาผลจากสเกลความพอดี พบว่า ควรปรับปรุงสูตร โดยควรปรับปรุงในด้านความเผ็ดและรสเค็ม ดังนั้นจึงทำการผันแปรปริมาณพริกแห้งจากเดิมร้อยละ 1.66 เป็นช่วงระหว่างร้อยละ 1.66 และร้อยละ 3.0 ของปริมาณเนื้อหมู และปริมาณเกลือจากเดิมร้อยละ 1.7 เป็นช่วงระหว่างร้อยละ 1.5 และร้อยละ 1.7 ของปริมาณเนื้อหมู จัดการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 × 2 ได้ทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง (ตาราง 3.2) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1.1 ยกเว้นไม่ทำการทดสอบความพอดี

ตาราง 3.2 สิ่งทดลองที่ได้จากการผันแปรปริมาณเกลือและพริก

สิ่งทดลอง	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ)	ปริมาณพริก (ร้อยละ)
1	1.5	1.66
2	1.7	1.66
3	1.5	3.00
4	1.7	3.00

ตอนที่ 2 การพัฒนาสูตรไส้อั่วลดไขมัน

ทำการทดแทนไขมันโดยใช้มันหมูร้อยละ 40 และสารทดแทนไขมันร้อยละ 60 ซึ่งรวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ 50 ของเนื้อหมูในสูตร สารทดแทนไขมันที่ใช้ 2 ชนิด คือ เจลบุก และบุกผสมแคปปาคาราจีแนน ซึ่งใช้อัตราส่วนของบุกและแคปปาคาราจีแนนที่ 70:30 และ 50:50 โดยเตรียมเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน ได้จากการนำบุกผงมาผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 70:30 และ 50:50 โดยเตรียมให้มีความเข้มข้นร้อยละ 4 (ปริญญา และคณะ, 2544) ละลายในน้ำจนเข้ากันดี แล้วจึงนำไปตั้งบนเตาไฟเพื่อให้ความร้อนนาน 10-15 นาที จนเจลมีลักษณะใส เทใส่ถาดทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 คืน นำออกมาหั่นให้มีขนาด 0.5×0.5×0.5 เซนติเมตร หรือบดหยาบให้มีขนาดใกล้เคียงกับมันแข็งบดหยาบ แล้วจึงนำไปผสมในไส้อั่วโดยใช้เป็นสารทดแทนไขมัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ทดลองทำสูตรละ 2 ซ้ำ โดยมีเป้าหมายให้สามารถลดปริมาณไขมันในสูตรได้อย่างน้อยร้อยละ 25 ตามประกาศกระทรวง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาธารณสุข ฉบับที่ พ.ศ. 2541 เรื่องฉลากโภชนาการ โดยใช้สูตรไส้อั่วต้นแบบที่ได้จากการทดลองตอนที่ 1 ดังตาราง 4.8 อบไส้อั่วในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1.2 นอกจากนี้ทำการทดสอบสารพอลิไซคลิก อะโรเมติก ไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)

ตอนที่ 3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้อั่วลดไขมันเปรียบเทียบกับไส้อั่วสูตรต้นแบบ

ทำการผลิตไส้อั่วลดไขมันสูตรที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 2 และไส้อั่วสูตรต้นแบบ (ตาราง 4.8) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ได้มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่รับประทานไส้อั่ว 200 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale)

ตอนที่ 4 การใช้กลีเซอรอลและการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาของไส้อั่วลดไขมัน

4.1 การศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วลดไขมัน

ทดลองโดยทำการหมักเนื้อหมูด้วยกลีเซอรอล โดยศึกษาปริมาณกลีเซอรอล 3 ระดับ (เข้มข้นร้อยละ 0, 25 และ 50) และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ 3 ระดับ (16, 20 และ 24 ชั่วโมง) อัตราส่วนของเนื้อหมูกับสารละลายกลีเซอรอลเท่ากับ 2:1 วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3^2 +2 จุดกึ่งกลาง (Factorial 3^2 + 2 center points) ได้สิ่งทดลองจำนวน 11 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 3.3 จากนั้นนำเนื้อหมูที่ได้มาสะเด็ดสารละลายกลีเซอรอลออก ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำมาผลิตไส้อั่วตามสูตรลดไขมันที่ได้จากการทดลองที่ 2 (ตาราง 4.12) อบไส้อั่วในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไส้อั่วที่ได้ทั้งหมดไปทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 1.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์สมการถดถอย (regression analysis) และหาจุดที่เหมาะสม (optimization) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design-Expert Version 6.0.2 (Minneapolis, Minnesota)

ตาราง 3.3 สิ่งทดลองในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีด้วยสารละลายกลีเซอรอล จำนวน 11 สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ความเข้มข้นของกลีเซอรอล (ร้อยละ)	เวลาในการแช่ (ชั่วโมง)
1	0	16
2	25	16
3	50	16
4	0	20
5	25	20
6	50	20
7	0	24
8	25	24
9	50	24
10	25	20
11	25	20

4.2 การใช้กลีเซอรอลร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

เนื่องจากในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของไส้อั่ว แต่จากการทดลองที่ 4.1 พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ได้ยังมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลงเพียงเล็กน้อย เนื่องจากหากลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลงมากโดยการใช้กลีเซอรอลที่ความเข้มข้นสูงจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสหวานและมีลักษณะปรากฏที่ฉ่ำผิดปกติ ดังนั้นจึงนำ hurdle technology เข้ามาช่วย โดย hurdle technology เป็นการเลือกใช้ปัจจัยหรือวิธีการต่างๆ มาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสมในอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ละชนิด เพื่อเพิ่มความคงตัว (stability) ความปลอดภัยและคุณภาพของอาหารและเพื่อการควบคุมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากในการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาไส้อั่วโดยไม่ใช้วัตถุกันเสีย มีแผนที่จะทำการทดลองบรรจุไส้อั่วในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศและสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งสภาวะดังกล่าวประกอบกับคุณภาพทางเคมีของไส้อั่วมีความเสี่ยงต่อการเจริญของเชื้อ *Clostridium perfringens* ดังนั้นจึงทำการปรับความเป็นกรด-ด่าง เพื่อปรับสภาวะไม่ให้เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อชนิดนี้ ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 5.0 (Leistner and Gould, 2002) การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของไส้อั่วให้ต่ำกว่า 5.0 นั้น อาจทำให้ไส้อั่วมีรสเปรี้ยว ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการลดค่าความเป็นกรด-ด่างลงให้ได้มากที่สุด โดยไม่กระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากตาราง 3.4 ซึ่งเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง เวลาในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิเดียวกันจะลดลง

ตาราง 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างและค่า *F*-values

pH	7.0	6.0	5.7	5.5	5.2	5.0	4.6
F_{min}	3.0	3.0	2.6	2.3	1.9	1.6	1.2

ที่มา : Holdsworth (1997)

ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ต้องอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ จากสูตรที่แช่เนื้อหมูด้วยกลีเซอรอล ในการทดลอง 4.1 ไส้อั่วจะมีรสออกหวานเล็กน้อย ดังนั้นในสูตรใหม่จึงมีการเพิ่มปริมาณเกลือจากเดิมร้อยละ 1.5 เป็นร้อยละ 1.7 ของปริมาณเนื้อหมู เพื่อเป็นการปรับรสชาติและช่วยลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลง พร้อมทั้งเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบให้มากขึ้น

จากการศึกษาทดลองปรับปริมาณกรดที่เติมเบื้องต้น (ไม่ได้แสดงข้อมูล) และเหตุผลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อดังกล่าวข้างต้น จึงทำการทดลองเปรียบเทียบไส้อั่วสูตรลดไขมันที่ได้จากการทดลองที่ 2 กับไส้อั่วที่มีการปรับสภาวะต่างๆในการทดลองนี้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ได้ 2 สิ่งทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ สิ่งทดลองที่ 1 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันที่ได้จากการทดลองที่ 2 และสิ่งทดลองที่ 2 คือ ไส้อั่วที่มีการปรับสภาวะต่างๆ ดังตารางที่ 3.5 จากนั้นนำทั้ง 2 สิ่งทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจสอบคุณภาพดังการทดลองข้างต้นแต่สำหรับการทดสอบการยอมรับผู้บริโภคนั้นใช้กลุ่มเป้าหมายที่รับประทานไส้อั่ว จำนวน 100 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่จะนำไปทดลองในการประเมินอายุการเก็บรักษาในการทดลองต่อไป

ตาราง 3.5 สิ่งทดลองที่ใช้ในการเปรียบเทียบไส้อั่วลดไขมันกับไส้อั่วสูตรลดไขมันที่มีการปรับสภาวะ

การปรับสภาวะ	ไส้อั่วสูตรลดไขมัน	ไส้อั่วสูตรลดไขมันที่มีการปรับสภาวะ
การใช้น้ำตาล	ใช้	ไม่ใช้
ปริมาณเกลือ	ร้อยละ 1.5 ของปริมาณเนื้อหมู	ร้อยละ 1.7 ของปริมาณเนื้อหมู
การแช่กลีเซอรอล	ไม่แช่	แช่ (ร้อยละ 16 นาน 17 ชั่วโมง)
การเติมกรดมาลิก	ไม่เติม	เติม (ร้อยละ 0.15ของส่วนผสมทั้งหมด)

หมายเหตุ ไส้อั่วสูตรลดไขมัน (ตาราง 4.14)

ตอนที่ 5 การประเมินอายุการเก็บของไส้อั่วลดไขมันที่พัฒนาได้โดยไม่ใช้วัตถุกันเสีย

นำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วสูตรลดไขมันที่ทำการปรับสภาวะจากการทดลองตอนที่ 4.2 มาทำการเก็บรักษาโดยนำมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด Nylon/LLDPE บรรจุภายใต้สภาวะ 4 สภาวะ คือ

1) ภายใต้บรรยากาศปกติ

2) แบบสุญญากาศ

3) แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ (นำไส้อั่วในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศไปพาสเจอร์ไรส์ในน้ำเดือดให้มีอุณหภูมิจุดกึ่งกลาง 75 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที) เนื่องจากในผลิตภัณฑ์เนื้อ สำนักงานคณะกรรมอาหารและยา ได้ระบุถึงการควบคุมกระบวนการผลิตว่า การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เนื้อ เช่น ลูกชิ้น หรือหมูยอ ควรให้อุณหภูมิใจกลางผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

4) บรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2: N_2 เท่ากับ 70: 30)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นนำตัวอย่างไส้อั่วไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำตัวอย่างไส้อั่วที่เก็บรักษามาตรวจคุณภาพทุกวัน ในคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

- จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
- จำนวนยีสต์และรา (AOAC, 2000)
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter
- ค่า Thiobabituric Acid Reactive Substances, TBARs (AOAC, 2003)
- ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่รับประทานไส้อั่ว ทางด้านประสาทสัมผัส โดยสุ่มตัวอย่างที่เก็บรักษาที่บรรจุในสภาวะที่แตกต่างกัน ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยเสิร์ฟ ตัวอย่างละ 2 ชิ้น ในถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิด ให้ผู้ทดสอบพิจารณาในด้านลักษณะปรากฏและการดมกลิ่นและให้บอกว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved