สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา

(Surimi replacement by tofu in fish ball)

จัดทำโดย

1. นางสาวนานา	ติรไพบูลย์	รหัสประจำตัว	47040159
2. นางสาวไพลิน	ศิริโชคนิมิต	รหัสประจำตัว	47040164
3. นางสาววันทนา	ประเสริฐสุวรรณ	รหัสประจำตัว	47040170

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ยุพร พืชกมุทร

2Fw.
24671
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85425
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010066
i.....

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา

(Surimi replacement by tofu in fish ball)

จัดทำโดย

1. นางสาวนานา	**ติรไพบูลย์**	**รหัสประจำตัว**	**47040159**
2. นางสาวไพลิน	**ศิริโชคนิมิต**	**รหัสประจำตัว**	**47040164**
3. นางสาววันทนา	**ประเสริฐสุวรรณ**	**รหัสประจำตัว**	**47040170**

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ยุพร พืชกมุทร..... .....17/03/51.....

(ดร. ยุพร พืชกมุทร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานา ติรไพบูลย์ ไพลิน ศิริโชคนิมิต และ วันทนา ประเสริฐสุวรรณ. 2551. : การทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา (Surimi replacement by tofu in fish ball). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ยุพร พืชกมุทร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา โดยทดลองทดแทนซูริมิในลูกชิ้นปลาที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ พบว่าแบตเตอร์ของสูตรที่ใช้เต้าหู้ทดแทนมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแบตเตอร์สูตรควบคุม โดยเมื่อทดแทนเต้าหู้เพิ่มมากขึ้นจะทำให้แบตเตอร์มีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง และเมื่อนำไปผลิตลูกชิ้นปลาจะทำให้เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลานิ่มลงด้วย ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าสามารถใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิได้ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ คือ 3 เปอร์เซ็นต์ 4 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ดี และเมื่อปรับปรุงกลิ่นรส โดยการเติมกลิ่นรสหมู พบว่าคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำลูกชิ้นปลาสูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับมาเก็บรักษาเปรียบเทียบกับลูกชิ้นสูตรควบคุม โดยบรรจุในถุง N/LLDPE (nylon / laminate low density polyethylene) ภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่าลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าลูกชิ้นสูตรควบคุม โดยลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 9 วัน ขณะที่ลูกชิ้นสูตรควบคุมมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 10 วัน

นานา ติรไพบูลย์ .....
ไพลิน ศิริโชคนิมิต .....
วันทนา ประเสริฐสุวรรณ 17/03/51

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ รวมทั้งให้ความรู้ ข้อคิดเห็น คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ อันมีค่าและเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษ นอกจากนั้นยังเป็นผู้ที่ตรวจสอบและแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้เพื่อให้ปัญหาพิเศษออกมาสมบูรณ์ที่สุด สุดท้ายขอขอบคุณห้องสมุดคณะอุตสาหกรรมเกษตร ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร และสำนักหอสมุดกลาง ในการเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทความรู้ให้ตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นแรงบันดาลใจ ให้กำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆ ที่ช่วยถ่ายทอดประสบการณ์การทำปัญหาพิเศษ และเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำและคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

นานา ติรไพบูลย์
ไพลิน ศิริโชคนิมิต
วันทนา ประเสริฐสุวรรณ
21 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 เต้าหู้	2
2.2 ลูกชิ้น	5
2.3 ซูริมิ	12
2.4 การเติมผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	16
บทที่ 3 อุปกรณ์ เครื่องมือ วัตถุดิบ และวิธีการทดลอง	17
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	17
3.2 วัตถุดิบ	18
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	23
4.1 ผลของการหาปริมาณเต้าหู้ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนซูริมิในลูกชิ้นปลา	23
4.2 ผลของการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ	25
4.3 ผลของการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ	25
4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ	26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้เขียน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเต้าหู้ 5

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลา 19

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณความชื้นของเต้าหู้และซูริมิ 23

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์ เมื่อใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ระดับต่างๆ 24

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ ที่ระดับต่างๆ 24

ตารางที่ 4.4 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ เมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่างๆ 25

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ เมื่อเติมกลิ่นรสหมู (คนอร์รสหมูสูตรไม่มีผงชูรส) กับสูตรควบคุม 26

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของลูกชิ้นสูตรควบคุมและ ลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ 50 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน 27

ตารางที่ 4.7 แสดงลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น และเมือกของลูกชิ้นสูตรควบคุมและลูกชิ้น ที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ 50 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างเนื้อปลาบด ซูริมิสด และซูริมิแช่เยือกแข็ง 15
ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงการผลิตลูกชิ้นปลา 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการผลิตและนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน เห็นได้จากในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นออกมาขายในท้องตลาดหลากหลายรูปแบบ เช่น ลูกชิ้นปลา ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นกุ้ง ลูกชิ้นปลาหมึก ลูกชิ้นสาหร่าย เป็นต้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่มีความหลากหลายนี้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ลูกชิ้นปลาเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ได้รับความนิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ ประกอบกับผู้บริโภคมีความใส่ใจในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาโดยการทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ เนื่องจากเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ซึ่งถือเป็นอาหารสุขภาพที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะโปรตีนซึ่งมีในปริมาณที่สูง มีกรดไขมันจำเป็นที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น กรดลิโนเลอิค และกรดลิโนเลนิค เป็นต้น และเต้าหู้ยังมีสารอาหารในกลุ่มของไอโซฟลาโวนส์ ที่ทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน มีประโยชน์ต่อสตรีวัยหมดประจำเดือน ช่วยเสริมสร้างกระดูก และรักษาความชุ่มชื้นยืดหยุ่นของผิวหนัง และมีประโยชน์ในด้านอื่นๆอีก ได้แก่ ช่วยลดและป้องกันโรคมะเร็งเต้านม ช่วยป้องกันโรคหัวใจ เนื่องจากเป็นอาหารที่ไม่มีคอเลสเตอรอลและอุดมไปด้วยโอเมก้า 3 และวิตามินอี นอกจากคุณค่าทางอาหารที่มากมายแล้ว เต้าหู้ยังมีราคาถูก ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ทดแทนซูริมิในการผลิตลูกชิ้นปลาจึงเป็นการลดต้นทุน อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเต้าหู้แข็งในการทดแทนซูริมิในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา
2. ศึกษาหาปริมาณของแป้งมันสำปะหลังเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ
3. ศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ
4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 เต้าหู้

เต้าหู้ เป็นอาหารจากถั่วเหลือง บางครั้งชาวจีนเรียกว่า"เนื้อไร้กระดูก" เพราะเต้าหู้มีโปรตีนสูง คุณภาพดี และย่อยง่าย เมื่อเทียบน้ำหนักกรัมต่อกรัม (อุบล ดีสวัสดิ์, 2547) และพบว่าให้โปรตีนมากกว่าเนื้อสัตว์บางชนิดถึง 2 เท่าในปริมาณที่เท่ากันและยังมีราคาถูกอีกด้วย (เสาวลักษณ์, 2549)

โปรตีนในเต้าหู้ไม่ได้มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของร่างกายเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด โดยช่วยลดคอเลสเตอรอลร้าย เพิ่มคอเลสเตอรอลดี ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาคอเลสเตอรอลสูง และยังมีวิตามินและเกลือแร่หลายชนิดมากเป็นพิเศษ เช่น แคลเซียม เหล็ก สังกะสี และวิตามินบีต่างๆ อีกทั้งยังเป็นอาหารที่ให้แคลอรี่ต่ำ ไขมันน้อยมาก จึงเหมาะสำหรับผู้ควบคุมน้ำหนัก และมีไฟเบอร์น้อยจึงย่อยง่าย (อุบล ดีสวัสดิ์, 2547)

นอกจากมีวิตามินและแร่ธาตุแล้ว ยังมีสารฟิโตเคมิคัล (Phytochemical) ที่มีมากในถั่วเหลือง ได้แก่ ไอโซฟลาโวนส์ (Isoflavones) ช่วยต้านมะเร็งเต้านม มะเร็งในลำไส้ใหญ่ และมะเร็งในกระเพาะอาหาร รวมทั้งทำหน้าที่เป็นเอสโตรเจนเพื่อช่วยปรับสมดุลของฮอร์โมนในหญิงวัยหมดประจำเดือน (อุบล ดีสวัสดิ์, 2547) มีเลซิทิน ซึ่งมีผลในการลดไขมันและช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวกับความทรงจำ (เสาวลักษณ์, 2549) มีกรดอะมิโนในปริมาณที่สมดุล และมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลอิก (Linoleic Acid) และกรดโอเลอิก (Oleic Acid) ซึ่งล้วนเป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย (Health and Cuisine Kitchen, 2547)

เต้าหู้ที่มีคุณภาพดีจะต้องไม่มีกลิ่น รสจืด สีขาว มีเนื้อสัมผัสที่นิ่ม เรียบ แน่น เกาะติดกัน ไม่เป็นยาง (rubbery) และไม่แข็งเกินไป ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้จึงเป็นสิ่งสำคัญและมีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค เต้าหู้ในประเทศไทยมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกันไปขึ้นกับกระบวนการผลิต โดยเต้าหู้สามารถผลิตให้มีลักษณะแตกต่างโดยการปรับปริมาณความชื้น เช่น เต้าหู้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 87-90 เปอร์เซ็นต์ จะมีผิวเรียบและอ่อนนุ่ม ส่วนเต้าหู้ที่มีปริมาณน้ำ 50-60 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะแข็งและมีเนื้อสัมผัสคล้ายเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ชนิดของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกตะกอนก็จะส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ต่างกัน ส่วนรูปร่างและขนาดของเต้าหู้ขึ้นกับความแตกต่างของพิมพ์หรือภาชนะที่ใส่ (อัจฉรา ควรประเสริฐ, 2550)

เต้าหู้ที่เห็นทั่วไปมีสีขาว แต่ตามจริงเต้าหู้ปรุงแต่งรสได้ มีสีและรสชาติแตกต่างกันไป เช่น สีเหลืองรสจะเค็ม สีดำรสจะเค็มหวาน นอกจากสีแล้ว เต้าหู้ยังมีเนื้ออ่อนแข็งให้เลือกอีก ความแตกต่างเหล่านี้อยู่ที่ขั้นตอนการทำ นอกจากจะอร่อยต่างกันแล้ว คุณค่าทางอาหารของแต่ละชนิดก็แตกต่างกันไปด้วย ถ้าแบ่งตามเนื้อของเต้าหู้จะได้ 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ เต้าหู้เนื้อแข็ง เต้าหู้เนื้ออ่อน และเต้าหู้หลอด (Health and Cuisine Kitchen, 2547)

เต้าหู้เนื้อแข็ง

- เต้าหู้ขาวแข็ง ทำจากน้ำเต้าหู้ผสมกับดีเกลือ (แมกนีเซียมซัลเฟต) ที่ช่วยทำให้เกิดการตกตะกอน เมื่อตกตะกอนแล้วจึงนำไปใส่ในผ้าขาวที่ปูอยู่ในบล็อก พอสะเด็ดน้ำแล้วจึงห่อให้เป็นก้อนแล้วทำให้สะเด็ดน้ำอีกครั้งก็จะได้เป็นเต้าหู้ขาวแข็ง (เสาวลักษณ์, 2549)
- เต้าหู้เหลืองแข็ง วิธีการทำคือ นำเต้าหู้ขาวแข็งไปหมักในเกลือแล้วจึงนำไปต้ม พร้อมทั้งใส่ขมิ้นให้เป็นสีเหลืองเคลือบบริเวณผิวของเต้าหู้ทำให้เนื้อเต้าหู้ชนิดนี้แข็งและมีความยืดหยุ่นกว่าชนิดขาวแข็ง มีรสเค็มนิดๆ ส่วนใหญ่นำไปทำผัดไทย หมี่กะทิ ผัดถั่วงอก ผัดขลุกขลิกน้ำพริกเผาหรือนำไปผสมเป็นเครื่องก๋วยเตี๋ยวหลอด (เสาวลักษณ์, 2549) เต้าหู้ประเภทนี้จะประทับตราอักษรจีนสีแดงบนเต้าหู้ เพื่อบอกยี่ห้อในกรณีที่ไม่ได้บรรจุหีบห่อให้เรียบร้อย รวมทั้งประทับตราที่เป็นมงคลลงไป จะมีสีสันสะดุดตามากกว่าสีขาว (Health and Cuisine Kitchen, 2547)
- เต้าหู้ทอด มีส่วนประกอบคล้ายกับเต้าหู้ขาวแข็งแต่มีสัดส่วนและเทคนิคที่แตกต่างกัน เนื้อสัมผัสที่ได้จากเต้าหู้ชนิดนี้มีความอ่อนนุ่มกว่าเต้าหู้ขาวแข็ง เมื่อนำไปทอดแล้วจะพองตัวมากกว่าและภายในจะมีเนื้อเต้าหู้อยู่ โดยมากจะใส่ในอาหารประเภทต้ม เช่น พะโล้ ต้มผัดจับฉ่าย แกงต่างๆ และลูกชิ้นแคะ (เสาวลักษณ์, 2549)
- เต้าหู้ซีอิ๊วดำ วิธีการทำคือ นำเต้าหู้ขาวแข็งไปเคี่ยวกับซีอิ๊วและน้ำตาลทรายแดง มีรสชาติใช้แทนเห็ดเป๋าฮื้อได้เป็นอย่างดี (Health and Cuisine Kitchen, 2547) และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าเต้าหู้ชนิดอื่นๆ เพราะมีความชื้นน้อย นิยมนำไปยำกับเกี๋ยมไฉ่ ผัดกับดอกกุยช่าย ใส่ในอาหารเจแทนเนื้อหมูในพะโล้เจหรือทานเป็นอาหารว่างก็ได้ (เสาวลักษณ์, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต้าหู้เนื้ออ่อน

- เต้าหู้เหลืองนิ่ม วิธีการทำ ต่างจากเต้าหู้ขาวแข็งเพราะใช้แคลเซียมซัลเฟต (ผงยิปซัม หรือที่เรียกในภาษาจีนแต้จิ๋วว่า"เจียะกอ") ในการทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอน ซึ่งเนื้อจะเนียนและไม่แข็งเท่าเต้าหู้ขาวแข็ง เมื่อตกตะกอนแล้วนำมาใส่ผ้าขาวบางห่อในบล็อกให้เป็นก้อนแล้วนำไปต้ม ใส่ขมิ้นให้ได้สีเหลือง คุณสมบัติเด่นของเต้าหู้เหลืองนิ่ม คือ เมื่อนำไปทอดแล้วจะทำให้ได้เต้าหู้ที่กรอบนอกนุ่มใน เต้าหู้ชนิดนี้เหมาะที่จะนำไปผัดกับกุยช่ายขาว ทอดจิ้มน้ำจิ้มเปรี้ยวหวาน ทอดกินกับน้ำพริกกะปิหรือทอดจิ้มกับน้ำจิ้มซีฟู้ดก็ได้ (เสาวลักษณ์, 2549)
- เต้าหู้ขาวอ่อน ลักษณะอ่อนนุ่มกว่าเต้าหู้เหลืองนิ่ม กรรมวิธีการผลิตเหมือนกับเต้าหู้เหลืองนิ่มจะต่างกันเพียงเวลาในการทำน้อยกว่า (เสาวลักษณ์, 2549) เนื่องจากไม่ต้องต้มรอให้แข็งตัวตามธรรมชาติ หลังจากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็น แล้วนำไปทำอาหารได้เลย เต้าหู้ชนิดนี้นิยมนำไปทำแกงจืด เต้าหู้นึ่งหรือสเต๊กเต้าหู้ (Health and Cuisine Kitchen, 2547)
- เต้าหู้ชนิดห่อผ้า วิธีการทำเหมือนกับเต้าหู้ขาวอ่อน ต่างกันเพียงการบรรจุหีบห่อที่นำมาห่อผ้าแล้วมัดทำให้แข็งและคงรูปร่างได้ดีมากขึ้นเมื่อนำไปทำอาหาร ส่วนใหญ่จะนำไปทำเต้าหู้ทรงเครื่องหรือแกงจืด (เสาวลักษณ์, 2549)

เต้าหู้หลอด เป็นเต้าหู้เนื้อนิ่ม มีสองชนิดคือ ชนิดที่ทำมาจากถั่วเหลืองล้วนและชนิดที่ผสมไข่ไก่หรือเต้าหู้ไข่ (เสาวลักษณ์, 2549) ลักษณะของเต้าหู้หลอดคือ เนื้อเต้าหู้จะละเอียดมาก แตกง่ายและใส่ในถุงพลาสติกอัดแน่น (Health and Cuisine Kitchen, 2547) นิยมนำมาใส่ในแกงจืด สุกียากี้ ทำเต้าหู้อบ เต้าหู้ตุ๋นหรือนำมาคลุกกับแป้งข้าวโพดแล้วทอด (เสาวลักษณ์, 2549)

การเลือกซื้อเต้าหู้ โดยทั่วไปควรซื้อเต้าหู้ที่สดใหม่ เพราะมีกลิ่นหอมและรสดีที่สุด ซื้อมาแล้วก็ควรใช้ทันที จึงจะได้รสชาติดี หากทิ้งไว้จะสูญเสียความสด กลิ่นและรสชาติก็จะหมดไป เต้าหู้สดที่ผลิตด้วยกรรมวิธีธรรมชาติจริงๆ จะไม่ใส่สารกันเสีย การทำเต้าหู้ปัจจุบันทั้งเต้าหู้สดและเต้าหู้อุตสาหกรรมมีการใส่สารกันเสียหรือไม่ ไม่มีใครรู้ เพราะไม่มีระเบียบบังคับให้แสดงข้อมูลส่วนประกอบที่ใช้ผลิตเต้าหู้ แม้เต้าหู้สดจะเสียง่าย ถ้าเก็บรักษาดีๆ ก็สามารถยืดอายุความสดได้หลายวัน วิธีการที่ได้ผลก็คือ ใช้น้ำหล่อเลี้ยงเต้าหู้ไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วนำไปเก็บในตู้เย็น หากจะเก็บไว้กินหลายวัน ก็ควรเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกวันแต่ไม่ควรเก็บเกิน 7 วัน และก่อนที่จะนำมาบริโภคควรนำมาอุ่นในน้ำเดือด เพราะความร้อนช่วยฟื้นความสดให้กับเต้าหู้ได้บ้าง เต้าหู้สดที่จำหน่ายในท้องตลาดมีหลายชนิด คือ เต้าหู้เหลืองหรือเต้าหู้แข็ง เต้าหู้อ่อน เต้าหู้ทอด และเต้าฮวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเต้าหู้สด มีโปรตีน 6.0% ไขมัน 3.5% คาร์โบไฮเดรต 1.9% เถ้า 0.6% และน้ำ 86% (อุบล ดีสวัสดิ์, 2547)

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเต้าหู้

สารอาหารในขนาดบริโภค 113.40 กรัม	เต้าหู้แข็ง	เต้าหู้อ่อน
แคลอรี	120	86
โปรตีน (กรัม)	13	9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	3	2
ไขมัน (กรัม)	6	5
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	1	1
คลอเลสเตอรอล	0	0
โซเดียม (กรัม)	9	8
ไฟเบอร์ (กรัม)	1	-
แคลเซียม (กรัม)	120	130
เหล็ก (กรัม)	8	7

ที่มา : มธุรส ชัยหาญ (2549)

2.2 ลูกชิ้น

ลูกชิ้นปลา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อปลานำมาผสมกับเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ และวัตถุเจือปนอาหารอื่น บดผสมกันจนละเอียดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน อาจผสมส่วนประกอบอื่น เช่น สาหร่าย แครอท ต้นหอม เป็นต้น และทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ จากนั้นนำมาลวกให้สุก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

ลูกชิ้นเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมบริโภคกันเป็นอย่างมาก เป็นแหล่งโปรตีนที่ดี ลูกชิ้นมีการผลิตมานานในแถบเอเชียตอนใต้และแถบประเทศสแกนดิเนเวีย โดยเริ่มจากการใช้เนื้อปลาที่มีความเหนียวเหมาะสมเป็นวัตถุดิบ ต่อมาได้มีการดัดแปลงโดยใช้เนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ ได้แก่เนื้อวัว เนื้อสุกรและเนื้อไก่ เป็นต้น การผลิตตามกรรมวิธีดั้งเดิมกระทำโดยการบดและการโขลกผสมเนื้อกับน้ำเกลือเย็น เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่มีลักษณะเนื้อเนียนข้นเหนียว อาจมีการเติมเครื่องปรุงอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเพิ่มรสชาติให้ดีขึ้น หลังจากนั้นนำส่วนผสมเนื้อมาปั้นให้เป็นลูก หรือห่อด้วยใบตองให้แน่นก่อนใส่ลงในน้ำอุ่นหรือต้มในน้ำร้อน เพื่อลวกหรือต้มให้สุก การผลิตลูกชิ้นในอดีตต้องใช้ฝีมือและความชำนาญ อีกทั้งยังใช้เนื้อแดงล้วนทำให้ต้นทุนการผลิตสูงมาก แต่ในปัจจุบันต้องใช้เนื้อที่ได้จากโรงชำแหละที่ถูกกฎหมาย มีการแช่เย็นซากก่อนตัดแต่งและวิธีการผลิตทำได้ง่ายขึ้นเพราะมีเครื่องมือที่ทันสมัยและมีเทคโนโลยีใหม่ๆมาช่วยในการผลิต (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

ลูกชิ้นที่มีคุณภาพและคุณลักษณะดี ต้องมีความเหนียว ยืดหยุ่น กรอบ (Springiness) และนุ่ม มีรสชาติกลมกล่อม มีกลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ในการรับประทานนิยมนำไปลวก ปิ้งหรือทอด โดยมีเครื่องจิ้มรวมด้วยเพื่อรับประทานเป็นอาหารว่างหรือรับประทานเป็นอาหารคาวโดยเติมลงในก๋วยเตี๋ยวหรือตำรับเกาเหลา ปัจจุบันการผลิตลูกชิ้นมีการเติมไขมันและส่วนผสมอื่นๆลงในสูตรเพื่อปรับปรุงรสชาติ เพิ่มคุณลักษณะที่ดีต่างๆ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีผิวเรียบเป็นมัน มีเนื้อละเอียด นุ่มเนียน และยืดหยุ่นดี อีกทั้งช่วยยืดอายุการเก็บให้นานขึ้นและเพิ่มผลผลิตด้วย การผลิตลูกชิ้นต้องใช้เนื้อที่มีความสดและมีเทคนิคในกระบวนการดำเนินงาน เช่น การบดและสับเนื้อให้เหนียว จากปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) วิธีการและระยะเวลาในการบดส่วนผสมอื่นๆ เช่น แป้ง ไข่ขาว สารเคมี หรือวัตถุเจือปนอาหารบางชนิด ซึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของลูกชิ้น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

2.2.1 กลไกการเกิดเจลของโปรตีนจากกล้ามเนื้อ

กลไกการเกิดเจลเริ่มต้นจากโปรตีนเกิดการคลายตัว (protein unfolding) เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส เนื่องจากกรดอะมิโนซึ่งเป็นส่วนประกอบของไมโอซินจำนวนกว่าครึ่งหนึ่งจะเป็นพวกไฮโดรฟิลลิก และประมาณร้อยละ 80 ของกรดอะมิโนเหล่านั้น เป็นชนิดที่เป็นด่างและชนิดที่เป็นกรด กรดอะมิโนเหล่านี้อยู่บริเวณผิวหน้าของโมเลกุลโปรตีนและสามารถจับตัวกับน้ำ เมื่อโปรตีนแอกโตไมโอซินถูกสกัดออกมาอยู่ในสารละลาย เกลือโซเดียมอิออน (Na^+) จะจับกับกรดอะมิโนชนิดที่เป็นกรด (coo^-) และคลอไรด์อิออน(Cl^-)จับกับกรดอะมิโนที่เป็นด่าง (NH^+) ทำให้โปรตีนคลายตัวออกจากกัน (unfolding) เกิดการกระจายตัวออกมา ที่ระดับความเป็นกรดด่างที่เป็นกลาง หมู่คาร์บอกซิล กลูตามิกและแอสพาร์ติกจะมีประจุลบ ในขณะที่หมู่อะมิโนไลซีนและอาร์จีนีนมีประจุบวก ดังนั้น จึงเกิดจากเชื่อมต่อกันของโมเลกุลเหล่านั้นเมื่อมีการนวดผสมกับเกลือ เมื่อมีการเติมเกลือ ประจุของเกลือจะเกิดการรวมตัวกับน้ำและจะเชื่อมต่อกับพวกที่มีประจุตรงกันข้ามบริเวณผิวหน้าของโปรตีน หลังจากนั้นโปรตีนจะมาจับเรียงตัวกันใหม่ระหว่างโปรตีนกับโปรตีน (protein-protein interaction) เกิดการสานตัวเป็นร่างแหที่มีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้นหนืดแต่ยังไม่คงตัว ลักษณะข้นหนืดที่เกิดขึ้นเรียกว่าโซล "sol" ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 45-55 องศาเซลเซียส และลำดับสุดท้ายของการเกิดเจล คือ โปรตีนจะเกิดเป็นโครงร่างสามมิติ (three-dimension network) ที่มีความอยู่ตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส เจลที่ได้จากโปรตีนเนื้อสัตว์ในลักษณะนี้จะไม่สามารถกลับไปเป็นลักษณะเดิมได้อีก (thermo - irreversible gels) เมื่อได้รับความร้อน (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

หลังจากที่ให้ความร้อนเมื่อโปรตีนคงตัวที่อุณหภูมิต่ำภายใต้อิทธิพลของเกลือ โดยให้อุณหภูมิที่สูงขึ้น โปรตีนจะเกิดการม้วนคลายตัวอย่างช้าๆ กรดอะมิโนที่อยู่ใกล้กันจะเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรโฟบิก ซึ่งในช่วงนี้ถ้ามีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงที่เวลาเพียงพอ อาจเกิดพันธะไดซัลไฟด์ขึ้นได้ ดังนั้นเจลที่ได้หลังจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิที่ต่ำจะประกอบด้วยโปรตีนที่มีการกระจายตัวสม่ำเสมอ โปรตีนมีความสามารถกักเก็บน้ำได้สูง น้ำซึมผ่านออกจากเจลได้ยาก เนื่องจากลักษณะต่างๆกันเหล่านี้ทำให้เจลที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำมีความสามารถกักเก็บน้ำได้ดี มีลักษณะใส และค่อนข้างยืดหยุ่น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

2.2.2 กลไกการเกิดเจลของโปรตีนเนื้อสัตว์ สรุปขั้นตอนในการเกิดเจลได้ดังนี้

2.2.2.1. การเรียงตัว (gel setting) ที่อุณหภูมิ 3-30 องศาเซลเซียส แอกโตไมโอซินจะจับตัวกับน้ำและเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของโปรตีน เกิดเป็นโครงร่างตาข่าย (net work) อย่างหลวมๆ มีการกักน้ำอยู่ภายในร่างแห โมเลกุลของโปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการจับตัวกันระหว่างกรดอะมิโนที่ยื่นออกมาทางด้านข้างของโมเลกุลข้างเคียง โดยในช่วงนี้เป็นการจับกันของพันธะไฮโดรเจนและพันธะไฮโดรไฟบิก เจลที่ได้มีลักษณะใสและค่อนข้างยืดหยุ่น

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการจัดเรียงตัวก่อนนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง เช่น 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง หรือที่ 40-45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที จะให้เจลที่มีความแข็งแรงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการจัดเรียงตัว

การเกิดโครงร่างเจลของไมโอซิน เริ่มจากการเชื่อมส่วนหัวของโมเลกุลของไมโอซินด้วยพันธะไดซัลไฟด์ ก่อนที่ส่วนหางของไมโอซินจะคลายตัวและเชื่อมกันด้วยพันธะชนิดที่ไม่ใช่โควาเลนท์ (noncovalent interaction) เกิดเป็นโครงสร้างเจลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2. การแตกตัว (disintegration) การให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดการแตกสลายโครงสร้างเจลบางส่วน ทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง การลดลงนี้เข้าใจว่าเป็นผลมาจากเอนไซม์อัลคาไลน์โปรติเอส ที่มีแอกติวิตีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

2.2.2.3. การตรึง (elasticity fixation) การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เส้นใยโปรตีนเริ่มจับกันมากขึ้น เป็นการรวมกลุ่มแบบสุ่ม (random network aggregation) พันธะที่เกิดขึ้นในช่วงนี้จะเป็นพันธะไฮโดรซัลไฟด์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้โครงสร้างตาข่ายมีความคงตัวมากขึ้น เจลมีลักษณะทึบแสงและยืดหยุ่น เนื่องจากโปรตีนในเนื้อสัตว์มีการจัดเรียงตัวอย่างมีระเบียบเป็นโครงร่างแหสามมิติโดยเกี่ยวข้องกับพันธะไฮโดรเจนที่มีบทบาทในการเกิดเจลที่อุณหภูมิสูง ทำให้เจลเสถียรมากขึ้น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพลูกชิ้น

2.2.3.1 ส่วนประกอบต่างๆ (ingredients)

2.2.3.1.1 เนื้อสัตว์

2.2.3.1.1.1 ความสด (freshness) และความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อ โปรตีนแอคตินและไมโอซิน (myofibrillar proteins) ในกล้ามเนื้อที่ละลายได้ในเกลือแกง จะถูกสกัดออกได้ดีที่สุดถ้าเนื้อเยื่อมี pH 5.4-6.2 และโปรตีนทั้ง 2 นี้จะทำหน้าที่รวมกับไขมันเป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้ดีที่สุดที่ pH 8.0 ทำให้มีผลดีต่อการทำผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีไขมันผสมรวมด้วย เช่น ไส้กรอก frankfurters และ bologna

การทำผลิตภัณฑ์ไม่ควรใช้เนื้อ ที่เก็บไว้นาน (aging) เพราะ pH จะลดต่ำลงมากและยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านรสชาติ (flavor) และคุณภาพของเนื้อ ถ้าจำเป็นต้องเก็บเนื้อไว้ก่อนผลิต ควรแช่เนื้อให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 1 องศาเซลเซียส (30°ฟ) ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 และถ้าเก็บนานเกิน 5 วัน ควรแช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส (0°ฟ) หรือต่ำกว่า เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและการวางเนื้อให้ละลาย (thawing) ควรทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (50°ฟ) หรือใช้น้ำเย็นไหลผ่าน ถ้าการตัดแต่งเนื้อให้เป็นชิ้นเล็กๆทำโดยใช้เลื่อยตัด ก็ไม่ต้องรอให้เนื้อละลายก่อน ควรตัดขณะที่เนื้อยังแข็งตัวอยู่

2.2.3.1.1.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water-holding capacity, WHC) โปรตีนแต่ละชนิดมีความสามารถในการยึด (binging) น้ำได้แตกต่างกัน โดยทั่วไปโปรตีน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม จะยึดกับน้ำได้ประมาณ 0.2-0.5 กรัม ความสามารถของการยึดน้ำไว้ได้ของเนื้อขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การบดสับ การแตกสลายตัวของโปรตีน (degradation of proteins) การให้ความร้อน การแช่แข็ง การย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) ซึ่งเกิดจากการใช้ความร้อนหรือใช้เอนไซม์จากธรรมชาติหรือจากเชื้อจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลง pH โดยเติมกรดหรือด่าง

การเติมเกลือแกงร้อยละ 2 ในเนื้อวัวหรือเนื้อสุกรบดละเอียด จะช่วยเพิ่มการอุ้มน้ำของเนื้อและลดการเสียน้ำในขณะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 นาที แต่ถ้ามีการเติมเกลือโซเดียมโพลิฟอสเฟตร่วมด้วย จะช่วยเพิ่มการอุ้มน้ำของเนื้อและทำให้เกิดลักษณะที่มีความยืดหยุ่นที่ดีขึ้น (rubbery texture) ในผลิตภัณฑ์ที่สุก

การเติมเกลือแกงร้อยละ 2 ร่วมกับเกลือเตตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต (tetrasodium-pyrophosphate) ในเนื้อหมูบดทำให้เนื้ออุ้มน้ำได้ดีขึ้น (fluid retention) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่เนื้อจะอุ้มน้ำได้ลดลงเรื่อยๆและจะไม่สามารถอุ้มหรือเก็บกักน้ำไว้ได้เลยถ้าเติมเกลือร้อยละ 4 ที่อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส หรือเติมฟอสเฟตร้อยละ 4 ที่อุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส

2.2.3.1.2 ไขมัน

การเติมไขมันเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต ในผลิตภัณฑ์ประเภทบดละเอียดอิมัลชัน ไขมันที่ผสมจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มฉ่ำและทำให้มีรสชาติดีขึ้น

2.2.3.1.3 สารประกอบฟอสเฟต

สารประกอบฟอสเฟตจะช่วยเพิ่มคุณลักษณะที่ดีต่างๆในการทำลูกชิ้นและช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นถึงร้อยละ 5 โดยต้องคำนึงถึงชนิดและปริมาณของสารประกอบฟอสเฟตด้วย พบว่าสารประกอบฟอสเฟตที่ให้ผลดีที่สุดด้านเนื้อสัมผัส คือ การใช้โซเดียมไตรโพลิฟอสเฟตที่ร้อยละ 0.5 หรือการใช้สารประกอบฟอสเฟตผสมของโซเดียมโพลิฟอสเฟตกับไพโลฟอสเฟตที่อัตราส่วน 50: 50 โดยน้ำหนักร้อยละ 0.25

2.2.3.1.4 เกลือแกง

เกลือเป็นส่วนผสมที่จำเป็นในการเกิดเจลของโปรตีนเนื้อสัตว์ ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบหลักของโปรตีนที่ทำให้เกิดเจล คือ โปรตีนไมโอไฟบริล ซึ่งละลายได้ดีในสารละลายเกลือแกง 0.6 โมลาร์ นอกจากนี้เกลือยังทำให้แรงดึงดูดทางประจุระหว่างโมเลกุลของโปรตีนไมโอไฟบริลมีเสถียรภาพลดลง ทำให้โปรตีนแผ่ตัวออกบางส่วน การเติมเกลือในเนื้อสัตว์ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมร้อยละ 1-3 ทำให้เจลที่ได้มีความแข็งแรงมากกว่าเมื่อไม่มีการเติมเกลือ เนื่องจากโปรตีนไมโอไฟบริลสามารถละลายได้มากขึ้น เพราะเกลือจะช่วยเพิ่มแรงผลักระหว่างโปรตีนทำให้เส้นใยเกิดการพองตัวขึ้น นอกจากนี้เกลือยังช่วยทำให้อุณหภูมิที่โปรตีนเกิดการสูญเสียโครงสร้างดั้งเดิมลดลงได้ เช่น โปรตีนไมโอซินจะสูญเสียโครงสร้างดั้งเดิมเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 55.5 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเติมเกลือร้อยละ 3 อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการสูญเสียโครงสร้างดั้งเดิมจะลดลงเหลือ 51 องศาเซลเซียส หรือกรณีของแอกตินอุณหภูมิจะเปลี่ยนจาก 76.8 เป็น 68.3 องศาเซลเซียส เมื่อเติมเกลือร้อยละ 3 เกลือจึงมีผลต่อคุณภาพลูกชิ้นโดยทำหน้าที่สกัดโปรตีนและช่วยรักษาความชุ่มน้ำ เนื่องจากโปรตีนสามารถยึดน้ำไว้ในโครงสร้างเจลได้ดีขึ้นจึงมีผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น การใช้เกลือปริมาณที่เหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 2.5

2.2.3.1.5 แป้ง

แป้งช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านการเพิ่มความเหนียว ความยืดหยุ่นและลดต้นทุนการผลิตของอาหารสุก (Cooked foods) เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพขึ้น โดยการเกิดเจลาติไนส์ (gelatinization) ของแป้งทำให้น้ำสามารถคงอยู่ในโครงสร้างได้เพิ่มมากขึ้น

2.2.3.1.6 ไข่ขาว

ไข่ขาวอาจใช้ไข่ดิบหรือไข่ผงก็ได้ โดยจะเพิ่มความแข็งแรงของเจล (gel strength) ให้แก่ผลิตภัณฑ์เนื้อได้ แต่ถ้าใช้ไข่ขาวผงต้องเติมน้ำให้เหมาะสม เพื่อปรับระดับความชื้น (moisture content) ของผลิตภัณฑ์ และไข่ขาวยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวขึ้นและมีลักษณะเบา

2.2.3.1.7 น้ำ

ในส่วนผสมของเนื้อ (paste) สามารถเติมน้ำได้ถึงร้อยละ 78-80 ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ เนื้อที่มีคุณภาพดีและความสามารถในการอุ้มน้ำสูงจะเติมน้ำได้มาก การเติมน้ำมากเกินไปจะมีผลทำให้เจลที่เกิดขึ้นไม่คงตัว ดังนั้นจึงต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ได้แก่ ความชื้น เนื้อสัมผัส และความหยุ่นตัวของเนื้อสัมผัสที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ รวมถึงส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ แป้ง ไข่ขาว เกลือ หรือสารช่วยการเกาะตัว การเติมน้ำที่ดีควรเติมในลักษณะที่เป็นน้ำแข็ง (ice) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิส่วนผสมของเนื้อในระหว่างการสับผสม ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

2.2.3.2 กระบวนการผลิต

2.2.3.2.1 การสับผสมหรือการโขลกผสมเนื้อและระยะเวลาที่ใช้

การสับผสมใช้เครื่องสับผสม (silent cutter) เพื่อให้โปรตีนแอกตินและไมโอซินละลายออกมาได้มากที่สุด และโปรตีนในเซลล์เส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหนียว ใช้เวลาสับผสม 15-20 นาที Lee (1984) กล่าวว่าในระหว่าง

เอกสารนี้ได้รับการสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสับเพื่อการทำซูริมิจะเกิดความร้อนจากเครื่องมือทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของโครงสร้างโปรตีนขึ้น จะทำให้ความยืดหยุ่นลดลง ดังนั้น จึงแนะนำให้ลดอุณหภูมิของเครื่องสับผสมโดยเติมน้ำแข็ง

2.2.3.2.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการสับผสม

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสกัดโปรตีนและความคงตัวของโครงสร้างอิมัลชันของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการสับผสมเนื้อ (emulsifying stage) กับเกลือควรให้มีอุณหภูมิในช่วง 5-15 องศาเซลเซียส จะช่วยสกัดโปรตีนได้มาก เพราะอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้โปรตีนเกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน (coagulate) มีผลทำให้ไม่สามารถรวมตัวกับไขมันเป็นอิมัลชันได้ ในช่วงต่อมาเมื่อเติมเครื่องปรุงและไขมันแล้ว อุณหภูมิจะค่อยๆสูงขึ้นได้เล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อช่วยในการรวมตัวกันของโปรตีนและไขมันให้ดีขึ้น ในช่วงสุดท้ายอุณหภูมิไม่ควรสูงเกิน 16 องศาเซลเซียส เพราะอิมัลชันที่ได้จะไม่คงตัว (unstable)

2.2.3.2.3 การต้มสุก

เนื้อเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

2.2.3.2.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยโปรตีนเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนและการเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้ลักษณะเนื้อเกิดการแข็งตัว มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาลเทาและคุณสมบัติในการละลาย (solubility) เปลี่ยนแปลงไป เริ่มแรกเกิดขึ้นที่บริเวณผิวด้านนอกก่อนและจะเกิดขึ้นภายในเนื้อต่อไปเมื่อเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น การจับตัวกันเป็นก้อนและการเสียสภาพธรรมชาติเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของโปรตีนซึ่งเกิดการคลายตัว (unfolding) ของโปรตีนหรือการสูญเสียการเรียงตัวกันของโมเลกุล (conformation) ทำให้คุณสมบัติการละลายลดลง

2.2.3.2.3.2 ช่วยปรับปรุงความน่ารับประทานของเนื้อ (meat palatability) โดยทำให้รสชาติเข้มข้นขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรสชาติของเนื้อดิบ (blood-like or serumy taste) ไปเพิ่มกลิ่นรสที่สุกมากขึ้น (cooked flavor or aroma)

2.2.3.2.3.3 ช่วยทำลายจุลินทรีย์และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยโปรตีนในเนื้อ จึงเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์และป้องกันการเสียรสชาติ (off-flavors)

2.2.3.2.3.4 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสและความนุ่มของผลิตภัณฑ์ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ซูริมิ

ซูริมิ (Surimi) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดชนิดหนึ่งที่พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตซูริมิมีการล้างเนื้อปลาบดด้วยน้ำหลายครั้ง ซึ่งทำให้ทั้งรูปร่าง เนื้อสัมผัส กลิ่น สี และรสชาติของซูริมิที่ได้มีความแตกต่างไปจากเนื้อปลาปกติ ดังนั้นจึงสามารถใช้กระบวนการผลิตซูริมิขจัดคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการของปลาบางชนิดที่ต้องการเพิ่มการใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะปลาที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำด้วยเหตุผลที่ว่ามีก้างเล็กๆจำนวนมาก มีกลิ่นคาวปลาหรือกลิ่นผิดปกติอื่นๆที่รุนแรง มีเนื้อสีเข้ม หรือกรณีของปลาบางชนิดซึ่งสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีได้ง่ายเมื่อแปรรูปโดยวิธีปกติ เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณลักษณะเด่นที่สำคัญอื่นๆของซูริมิ เช่น การมีรสชาติและกลิ่นคาวปลาต่ำ มีสีขาว และที่สำคัญยังสามารถดัดแปลงเพื่อสร้างเนื้อสัมผัสตลอดจนสามารถปรุงแต่งสีหรือกลิ่นรสเพื่อให้มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการได้เป็นอย่างดี จึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีการผลิตซูริมิเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มการใช้ประโยชน์ของปลาที่ยังใช้ประโยชน์ได้ต่ำ นอกจากนี้การเตรียมเนื้อปลาบดด้วยเครื่องแยกเนื้อปลาซึ่งใช้อยู่ในกระบวนการผลิตซูริมินั้นสามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์เนื้อปลาได้ร้อยละ 10 - 20 จากการแยกเนื้อปลาโดยวิธีการแล่ (จักรี ทองเรือง, 2544)

ลักษณะเด่นที่สำคัญ 3 ประการของซูริมิ คือ การสามารถใช้ปลาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำในกระบวนการผลิตได้ การสามารถเก็บรักษาซูริมิด้วยการแช่เยือกแข็งร่วมกับการเติมสารที่มีคุณสมบัติป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนก่อนการแช่เยือกแข็ง ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาซูริมิได้เป็นระยะเวลานาน โดยยังคงมีสมบัติเชิงหน้าที่ที่ดี และการมีสมบัติเชิงหน้าที่ที่ดีของซูริมิที่สามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย (จักรี ทองเรือง, 2544)

2.3.1 นิยามของซูริมิ

ซูริมิ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำเพื่อขจัดไขมันและองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ โปรตีนที่ละลายน้ำได้และการบีบน้ำส่วนเกินออกจากเนื้อปลาบดหลังการล้าง องค์ประกอบทางเคมีของซูริมิจึงแตกต่างจากเนื้อปลาและเนื้อปลาบด โดยมีคุณลักษณะที่สำคัญ คือ มีสีขาว ไม่มีกลิ่นคาวปลา และมีความสามารถในการเกิดเจลได้ดี แต่ด้วยความก้าวหน้าของการเก็บรักษาซูริมิในรูปแช่เยือกแข็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความก้าวหน้าของการรักษาความสามารถการเกิดเจลของซูริมิ โดยการผสมสารที่สามารถป้องกันการสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพธรรมชาติของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ในระหว่างการเก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็ง (Cryoprotectants) ลงในซูริมิก่อนการแช่เยือกแข็ง (จักรี ทองเรือง, 2544)

2.3.2 การเกิดความยืดหยุ่น (elasticity) ของผลิตภัณฑ์

ซูริมิที่มีคุณภาพดีเมื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของผลิตภัณฑ์มีความเหนียวและมีลักษณะของการยืดหยุ่นที่ดี ดังนั้นการวัดคุณภาพของซูริมิจึงดูจากค่า gel strength (ความแข็งแรงของเจล) ซึ่งสะท้อนให้เห็นความยืดหยุ่นของเจล ค่า gel strength สูงจะสอดคล้องกับค่าความยืดหยุ่นที่สูง ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เกิดจากโปรตีนในเนื้อปลา โปรตีนที่มีบทบาทสำคัญ คือ myofibrilla protein อันได้แก่ myosin, actin และ actomyosin โปรตีนเหล่านี้เป็น salt-soluble-protein ดังนั้นจึงต้องใช้เกลือละลายโปรตีนเหล่านี้ออกมาเพื่อเกิดเป็นโครงสร้างร่างแห (protein network) มีความเหนียว (adhesiveness) ซึ่งเรียกสภาพนี้ว่า โซล (sol) เมื่อโซลได้รับความร้อนจึงจะเปลี่ยนสภาพเป็นเจล (gel) และเป็นเจลที่ไม่สามารถผันกลับได้ (irreversible gel) โครงสร้างร่างแหของโปรตีนเป็น tertiary network และเกิดจากโมเลกุลของโปรตีนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะต่างๆ เช่น H-bond, disulfide-bond, salt-linkage หรือเกิดจาก hydrophobicity ของกรดอะมิโนในโมเลกุล โครงสร้างร่างแหที่แข็งแรงก็จะทำให้เกิดเจลที่แข็งแรง (ระติพร หาเรือนกิจ, 2549)

2.3.3 องค์ประกอบทางเคมีของซูริมิ

ซูริมิมีองค์ประกอบเคมีที่เป็นสารอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน เช่นเดียวกับอาหารอื่นๆ การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในซูริมิพบว่ามีความผันแปรสูง ความแตกต่างขององค์ประกอบเคมีในซูริมิจะพบทั้งในซูริมิที่ได้จากผู้ผลิตต่างโรงงานกันและทั้งในซูริมิที่ผลิตจากโรงงานเดียวกันแต่วันที่ผลิตต่างกัน การพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของซูริมินอกจากจะทำได้โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซูริมิแล้ว การรายงานผลโดยเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของปลา โดยเฉพาะปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบ จะมีผลให้ข้อมูลที่ได้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น กล่าวโดยทั่วไปแล้วปริมาณความชื้นและโปรตีนในซูริมิและเนื้อปลามีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณไขมันในซูริมิอยู่ในช่วงร้อยละ 1-2 ซึ่งน้อยกว่าปริมาณที่พบในเนื้อปลา โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่มีไขมันสูง ในกรณีของซูริมิที่ผลิตจากปลาที่มีไขมันต่ำปริมาณของไขมันจะต่ำกว่าร้อยละ 1 ส่วนคาร์โบไฮเดรตในซูริมินั้น ได้แก่ น้ำตาลซูโครส ซึ่งเติมลงในซูริมิ เพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง นอกเหนือจากองค์ประกอบหลักแล้ว องค์ประกอบเคมีกลุ่มย่อยที่เป็นสารอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าเกลือแร่และวิตามินเป็นองค์ประกอบเคมีของซูริมิที่ได้รับการศึกษาน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการล้างเนื้อปลาบดในขั้นตอนการผลิตซูริมินั้นมีผลชะล้างองค์ประกอบชนิดนี้ออกจากเนื้อปลาบด ปริมาณสารดังกล่าวจึงเป็นที่คาดหมายว่าจะมีอยู่น้อยในซูริมิ จากที่กล่าวมาอาจจะเสมือนว่าการล้างมีผลขจัดองค์ประกอบที่มีคุณค่าออกจากซูริมิ แต่ในกรณีของพาร์วัลบูมิน (Parvalbumins) ซึ่งเป็นโปรตีนซาร์โคพลาสมิก ที่พบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการแพ้ในทารกบางกลุ่มนั้น ผลการศึกษาล้างเนื้อปลาบดในระดับห้องปฏิบัติการพบว่าการล้างเนื้อปลาบดเพียง 3 ครั้งจะสามารถขจัดสารชนิดนี้ออกจากซูริมิได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่ผลการวิเคราะห์เนื้อปลาบดที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมพบสารดังกล่าวเพียง 0.2-0.8 มิลลิกรัม/กรัม การล้างเนื้อปลาบดแม้จะมีผลชะล้างวิตามินและเกลือแร่ที่ละลายน้ำออกจากเนื้อปลาบด แต่ก็ไม่พบว่าการล้างมีผลให้สัดส่วนของกรดอะมิโนของเนื้อปลาบดเปลี่ยนแปลงไปแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนซาร์โคพลาสมิกซึ่งถูกขจัดออกจากเนื้อปลาบดในระหว่างการล้างนั้นเป็นเพียงโปรตีนส่วนน้อยของโปรตีนปลา ขณะที่โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์โดยเฉพาะโปรตีนไมโอซินซึ่งเป็นโปรตีนหลักในซูริมินั้นมีองค์ประกอบที่ไม่ต่างไปจากโปรตีนของกล้ามเนื้อปลามากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโนที่จำเป็นซึ่งพบว่ามีอยู่ในซูริมิอย่างครบถ้วน โดยเฉพาะไลซีนและเมทไธโอนีนนั้นยังคงมีอยู่ในปริมาณสูง (จักรี ทองเรือง, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 แสดงความแตกต่างระหว่างเนื้อปลาบด ซูริมิสด และซูริมิแช่เยือกแข็ง

ที่มา : จักรี ทองเรือง (2544)

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเติมผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

Rogov และคณะ (1982) พบว่าไส้กรอกที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ที่ระดับ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าไส้กรอกที่ไม่ได้เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด แต่คุณค่าทางอาหารและปริมาณกรดอะมิโนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งในตัวอย่างไส้กรอกที่เติมและไม่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

Han-Sul และคณะ (2007) ได้ทดลองผลิตไส้กรอกไขมันต่ำโดยการเติมโอ๊ตมีลหรือเต้าหู้เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่ระดับ 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) พบว่าการรวมตัวกับน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมโอ๊ตมีล แต่เมื่อเติมเต้าหู้จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่เติมโอ๊ตมีลมีความแข็งลดลง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุดในไส้กรอกไขมันต่ำเมื่อเติมโอ๊ตมีลหรือเต้าหู้ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ (2545) ศึกษาการนำผงเต้าหู้ไปเตรียมให้อยู่ในรูปของ Pre-emulsion เพื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมู พบว่าอัตราส่วนของผงเต้าหู้: น้ำ: น้ำมัน ที่ 1: 1: 0.75 จะให้อิมัลชันที่มีความคงตัวดีที่สุดและสามารถเติมลงสูตรลูกชิ้นหมูได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อหมู โดยที่คะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างลูกชิ้นหมูสูตรควบคุม

อัจฉรา ควรประเสริฐ (2550) ได้ศึกษาการใช้เต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งทดแทนเนื้อหมูในการผลิตไส้กรอกรมควันที่ระดับต่างๆ พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งทดแทนเพิ่มขึ้นเนื้อสัมผัสของไส้กรอกจะนิ่มลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสามารถใช้เต้าหู้อ่อนทดแทนเนื้อหมูได้ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเต้าหู้แข็งใช้ทดแทนเนื้อหมูได้ 30 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสโดยการเติมกลิ่นรสหมูในไส้กรอกรมควันที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็ง 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้รสชาติเป็นที่ยอมรับมากขึ้น และปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลังในไส้กรอกรมควันที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้แข็งที่ระดับ 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้เนื้อสัมผัสของไส้กรอกได้รับการยอมรับมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์ เครื่องมือ วัตถุดิบ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 อุปกรณ์ในการผลิตลูกชิ้นปลา

- เครื่องชั่งชนิดหยาบ
- เครื่องสับผสม
- เทอร์โมมิเตอร์
- นาฬิกาจับเวลา
- กะละมังสแตนเลส
- ถ้วยอะลูมิเนียม
- เขียง
- มีด
- เตาแก๊ส

3.1.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง
- เครื่องปั่นผสม (Blender)
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- เครื่องชั่งชนิดหยาบ

3.1.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ

- เครื่องหมุนเหวี่ยง
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- เครื่องชั่งชนิดละเอียด
- นาฬิกาจับเวลา

85425
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด

- บิวเรตและฐาน
- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- ผ้าขาวบาง
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 %
- สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ความเข้มข้น 1 % (อินดิเคเตอร์)

3.1.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

- ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
- ถ้วยอะลูมิเนียม
- โถดูดความชื้น (desiccator)
- เครื่องชั่งชนิดละเอียด

3.1.6 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ถ้วย แก้วน้ำ และช้อนพลาสติก
- แบบทดสอบ

3.1.7 อุปกรณ์ในการศึกษาอายุการเก็บรักษา

- ถุง N/LLDPE (nylon / laminate low density polyethylene)
- เครื่องปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ
- ห้องเย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.2 วัตถุดิบ

3.2.1 ซูริมิแช่แข็ง ผลิตโดย Pacific Marine Food Product Co., LTD.

3.2.2 เต้าหู้ก้อนญี่ปุ่น (ชนิดเนื้อแข็งสีขาว) ตราซากุระ

3.2.3 เกลือ ตราปรุงทิพย์

3.3.4 ผงชูรส ตราถ้วยแดง

3.3.5 พริกไทยขาวป่น ตราไร่ทิพย์

3.3.6 กระเทียมผง ตราง่วนสูน

3.3.7 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล

3.3.8 แป้งมันสำปะหลัง ตราปลาไทย 5 ดาว

3.3.9 คนอร์ผงรสหมูสูตรไม่มีผงชูรส ตรารสดี

3.3.10 น้ำแข็งบด จากโรงอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าฯลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 วิธีการผลิตและสูตรการผลิตลูกชิ้นปลา

การผลิตลูกชิ้นปลามีขั้นตอนการผลิตดัดแปลงตามวิธีการของเยาวลักษณ์(2547) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยใช้ซูริมิซึ่งผ่านขั้นตอนการละลายน้ำแข็งมาแล้ว นำมาสับละเอียดแล้วใส่ส่วนผสมในปริมาณตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตลูกชิ้นปลา

ส่วนผสม (Ingredient)	ร้อยละโดยน้ำหนักของซูริมิ
ซูริมิ	100
เกลือ	3.4
น้ำตาล	1.4
พริกไทยป่น	1.0
ผงชูรส	0.7
กระเทียมผง	2.0
น้ำแข็ง	10.0

ที่มา : ดัดแปลงจากโสรยา เกิดพิบูลย์ (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงการผลิตลูกชิ้นปลา

ที่มา : ดัดแปลงจากเยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาหาปริมาณเต้าหู้ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนซูริมิในลูกชิ้นปลา

จากสูตรการทำลูกชิ้นปลาควบคุมตามตารางที่3.1ทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ ผลิตลูกชิ้นปลาตามภาพที่ 3.1 โดยสับผสมเต้าหู้ไปพร้อมกับซูริมิ ในระหว่างการดำเนินงานช่วงสับละเอียดเพื่อให้เกิดเจลนั้นนำแบตเตอร์ที่ได้มาวัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้วิธีของ Bloukasและคณะ (2000) เพื่อหาค่าความเป็นกรดด่างของแบตเตอร์และวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC) โดยใช้วิธีของ Hugheและคณะ (1997) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณของเหลวทั้งหมดที่แยกได้จากแบตเตอร์ (total expressible fluid) ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาที่ทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้ที่ผลิตได้ นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ (7– point hedonic scales) 7 คือ ชอบมากที่สุด และ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน ประเมินผลในด้านกลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.3.3 การปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2 มาปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส โดยการเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นต่างๆเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 3.3.2 เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.3.4 การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.3 มาปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรส โดยการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมู นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 3.3.2 เพื่อเลือกสูตรที่ผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

เลือกตัวอย่างที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.4 บรรจุลงในถุง N/LLDPE (nylon / laminate low density polyethylene) ภายใต้สภาวะสุญญากาศ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างทุกวัน เป็นเวลา 15 วัน นำมาวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Acidity) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม และสังเกตลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่นและเมือกของลูกชิ้นทั้ง 2 สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของการหาปริมาณเต้าหู้ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนซูริมิในลูกชิ้นปลา

ในการทดลองใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 30 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ ปรับลดปริมาณน้ำแข็งเพื่อให้ปริมาณน้ำเท่ากับสูตรควบคุม เมื่อนำเต้าหู้และซูริมิมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณความชื้นได้ผลดังตารางที่ 4.1 พบว่าค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณความชื้นของเต้าหู้และซูริมิมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเต้าหู้มีสมบัติเป็นกรดอ่อน ซูริมิมีสมบัติเป็นกลาง และปริมาณความชื้นที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณน้ำแข็งมีผลต่อค่าความเหนียวของแบตเตอร์ การใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ระดับต่างๆจะต้องลดปริมาณน้ำแข็งลงจากสูตรเนื่องจากเต้าหู้มีความชื้นสูงกว่าซูริมิ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณความชื้นของเต้าหู้และซูริมิ

ตัวอย่าง	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
เต้าหู้	$5.62^{a} \pm 0.00$	$82.55^{a} \pm 0.22$
ซูริมิ	$7.15^{b} \pm 0.00$	$75.66^{b} \pm 0.27$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำแบตเตอร์ที่ได้จากการใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ระดับต่างๆมาวิเคราะห์คุณสมบัติเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมได้ผลดังตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อปริมาณเต้าหู้เพิ่มมากขึ้นค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยค่าความเป็นกรดด่างมีค่าลดลงเนื่องจากเต้าหู้มีสมบัติเป็นกรดอ่อน ปริมาณของเหลวที่แยกได้มีความสัมพันธ์ผกผันกับความสามารถในการอุ้มน้ำของแบตเตอร์ การที่ปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์ที่ใช้เต้าหู้มีความแตกต่างจากของแบตเตอร์สูตรควบคุมโดยมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของแบตเตอร์ลดลงเมื่อมีการทดแทนซูริมิด้วยเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของเหลวที่แยกได้ของแบตเตอร์เมื่อใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ระดับต่างๆ

ตัวอย่าง	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณของเหลวที่แยกได้ (เปอร์เซ็นต์)
สูตรควบคุม	$6.64^{a} \pm 0.02$	$2.41^{a} \pm 0.12$
30 เปอร์เซ็นต์	$6.42^{b} \pm 0.03$	$4.09^{b} \pm 0.30$
40 เปอร์เซ็นต์	$6.34^{c} \pm 0.02$	$4.50^{bc} \pm 0.38$
50 เปอร์เซ็นต์	$6.23^{d} \pm 0.00$	$4.86^{c} \pm 0.18$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ระดับต่างๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	เต้าหู้		
	30 เปอร์เซ็นต์	40 เปอร์เซ็นต์	50 เปอร์เซ็นต์
กลิ่น^{ns}	4.71 ± 0.90	4.75 ± 1.08	4.61 ± 0.96
รสชาติ^{ns}	5.07 ± 1.02	4.86 ± 0.21	4.82 ± 1.25
เนื้อสัมผัส	$4.82^{a} \pm 1.22$	$4.85^{a} \pm 1.20$	$4.03^{b} \pm 1.04$
ความชอบโดยรวม^{ns}	5.04 ± 1.07	4.98 ± 1.11	4.64 ± 1.07

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.3 พบว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 30 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 30 และ40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และได้ค่าคะแนนต่ำสุด แสดงว่าลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 50 เปอร์เซ็นต์เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบน้อยกว่าที่ระดับอื่นๆ เนื่องจากเจลของเต้าหู้มีเนื้อสัมผัสที่นิ่มกว่าซูริมิ รวมทั้งเต้าหู้อาจทำให้การประสานกันเป็นร่างแห (network) ของซูริมิและน้ำ มีความเป็นระเบียบลดลง เป็นผลให้โครงสร้างตาข่ายของเจลมีความแข็งแรงลดลง ทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณเต้าหู้ค่าความแข็งของลูกชิ้นปลาที่ได้ลดลง อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบโดยรวมของทุกตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงเลือกใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับการทดแทนมากที่สุด แล้วจึงนำไปปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสต่อไป

4.2 ผลของการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

จากการนำลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิที่ 50 เปอร์เซ็นต์ มาปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ และนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.4 พบว่าเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าที่ระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จึงเลือกแป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มาปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 4.4 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิเมื่อเติมแป้งมันสำปะหลังที่ระดับต่างๆ

ลักษณะที่ทดสอบ	แป้งมันสำปะหลัง		
	3 เปอร์เซ็นต์	4 เปอร์เซ็นต์	5 เปอร์เซ็นต์
กลิ่น	$4.35^{a} \pm 0.93$	$5.20^{b} \pm 1.24$	$4.95^{ab} \pm 1.05$
รสชาติ^{ns}	4.45 ± 0.99	5.10 ± 1.25	4.85 ± 1.09
เนื้อสัมผัส	$4.52^{a} \pm 0.97$	$5.55^{b} \pm 0.83$	$4.74^{a} \pm 1.04$
ความชอบโดยรวม	$4.30^{a} \pm 1.17$	$5.64^{b} \pm 0.76$	$4.80^{a} \pm 1.09$

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลของการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

เนื่องจากหลังการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสแล้ว คะแนนด้านกลิ่นและรสชาติของลูกชิ้นปลายังคงต่ำอยู่ จึงนำไปปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรส โดยการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมูและทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบระหว่างสูตรควบคุม และสูตรที่ใส่คนอร์รสหมูที่ไม่มีผงชูรส ได้ผลดังตารางที่ 4.5 พบว่าคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมของสูตรที่ใส่คนอร์รสหมูที่ไม่มีผงชูรสมีคะแนนสูงกว่าสูตรควบคุม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากการทดลองครั้งนี้จึงเลือกลูกชิ้นสูตรที่ใส่คนอร์รสหมูที่ไม่มีผงชูรสมาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิเมื่อเติมกลิ่นรสหมู (คนอร์รสหมูสูตรไม่มีผงชูรส) กับสูตรควบคุม

ลักษณะที่ทดสอบ	กลิ่นรส	
	สูตรควบคุม	สูตรคนอร์ไม่ใส่ผงชูรส
กลิ่น^{ns}	5.15 ± 0.88	5.35 ± 0.93
รสชาติ	5.05^{a} ± 1.05	5.75^{b} ± 0.97
เนื้อสัมผัส^{ns}	4.40 ± 1.19	4.65 ± 1.46
ความชอบโดยรวม	5.10^{a} ± 0.91	6.05^{b} ± 0.89

(^{abc}) อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

(^{ns}) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ

จากการนำลูกชิ้นปลาสูตรที่เหมาะสมมาศึกษาอายุการเก็บรักษา ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วนำมาวัดค่าความเป็นกรดด่าง(pH) และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Acidity) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ได้ผลตามตารางที่ 4.6 พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของลูกชิ้นสูตรควบคุมและลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิจะมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า แต่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงกว่าลูกชิ้นสูตรควบคุม และจากการสังเกตลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น และเมือกของลูกชิ้นทั้ง 2 สูตร ได้ผลตามตารางที่ 4.7 พบว่า ลูกชิ้นทั้ง 2 สูตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านสี แต่ด้านกลิ่นและเมือกจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยลูกชิ้นสูตรควบคุมจะมีกลิ่นแรงจนไม่สามารถยอมรับได้และมีเมือกเกิดขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่วันที่ 13 ของวันที่เก็บรักษา ส่วนลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิจะมีกลิ่นแรงจนไม่สามารถยอมรับได้และมีเมือกเกิดขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่วันที่ 10 ของวันที่เก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของลูกชิ้นสูตรควบคุมและลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ 50 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

วันที่	ลูกชิ้นสูตรควบคุม			ลูกชิ้นเต้าหู้ซูริมิ		
	pH	%Acidity	pH (คำนวณ)	pH	%Acidity	pH (คำนวณ)
0	6.97	0.0225	4.38	6.50	0.0254	4.33
1	6.97	0.0225	4.38	6.50	0.0254	4.33
2	6.97	0.0236	4.36	6.50	0.0259	4.32
3	6.96	0.0236	4.36	6.49	0.0259	4.32
4	6.96	0.0248	4.34	6.49	0.0270	4.30
5	6.93	0.0248	4.34	6.48	0.0270	4.30
6	6.91	0.0248	4.34	6.41	0.0282	4.28
7	6.90	0.0259	4.32	6.38	0.0270	4.30
8	6.91	0.0259	4.32	6.37	0.0282	4.28
9	6.93	0.0270	4.30	6.37	0.0297	4.26
10	6.94	0.0270	4.30	6.36	0.0293	4.26
11	6.90	0.0259	4.32	6.36	0.0293	4.26
12	6.89	0.0282	4.28	6.38	0.0304	4.25
13	6.89	0.0293	4.26	6.39	0.0304	4.25
14	6.89	0.0293	4.26	6.33	0.0304	4.25
15	6.87	0.0315	4.23	6.33	0.0326	4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น และเมือกของลูกชิ้นสูตรควบคุมและลูกชิ้นที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ 50 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน

วันที่	ลักษณะปรากฏ	
	ลูกชิ้นสูตรควบคุม	ลูกชิ้นเต้าหู้ซูริมิ
0	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
1	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
2	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
3	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
4	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
5	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
6	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
7	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นดี
8	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล เริ่มมีกลิ่นแรงขึ้นเล็กน้อย
9	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงขึ้น
10	สีขาวนวล มีกลิ่นดี	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก เริ่มมีเมือกเกิดขึ้น
11	สีขาวนวล เริ่มมีกลิ่นแรงขึ้นเล็กน้อย	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือกเล็กน้อย
12	สีขาวนวล มีกลิ่นแรง	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือกเล็กน้อย
13	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก เริ่มมีเมือกเกิดขึ้น	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือก
14	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือกเล็กน้อย	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือก
15	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือก	สีขาวนวล มีกลิ่นแรงมาก มีเมือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 ผลการหาปริมาณเต้าหู้ที่เหมาะสมเพื่อทดแทนซูริมิในลูกชิ้นปลาที่ระดับ 30 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ พบว่าแบตเตอร์ของสูตรที่ใช้เต้าหู้ทดแทนมีความสามารถในการอุ้มน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแบตเตอร์สูตรควบคุม โดยเมื่อทดแทนเต้าหู้เพิ่มมากขึ้นจะทำให้แบตเตอร์มีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลงและเมื่อนำไปผลิตลูกชิ้นปลาจะทำให้เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลานิ่มลงด้วย ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิได้ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

5.2 ผลการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส โดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ คือ 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเติมแป้งมันสำปะหลังจะทำให้เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทน 50 เปอร์เซ็นต์แข็งขึ้น ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงขึ้น โดยคะแนนจะอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก

5.3 ผลการปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรส โดยการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมู (คนอร์รสหมูที่ไม่มีผงชูรส) พบว่าการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสหมูทำให้กลิ่นรสของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิ 50 เปอร์เซ็นต์และเติมแป้งมันสำปะหลัง 4 เปอร์เซ็นต์ดีขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรควบคุมที่ยังไม่ได้มีการปรับปรุงกลิ่นรส

5.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นปลาที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่ได้ทดแทนด้วยเต้าหู้) โดยการวัดค่าความเป็นกรดด่าง(pH) ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Acidity) และสังเกตลักษณะปรากฏในด้านสี กลิ่น และเมือกของลูกชิ้นทั้ง 2 สูตร พบว่าลูกชิ้นสูตรที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าลูกชิ้นสูตรควบคุม โดยลูกชิ้นสูตรที่ใช้เต้าหู้ทดแทนซูริมิมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 9 วัน ขณะที่ลูกชิ้นสูตรควบคุมมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จักรี ทองเรือง. 2544. **ซูริมิ (Surimi).** กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มธุรส ชัยหาญ. 2549. "เต้าหู้ = Tofu." **วารสารแม่โจ้ปริทัศน์.** ปีที่ 7 (ฉบับที่ 2):21-25.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลูกชิ้นปลา. 2547. **สำนักงานผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม.** มผช. 328/2547. กรุงเทพ. 5 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2547. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2547. **บทปฏิบัติการเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ระติพร หาเรือนกิจ. 2549. **เอกสารประกอบคำสอนวิชาการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงษ์. 2545. **การศึกษากระบวนการผลิตผงเต้าหู้และการใช้ประโยชน์ของผงเต้าหู้ในลูกชิ้นหมู.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

โสรยา เกิดพิบูลย์. 2545. **การศึกษาวิธีการผลิตลูกชิ้นปลาผสมเนื้อหอย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสาวลักษณ์. 2549. "คอลัมน์ต้นทางสุขภาพดี: แกะรอยเต้าหู้จากถั่วเหลืองสู่อาหารหลากแบบ" **นิตยสารชีวจิต.** ปีที่ 8:92-94.

อัจฉรา ควรประเสริฐ. 2550. **การทดแทนเนื้อหมูด้วยเต้าหู้สดในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อุบล ดีสวัสดิ์. 2547. **เต้าหู้เมนูอร่อยเพื่อสุขภาพ.** กรุงเทพ : แม่บ้าน.

Health and Cuisine Kitchen. 2547. **จานอร่อยจากถั่วเหลือง: เต้าหู้ เต้าเจี้ยว มิโซะ.** กรุงเทพ : ครัวบ้านและสวน.

Han-Sul Yang , Sung-Gil Choi , Jin-Tae Jeon , Gu-Boo Park , Seon-Tea Joo , 2007. "Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated Oatmeal and tofu as texture-modifyng agents." **Meat Sci.** 75: 283 – 289.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rogov I.A., Zhuravskaya N.K., Masuria V.A., Roslova A.P., Pismenskaya V.N., Perkel, T.P. and Kulibova V.V., 1982. "Utilization of milk coprecipitate and soy protein isolate in the manufacture of combination meat products." **Food Sci Tech.** 13: 198.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการทดสอบทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (Bloukas *et al.*, 2000)

การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องปั่นผสม (Blender) เป็นเวลา 30 วินาที วัดด้วยเครื่อง pH meter ขั้วอิเลคโทรดแก้ว ที่อุณหภูมิห้อง

วิธีวิเคราะห์

1. กด cal ที่เครื่องจนกระทั่งขึ้น Ct1
2. จุ่ม probe ลงใน pH 7 กด Enter รอจนกระทั่ง Ct2 ปรากฏ
3. ล้างหัว probe ด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู
4. จุ่ม probe ลงใน pH 4 กด Enter รอจนปรากฏค่า slope ในช่วง 56-62 (ค่าติดลบ)
5. ล้างหัว probe ด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู
6. จุ่ม probe ลงในตัวอย่าง กด Enter 2 ครั้ง จะปรากฏค่า pH ตัวอย่าง

หมายเหตุ

- pH Buffer ต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
- ในขั้นตอนที่ 2 ใช้เวลาไม่เกิน 10-15 นาที ถ้าเกินให้ปิดเครื่องและทำการ Calibrate ใหม่
- ถ้าไม่ขึ้น Ct2 แต่ขึ้น Et3 ให้ปิดเครื่องและทำการ Calibrate ใหม่ ถ้ายังไม่ได้ให้เปลี่ยน pH Buffer ที่ใช้

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Hughes *et al.*, 1997)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยง บันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด นำตัวอย่างในหลอดไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่ระดับความเร็ว 4000 rpm อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แยกส่วนของเหลวออก นำส่วนของแข็งกับหลอดเหวี่ยงไปชั่งน้ำหนัก

ปริมาณของเหลวทั้งหมดที่แยกได้ (TEF) = W1 – W2

เปอร์เซ็นต์ปริมาณของเหลวทั้งหมดที่แยกได้ (เปอร์เซ็นต์ TEF) = (TEF/W1) x 100

โดยที่ W1 = น้ำหนักหลอดเหวี่ยงและตัวอย่างเริ่มต้น

W2 = น้ำหนักหลอดเหวี่ยงและตัวอย่างหลังจากแยกของเหลวออก

หมายเหตุ

ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณของเหลวที่แยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (AOAC, 2000)

3.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 20 กรัม นำมาตีปั่นกับน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Homogenizer ทำการตีปั่นเป็นเวลา 1 นาที หรือจนกว่าตัวอย่างจะละเอียด

3.2 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ปั่นจนละเอียดมา 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmeyer flask

3.3 หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 % ลงใน flask 3-4 หยด

3.4 ไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH 0.05 N จากบิวเรต จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนและคงที่ไม่จางหายไปภายในเวลา 30 วินาที ถือเป็นจุดยุติของการไทเทรต

3.5 บันทึกปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

3.6 ทำการไทเทรตอีก 1 ซ้ำ ถ้าปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต 2 ครั้ง ต่างกันไม่เกิน 0.05 มิลลิลิตร แต่ถ้าหากปริมาตรที่ได้ทั้ง 2 ครั้ง ต่างกันเกิน 0.05 มิลลิลิตร ให้ทำการทดลองเพิ่มอีก 1 ซ้ำ

3.7 นำค่าปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ได้ ไปคำนวณหาค่า % Acidity จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Acidity} = \frac{\text{mL NaOH x Normality NaOH x Equivalent wt. of acid x 100}}{\text{mL (or Gm) Sample x 1000}}$$

เมื่อ mL NaOH = ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

Normality NaOH = ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

Equivalent wt. of acid = น้ำหนักสมมูลของกรดที่มีอยู่ในตัวอย่าง (Lactic acid)

mL (or Gm) Sample = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นมิลลิลิตร หรือ กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

4.1 อบถ้วยอะลูมิเนียมในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

4.2 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียมซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบแล้วใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่ได้ ทำซ้ำเช่นนี้จนกว่าน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมมีค่าต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ 7- point Hedonic scales

ชื่อผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ลูกชิ้นเต้าหู้ซูริมิ

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมตามระดับคะแนนที่กำหนด โดยระหว่างชิมตัวอย่างให้ดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่างต่อไป

ระดับคะแนน

7 = ชอบมากที่สุด
6 = ชอบมาก
5 = ชอบปานกลาง
4 = เฉยๆ
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ / รหัสตัวอย่าง	คะแนน			
	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

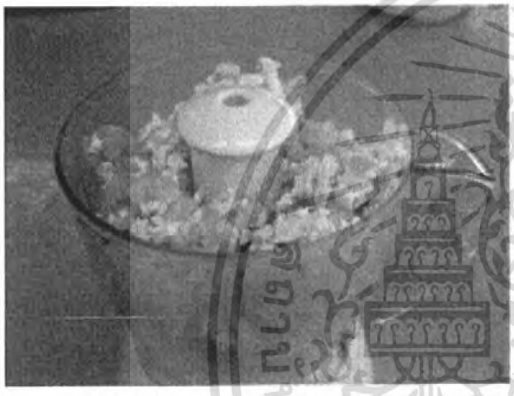
ภาคผนวก ค

ภาพขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นปลา

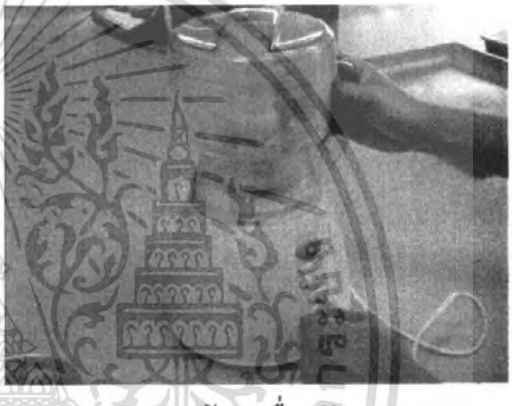
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนผสมในการทำลูกชิ้นปลา

2. ชั่งส่วนผสม

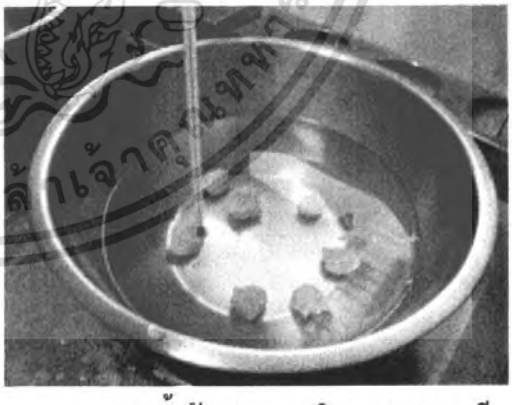


3. ใส่ซูริมิและเต้าหู้เพื่อเตรียมสับผสม



4. สับผสมด้วยเครื่องสับผสม

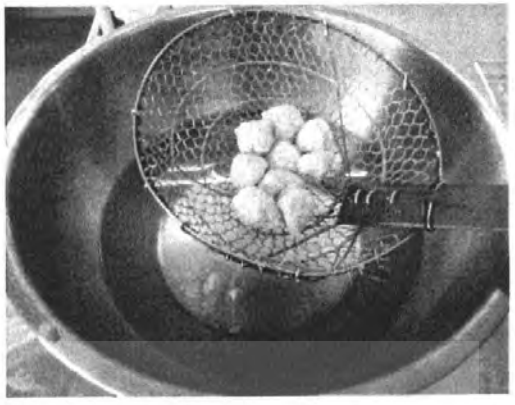
5. ขึ้นรูปเป็นลูกชิ้น



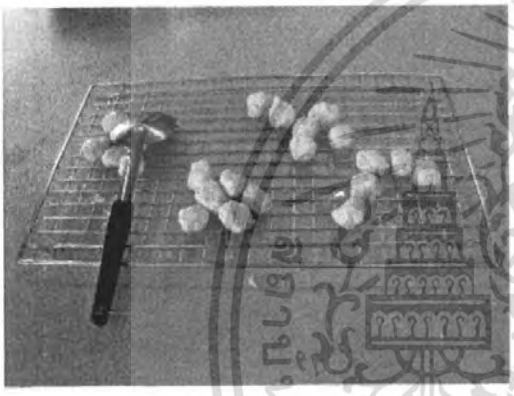
6. ลวกน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

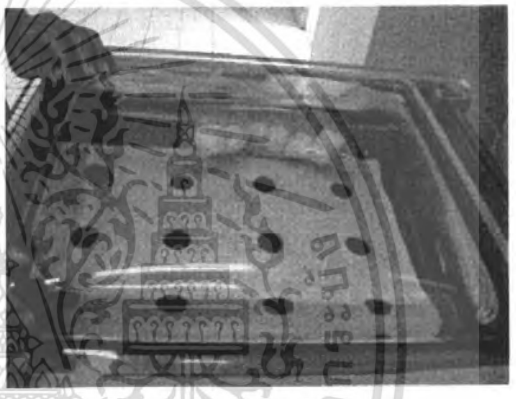
7. ลวกน้ำร้อนอุณหภูมิ 85°C 20 นาที



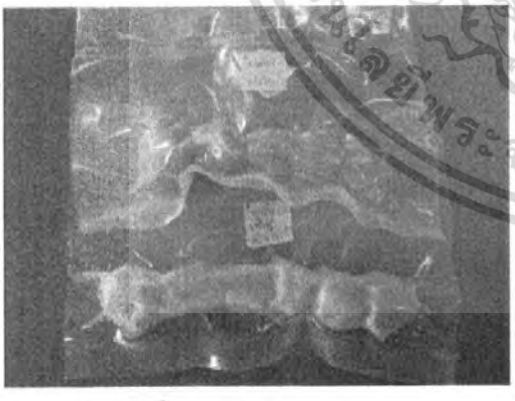
8. ใส่น้ำเย็นอุณหภูมิ 4°C 5 นาที



9. ทิ้งไว้ให้ลูกชิ้นสะเด็ดน้ำ



10. บรรจุใส่ถุง vacuum pack



11. เก็บที่อุณหภูมิ 3-5 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนานา ติรไพบูลย์ เกิดวันที่ 1 กันยายน 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย พ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2551

นางสาวไพลิน ศิริโชคนิมิต เกิดวันที่ 28 ธันวาคม 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง พ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2551

นางสาววันทนา ประเสริฐสุวรรณ เกิดวันที่ 9 มิถุนายน 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 พ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้