



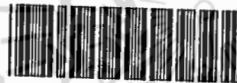
กระทรวงศึกษาธิการ
กองหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตเต้าหู้ปลาจากซูริมิและโปรตีนถั่วเหลือง
(Fish Tofu from Surimi and Soy Protein)



T096697

โดย

ป.พ.

พษ 33 ก

2545

นางสาวเพ็ญฟ้า

นางสาวอัญชลี

โอชารัมย์

รหัส 41044416

วรรณโกมิศย์

รหัส 41044441

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....96697

วัน,เดือน,ปี..... - 4 Jun 2545

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร



หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟื่องฟ้า โอชารัมย์, อัญชลี วรรณ โภษิตย์. 2544. : การผลิตเต้าหู้ปลาจากซูริมิและโปรตีนถั่วเหลือง (Fish Tofu from Surimi and Soy Protein). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ,

เต้าหู้ปลา (Fish Tofu) คือการผสมเนื้อปลาสด (Surimi) กับ โปรตีนถั่วเหลืองเข้าด้วยกัน เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่น่าสนใจ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งแรงกว่าเต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง แต่ไม่แข็งเท่ากับผลิตภัณฑ์ปลาที่ผลิตจาก ซูริมิ การนำโปรตีนสกัดบริสุทธิ์ (Isolate Soy Protein; ISP) ประกอบด้วยโปรตีนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 90 โดยน้ำหนักแห้ง ผลิตจากถั่วเหลืองที่มีคุณภาพสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับน้ำ และไขมัน เป็นตัวแพร่กระจาย (Dispersing agent) เป็นตัวทำให้เนื้ออาหารเกาะกัน (Binding agent) และยังเป็นตัวที่ทำให้อิมัลชันเกิดความคงตัว อีกด้วย การนำ ISP มาผสมกับซูริมิ จึงทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากเนื้อปลาสดให้มีคุณภาพ และเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการที่สูงขึ้น และยังเป็น การเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสดด้วย

ในกระบวนการผลิต จะทำการศึกษาอัตราส่วนของ ISP (Emulsion) : ซูริมิ ที่เหมาะสม 6 ระดับ 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, และ 60 : 40 พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 30 : 70 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์รวม ซึ่งได้รับคะแนนจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด ส่วนการศึกษาอัตราส่วนของ Soy Flour : ซูริมิ ที่เหมาะสม 4 ระดับ 5 : 95, 10 : 90, 15 : 85 และ 20 : 80 อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 10 : 90 ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์รวม ซึ่งได้รับคะแนนจากการทดสอบประสาทสัมผัสสูงที่สุด เมื่อได้รับสูตรที่ดีที่สุดของแต่ละชนิด จะทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบหาชนิดของโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น เต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมพบว่า ISP (Emulsion) : ซูริมิ ได้รับคะแนนมากที่สุดให้ค่าสี (L a b) เท่ากับ 89.10 , -1.41 และ 9.82 ตามลำดับ ค่า Gel Strength เท่ากับ 458.31 g.cm

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา โดยบรรจุแบบ
 สูญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วันตามลำดับ พบว่าอายุการเก็บ
 ในช่วงวันที่ 0 ถึงวันที่ 12 มีปริมาณจุลินทรีย์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อาหารแช่เย็นของ USDA
 (โดยอ้างอิงจากเนื้อปูแช่เย็น) คือ ไม่เกิน 5×10^7 เซลล์ต่อกรัมอาหาร แต่ในวันที่ 15 มีปริมาณ
 จุลินทรีย์เกินมาตรฐานคือ 8.7×10^7 เซลล์ต่อกรัมอาหาร แสดงว่าเจ้าหู้ปลา มีอายุการเก็บเป็นเวลา
 12 วัน

.....เพ็ญฟ้า โฉงรัมย์

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....นศ.ณัฐวิภากร โฉงรัมย์

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....20 / 3 / 45

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การเสนอปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การผลิตเต้าหู้ปลาจากซูริมิและ โปรตีนถั่วเหลืองนี้สำเร็จลง
ได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และกรรมการทั้ง 2
ท่าน อันได้แก่ ดร.ยุพร พิชกมูทร และอาจารย์ปริยาพร เจียวจำ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำ
ปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจ และกำลังทรัพย์ให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
ขอขอบคุณ คุณศิริชัย อากุลอม ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการถ่ายภาพ ขอขอบคุณพินึก และเจ้าหน้าที่
ที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษให้
สำเร็จด้วยดี

คณะผู้จัดทำ
20 มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	3
- ชูริมิคืออะไร	3
- ประโยชน์ของชูริมิ	3
- วิธีการผลิตชูริมิ	3
- การเกิดเจลของชูริมิ	6
- ถั่วเหลือง	8
- โปรตีนถั่วเหลือง	10
- โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง(Isolated Soy Protein : ISP)	11
- เต้าหู้	14
- เต้าหู้ปลา	14
- ส่วนประกอบอื่นที่สำคัญในการผลิตเต้าหู้ปลา	15
- การทำให้เกิดอิมัลชัน	16
- ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและความคงทนของอิมัลชัน	18
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	19
- วัตถุประสงค์	19
- อุปกรณ์ในการผลิต	19
- อุปกรณ์ในการวิเคราะห์	19
- สารเคมี	20
- วิธีการทดลอง	

1. ศึกษาลักษณะการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	๑
ให้ได้สูตรที่เหมาะสม	23
2. ศึกษาปริมาณ Soy flour ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม	24
3. ศึกษาของ โปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการผลิตผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา	25
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้ปลา ในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดเพื่อหา Shelf life	25
5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	26
- ผลการศึกษาลักษณะการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม	26
- ผลการศึกษาปริมาณ Soy flour ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม	29
- ผลการศึกษาของ โปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการผลิตผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา	32
- ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้ปลา ในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดเพื่อหา Shelf life	33
- ผลศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด	33
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางกายภาพ	40
ภาคผนวก ข การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	42
ภาคผนวก ค การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total Plate Count	46
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	47
ภาคผนวก จ วิธีการเตรียม ISP(Emulsion)	49
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	50
ภาคผนวก ช รูปกระบวนการผลิตเต้าหู้ปลา	72
ประวัติผู้แต่ง	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงสูตรที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ ISP(Emulsion) และซูริมิ ในอัตราส่วนต่างๆ	23
ตารางที่ 2 แสดงสูตรที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ Soy flour และซูริมิใน อัตราส่วนต่างๆ	24
ตารางที่ 3 แสดงค่าสี (L a b) ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ ISP(Emulsion) ต่อซูริมิในอัตราส่วนต่างๆ	26
ตารางที่ 4 แสดงค่า Gel strength ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาซึ่งแปรปริมาณ ISP(Emulsion) ต่อซูริมิในอัตราส่วนต่างๆ	27
ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส(5-Point-Hedonic Scale)ของเต้าหู้ปลา	28
ตารางที่ 6 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส(QDA)ของเต้าหู้ปลา	28
ตารางที่ 7 แสดงค่าสี(L a b) ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ Soy flour ต่อซูริมิในอัตราส่วนต่างๆ	29
ตารางที่ 8 แสดงค่า Gel strength ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาซึ่งแปรปริมาณ Soy flour ต่อซูริมิในอัตราส่วนต่างๆ	30
ตารางที่ 9 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส(5-Point-Hedonic Scale)ของเต้าหู้ปลา	30
ตารางที่ 10 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส(QDA)ของเต้าหู้ปลา	31
ตารางที่ 11 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส(5-Point-Hedonic Scale)ของเต้าหู้ปลา	32
ตารางที่ 12 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC) ในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน ตามลำดับ	33
ตารางที่ 13 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาที่ใช้อัตราส่วนของซูริมิ : ISP (Emulsion) เท่ากับ 70 : 30 น้ำแข็งร่อยละ 20 ของน้ำหนักซูริมิ และเกลือร่อยละ 2.5 ของน้ำหนักซูริมิ	33

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดง Flow diagram of surimi process	5
รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิต Isolated Soy Protein(ISP)	13
รูปที่ 3 อิมัลชันแสดง โปรตีนเนื้อสัตว์ที่ถูกสกัดละลายออกมา และทำหน้าที่ในการ Emulsify หยด ไขมัน	17
รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ปลา	21
รูปที่ 5 แสดงวิธีการผลิตเต้าหู้ปลาถลนพิมพ์	22



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแช่แข็งของไทย มีแนวโน้มขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ และอาหารทะเลแช่แข็งที่น่าสนใจโดยเฉพาะตลาดหลักอย่างญี่ปุ่น ก็คือ เนื้อปลาสดแช่แข็ง (Surimi) สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสด (Surimi-based products) ได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ลูกชิ้นแบบต่างๆ ไส้กรอก ปลาสดชุบขนมปัง เป็นต้น ดังนั้น หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากซูริมิให้มีรูปแบบที่หลากหลาย มีกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น จะเป็นการตอบสนองต่อการขยายตัวของตลาดที่มีแนวโน้มสูงขึ้น

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกอย่างมากในประเทศไทย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีบทบาททางโภชนาการมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะถือว่าเป็นโปรตีนชั้นสอง (Secondary class protein) รองจากเนื้อสัตว์ที่เป็นโปรตีนชั้นหนึ่ง (First class protein) โปรตีนสกัดบริสุทธิ์สูง (Isolate Soy Protein ; ISP) ประกอบด้วยโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับน้ำและไขมัน เป็นตัวแผ่กระจาย (Dispersing agent) เป็นตัวทำให้อาหารเกาะกัน (Binding agent) และยังเป็นตัวทำให้อิมัลชันเกิดความคงตัว (Emulsion stability) อีกด้วย (Rakosky, 1970) การนำ ISP มาผสมกับซูริมิจึงทำให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและยังเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหาร สามารถนำมาใช้เพื่อลดการใช้เนื้อปลาสดในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์

เต้าหู้ปลา (Fish Tofu) จึงเป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจ เพราะเป็นการนำ ISP มารวมกับโปรตีนของเนื้อปลา เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้สูงขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่นที่เกิดจากโปรตีนในซูริมิ แต่ยังคงลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มของเต้าหู้เอาไว้ เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาสด และยังช่วยรองรับผลผลิตจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกถั่วเหลืองอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของ โปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลา
2. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของโปรตีนถั่วเหลือง 2 ชนิด ได้แก่ Isolate Soy Protein (ISP)

กับ Soy flour

3. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของ

ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา

4. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

เนื้อปลาสด(Surimi)

ซูริมิคืออะไร

ซูริมิคือ เนื้อปลาสดที่ผ่านการบดหรือสับให้ละเอียดแล้วล้างน้ำ เติมสารพวก cryoprotectants เก็บไว้ในสภาพแช่แข็ง เพื่อที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป

ซูริมิ(surimi)มาจากภาษาญี่ปุ่น โดยที่ญี่ปุ่นเป็นชาติแรกที่ทำซูริมิมานานหลายทศวรรษโดยทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยมแล้วนำไปนึ่งหรือทอดให้สุก ซึ่งคนญี่ปุ่นเรียกอาหารนี้ว่า “คามาบโโกะ” (kamaboko) และเป็นอาหารพื้นเมืองของชาวญี่ปุ่นด้วย

ประโยชน์ของซูริมิ

ซูริมิสามารถแช่แข็งไว้ได้นานและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายชนิด ได้แก่ เนื้อปูเทียม โดยจะให้คุณค่าทางโปรตีนสูงแต่ไขมันต่ำ และอาหารประเภทชุบส่วนผสม (Battered and Breaded) และนำไปทอด เช่น Fish fingers และ Fish nuggets โดยอาจมีการบรรจุที่ใช้สำหรับเข้าไมโครเวฟได้เพื่อความสะดวกแก่ผู้บริโภค และสามารถเก็บในสภาพแช่แข็งได้

วิธีการผลิตซูริมิ

1. การเตรียมวัตถุดิบ ควรมีลักษณะดังนี้

- ควรเป็นปลาสด เพราะความสดของปลามีความสำคัญที่สุดต่อคุณภาพของซูริมิ
- ควรเป็นปลาที่มีเนื้อสีขาว เช่น ปลาทูลายแดง ปลาตาโต ปลาจวด
- ควรจะเก็บรักษาในน้ำแข็งจนกว่าจะนำมาผลิต

2. Dressing คือกระบวนการแยกเนื้อปลาจากกระดูก หนัง และเครื่องใน จากนั้นจึงบดให้ละเอียด เนื้อที่ได้จากส่วนนี้เรียกว่า Minced meat

3. การล้าง เนื้อปลาสดที่ได้จะต้องผ่านการล้างด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 5 - 10°C จนสีเลือด ถูกล้างออกและปราศจากกลิ่น โดยทำการล้างอย่างน้อย 3 ครั้ง จำนวนครั้งในการล้างจะแปรเปลี่ยนตามชนิดของปลา การล้างจะเป็นการกำจัดไขมันและสารประกอบที่ละลายน้ำได้ (Water soluble substituents) ออกจากเนื้อปลา

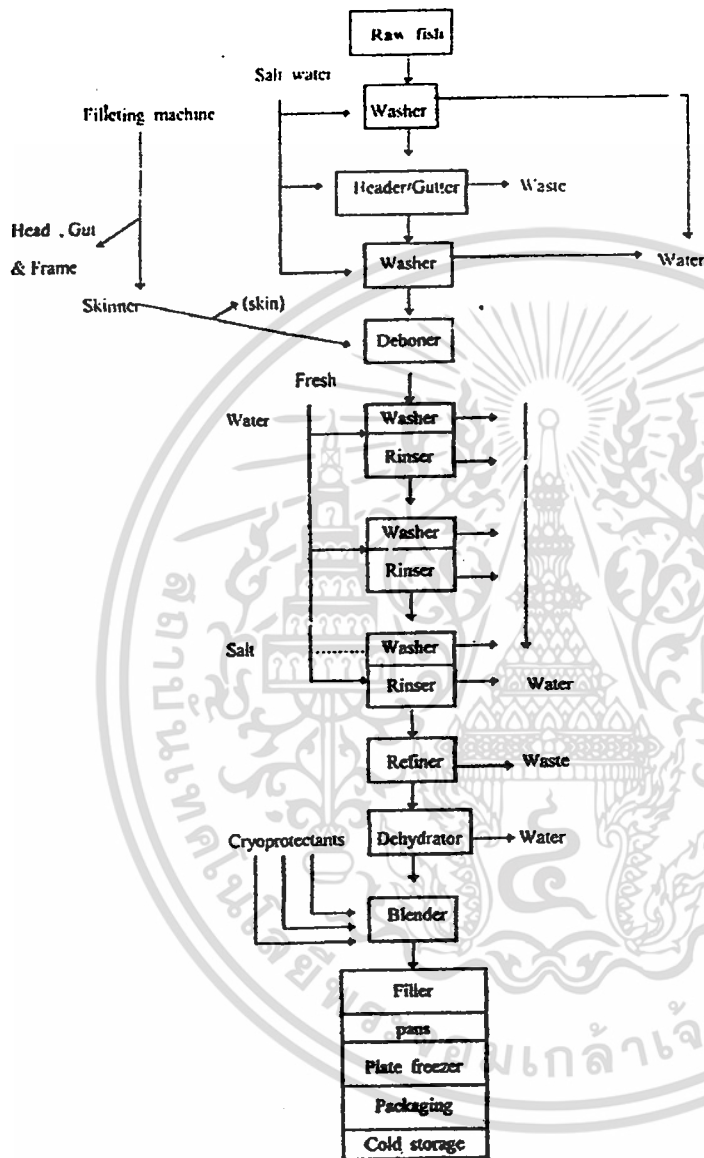
4. Dewatering เป็นการแยกน้ำออกจากเนื้อปลาโดยอาศัยเครื่องแยกน้ำ เช่น เครื่องเหวี่ยง หรือ เครื่องแยกน้ำระบบคานกด จากนั้นจะผ่านเข้าเครื่องแยกเกลือกระดูก เพื่อแยกเกลือกระดูก และเศษหนังที่เจือปนออก

5. การผสมวัตถุเจือปนอาหาร (Cryoprotectants) เพื่อป้องกันการเกิด Freeze denaturation ซึ่งส่งผลให้ Gel strength และคุณภาพของเนื้อปลาลดลง ตัวอย่างของ Cryoprotectants ได้แก่ สารประกอบพวกน้ำตาล (เช่น Sucrose และ Sorbitol) และ Polyphosphate

6. การบรรจุ นิยมทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยม โดยห่อด้วยแผ่นพลาสติก

7. การแช่แข็ง (Freezing) ใช้อุณหภูมิ -30°C และอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางของเนื้อปลาบด ควรจุลดลงถึง -20°C ภายใน 4 – 6 ชั่วโมง

8. เก็บรักษาที่อุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ -18°C



รูปที่ 1 แสดง Flow diagram of surimi process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดเจลของซูริมิ

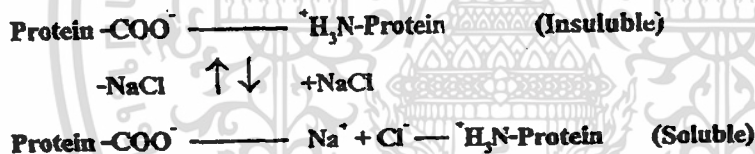
การเกิดเจลของซูริมิเกิดจากการสร้างพันธะของโปรตีนในกล้ามเนื้อปลา นั่นคือเกิดการเชื่อมต่อกันของ Myofibrillar protein ในซูริมิ โดยมีความร้อนเป็นตัวชักนำให้เกิดโครงสร้างของเจลเกิดขึ้น

กลไกการเกิดเจลของซูริมิจะมีพันธะเกี่ยวข้องอยู่หลายชนิดยกตัวอย่างเช่น

1.Salt linkage

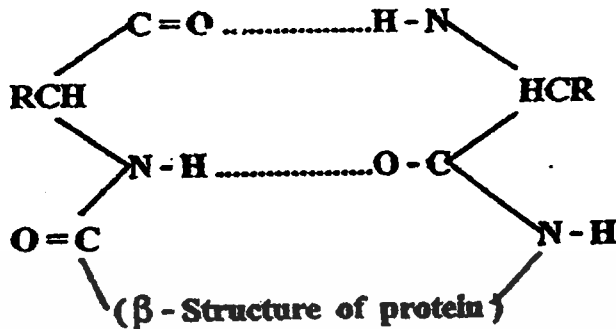
เมื่อเราเอาเนื้อปลามาบดและเติมเกลือลงไปจะทำให้เกิดความข้นหนืดในลักษณะที่เป็น sol หรือ paste เนื่องจากเกลือทำให้ Myofibrillar protein ละลายน้ำได้

ซึ่งการบดซูริมิพร้อมกับการเติมเกลือเป็นเวลา 25 นาที จะทำให้โครงสร้างเดิมของ Myofibrillar protein เปลี่ยนไป ซึ่งเดิมมันไม่ละลายน้ำก็สามารถละลายน้ำได้ เมื่อเราเติมเกลือเข้าไป ประจุของเกลือจะละลายในน้ำ ทำให้เกิดการรวมกันของประจุกลุ่มตรงกันข้ามของ โมเลกุลของเกลือกับ Myofibrillar protein เกิดเป็น Salt linkage ขึ้นและในขณะเดียวกันก็จะเกิดการละลายของ myosin รวมกับ actin ได้เป็น actomyosin ด้วย



2.Hydrogen bonds

ในซูริมิเกิดการสร้างพันธะระหว่าง amino group ของ proline และ hydroxyproline กับ carbonyl group ของ glutamine และ asparagine



3. Disulfide bonds

เกิดจากการ Oxidation ระหว่าง cysteine 2 ตัว ตรงหมู่ซัลไฟด์ไฮดริล (-SH) เกิดเป็นพันธะ disulfide ขึ้น และพันธะนี้จะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการเติมตัว oxidant ลงไป และตัว Oxidant ที่ใช้กันอยู่ก็คือ Potassium bromate การเกิด disulfide bonds จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 80°C)



4. Hydrophobic interaction

พันธะ Hydrophobic interaction เป็นการใช้แรง vander waals เพื่อให้โปรตีนมีความคงตัว ซึ่งมันเป็นแรงกระทำระหว่างขั้ว (Dipole) และพบว่าประมาณ 25% ของกรดอะมิโนใน myosin เป็น Hydrophobic amino acid (Nonpolar) เช่น alanine, valine, leucine, isoleucine, proline, tryptophane และ phenylalanine Hydrophobic เหล่านี้จะมาอยู่รวมกัน โดยที่โมเลกุลของน้ำซึ่งเป็น Hydrophilic (Polar) จะอยู่รอบๆ ส่วนที่เป็น Hydrophobic เหล่านี้

5. Covalent bond

พันธะนี้เป็นพันธะที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ Transglutaminase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชในตระกูลถั่วมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine Max (L) Merrill* ความสำคัญของถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงถึงร้อยละ 34.1 และ 17.7 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ในแง่ของการเป็นอาหารโปรตีนแล้ว โปรตีนจากถั่วเหลืองจะมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์หลายเท่าตัว เนื่องจากใช้เวลาผลิตเร็วกว่ามากและเสียค่าใช้จ่ายน้อย โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพไม่สมบูรณ์ คือ มีปริมาณของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Methionine และ Cystine น้อย แต่มีปริมาณของ Lysine สูง ถ้ารับประทานร่วมกับอาหารอื่นที่โปรตีนมีองค์ประกอบของ Lysine ต่ำ แต่มี Methionine และ Cystine สูง อย่างเช่น พวกรั้วพืช หรือพืชน้ำมันบางชนิด เช่น งา ร่างกายจะได้รับโปรตีนที่มีคุณภาพสมบูรณ์ขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของโปรตีนจากถั่วเหลืองกับปริมาณโปรตีนจากอาหารอื่นๆ โดยน้ำหนักแห้ง ปรากฏว่าถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนเป็น 1 ½ ของโปรตีนจากเนยแข็ง 2 เท่าของโปรตีนที่ได้จากเนื้อปลา 3 เท่าของโปรตีนที่ได้จากไข่หรือแป้งสาลี และ 11 เท่าของโปรตีนที่ได้จากนม แป้งถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม จะมีปริมาณของโปรตีนเท่ากับเนื้อวัว 2.4 กิโลกรัม หรือไข่ไก่ 67 ฟอง หรือนมวัว 13 ลิตร และยังเท่ากับ 4.14 กิโลกรัมของแป้งสาลี จึงกล่าวได้ว่า โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่ถูกที่สุด แต่ความสมบูรณ์ของโปรตีนจากถั่วเหลืองด้อยกว่าโปรตีนจากงาและนมวัว โปรตีนของถั่วเหลืองเมื่อเสริมด้วยกรดอะมิโน Methionine แล้ว ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (Protein Efficiency Ratio ; PER) จะเพิ่มขึ้น หมายถึง โปรตีนของถั่วเหลืองมีความสมบูรณ์มากขึ้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

ถั่วเหลืองประกอบไปด้วยไขมันร้อยละ 16-18 ซึ่งมีปริมาณของไขมันเท่ากับ 2 เท่าของน้ำมันในไข่ 5 เท่าของน้ำมันในนม และ 10 เท่าของน้ำมันในแป้งข้าวสาลี น้ำมันถั่วเหลืองมีความสำคัญมากต่อโภชนาการของมนุษย์ คุณภาพของน้ำมันถั่วเหลืองสูงกว่าน้ำมันที่ได้จากสัตว์และสูงกว่าน้ำมันเนยเพราะมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ Linoleic acid ร้อยละ 5-11 และ Linolenic acid ร้อยละ 45-62 น้ำมันถั่วเหลืองประกอบไปด้วยเลซิทีนร้อยละ 3 ซึ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อร่างกายเพื่อให้ร่างกายทำงานปกติ ปริมาณของเลซิทีนในถั่วเหลืองมีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอในอาหาร สำหรับมนุษย์เลซิทีนมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือใช้เสริมสร้างประสาทและพลังจิต บำรุงต่อมไร้ท่อต่างๆ ทำให้ไขมันและคอเลสเตอรอลที่เกาะอยู่ตามอวัยวะที่สำคัญๆ กระจุกกระจายออกไปได้ ช่วยในการดูดซึมและขนส่งพวก ไขมันเข้าสู่กระแสโลหิต เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มสมองและเซลล์ประสาท นอกจากนี้ยังช่วยในการรักษาโรคผิวหนัง โรคประสาท โรคหลอดเลือดแข็งและเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอของร่างกายได้ ประโยชน์ในด้านอาหารใช้เป็นอิมัลซิฟายเออร์ในการทำนมปั่น ซอทเทนนิง ลูกกวาดและไอศกรีม (Roy and Robert, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดไขมันที่พบในถั่วเหลืองจะประกอบไปด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว และมักจะมียอดตราส่วนค่อนข้างคงที่คือประมาณ 15 ต่อ 85 ในกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวนี้พบว่าเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential fatty acids) อยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง คือประมาณ 30-40% ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะเป็นพวก Linoleic acid และ Linolenic acid เป็นต้น ในส่วนของไขมันที่ไม่อิ่มตัวซึ่งมีสูงถึง 85% โดยประมาณนั้น จะประกอบไปด้วยกรดไขมันที่มีคาร์บอนจำนวน 18 ตัวอยู่ และมีจำนวนของ double bond คือ Oleic acid (c 18:1) Linoleic acid (c 18:2) Linolenic acid (c 18:3) และจากการที่มีจำนวนของ double bond อยู่มากจึงทำให้เกิด Oxidation ได้ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหืน (Rancidity) ได้ง่าย

ในไขมันถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยสารหลักอีกชนิด คือ สารที่เรียกว่า Phospholipids หรือ Phosphatides ซึ่งเป็นสารที่คล้ายไขมัน (Fat like substances) โดยมีไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย โดยคุณสมบัติของ Phospholipids นี้จะมีผลในด้านของการ Emulsifying ที่ดี (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

ถั่วเหลืองเป็นอาหารซึ่งอุดมสมบูรณ์ไปด้วยเกลือแร่และวิตามินต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโปแตสเซียม สำหรับแคลเซียมนั้นเป็นธาตุที่สำคัญ ซึ่งมักจะขาดแคลนในอาหารที่มีราคาถูก ร่างกายของคนเราต้องการโปแตสเซียมในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อต่างๆ และทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ธาตุฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมอง ส่วนธาตุแคลเซียมนั้นสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของกระดูก และธาตุเหล็กสำคัญในการบำรุงโลหิต ในแง่ของวิตามินต่างๆ ถั่วเหลืองยังอุดมไปด้วยวิตามินเอ บี 1 บี 2 ไนอะซิน ดี อี และเค จะพบวิตามินบี 2 มากกว่าพืชอื่นๆ และมีมากเกินความต้องการต่อวันในผู้ใหญ่อีกด้วย นอกจากวิตามินแล้ว ถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยไบโอติน (Biotin) โคลีน (Choline) และอีโนซิทอล (Inositol) ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับวิตามิน ถั่วเหลืองอ่อนหรือถั่วระจะประกอบไปด้วยวิตามินเอและจะมีวิตามินซีอยู่บ้าง ถั่วเหลืองเมล็ดแก่และแห้งจะไม่มีวิตามินซี และจะมีวิตามินเอน้อย แต่จะมีวิตามินบีมากกว่าถั่วเหลืองอ่อนถึง 3 เท่า ในน้ำมันถั่วเหลืองจะมีวิตามินเอและดี และยังเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินอีและเคอีกด้วย (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

ถั่วเหลืองจึงเป็นแหล่งของสารอาหารโปรตีนที่เหมาะสม และเอื้ออำนวยต่อสุขภาพ โดยที่ผ่านการใช้ความร้อนปรุงแต่งที่เหมาะสม แม้ว่าถั่วเหลืองเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพไม่สมบูรณ์ แต่การเสริมด้วยกรดอมิโนที่จำเป็นและมีอยู่ในระดับต่ำ คือ Methionine และ Cystine เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโปรตีนชนิดนี้ได้ จึงถูกใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นอาหารเสริม สำหรับผู้ที่เป็นโรคขาดสารอาหารโปรตีน และเคลอริ์ได้อย่างดี ทั้งยังมีราคาถูกเหมาะสมกับผู้ที่มิรายได้ต่ำ นอกจากนี้ถั่วเหลืองจัดเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองจึงเป็นการก่อให้เกิดอาชีพต่อเนื่องตั้งแต่เกษตรกรผู้ปลูก ผู้จำหน่าย และอุตสาหกรรมผู้แปรรูป (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนถั่วเหลือง

ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเหลือง แบ่งออกได้เป็น

- Soy flour (แป้งถั่วเหลือง)
- Soy Protein Concentrate (SPC)
- Isolated Soy Protein (ISP)

1. Soy flour (แป้งถั่วเหลือง)

เป็นผลิตภัณฑ์แรกของถั่วเหลืองด้านการค้า คือ แป้งถั่วเหลือง ซึ่งยังมีกลิ่นรสไม่ดีและมีการใช้น้อยมาก เนื่องจากการผลิตยังใช้อุณหภูมิไม่เหมาะสม จึงมีผลต่อคุณภาพของแป้งถั่วเหลือง ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ได้มีการค้นคว้ากรรมวิธีการผลิต การกำจัดส่วนบกพร่องต่างๆ ของแป้งถั่วเหลือง ทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น (Burnett, 1980) และเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์นานาชาติ จึงได้มีการผลิตแป้งถั่วเหลืองชนิดต่างๆ ขึ้นดังนี้

1.1 แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองที่ทำมาจากถั่วเหลืองที่กระเทาะเปลือกออก แล้วบดละเอียด มีโปรตีนประมาณร้อยละ 40 และไขมันประมาณร้อยละ 18 ซึ่งนับว่ามีไขมันสูงกว่าแป้งถั่วเหลืองชนิดอื่นๆ

1.2 แป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน (defatted soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองที่ทำมาจากถั่วเหลืองกระเทาะเปลือก นำมาสกัดไขมันออกแล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (Wolf และ Cowan, 1975) มีไขมันอยู่น้อยกว่าร้อยละ 1 โปรตีนประมาณร้อยละ 50

1.3 แป้งถั่วเหลืองมีไขมันน้อย (low fat soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันแล้วเติมไขมันให้มีปริมาณร้อยละ 4.5-9

1.4 แป้งถั่วเหลืองที่มีไขมันสูง (high fat soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันแล้วเติมไขมันให้มีปริมาณร้อยละ 15

1.5 แป้งถั่วเหลืองเสริมเลซิทิน (lecithinated soyflour) เป็นแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เติมเลซิทินลงไปในระดับต่างๆ อาจสูงถึงร้อยละ 15 ซึ่งมักนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์พิเศษ เช่น อาหารเสริมสำหรับเด็ก (Wilcke, 1966)

1.6 Enzyme action soyflour เป็นแป้งที่ผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนเล็กน้อย เอนไซม์ยังไม่ถูกทำลาย ซึ่งมีทั้งชนิดแป้งไขมันเต็มและแป้งที่สกัดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แป้งถั่วเหลืองชนิดอื่นๆ เป็นแป้งที่ทำเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แป้งถั่วเหลืองโปรตีนสูง ซึ่งได้จากโปรตีนเข้มข้น (protein concentrate) กับแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน หรือโดยการผสมแป้งถั่วเหลืองไขมันกับกากถั่วเหลือง

2. Soy Protein concentrate (SPC) มีโปรตีนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (drybasis) เตรียมได้โดยสกัดเอาน้ำตาลที่ละลายน้ำได้และสารอื่นๆ (minor constituents) ออกจาก defatted Soy flakes หรือ Soy flour ในทางการค้ามีวิธีการเตรียม SPC 3 วิธี คือ โดยการใช้ความร้อน, ใช้กรดเจือจาง และใช้ alcohol leach

3. Isolated Soy Protein (ISP) เตรียมได้โดยการสกัด Soy flake ด้วยด่างหรือน้ำแล้วนำไปตกตะกอนด้วยกรด นำ Curd ที่ได้หลังจากการกรอง หรือ Centrifuge มาล้างน้ำแล้วทำให้แห้งในรูป isoelectric form หรือจะทำ Curd ไปทำให้เป็นกลางก่อนที่จะนำไปทำแห้งให้อยู่ในรูป water-dispersible Sodium proteinate ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะได้โปรตีนมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (dry basis)

โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (Isolate Soy Protein : ISP)

ขั้นตอนการผลิต

ใช้แป้งถั่วเหลืองที่ไม่มีไขมัน และมีค่าของการละลายโปรตีนสูงมาละลายน้ำ และปรับให้อยู่ในสถานะที่เป็นด่างเล็กน้อย (pH 7-9) ด้วยด่างที่เจือจาง โดยรักษาอุณหภูมิที่ 50-55 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาผ่านการแยกเอาส่วนที่ไม่ละลายออก โดยการกรอง (ส่วนที่เป็นกาก residue จะได้แก่สารพวก Water insoluble polysaccharides และบางส่วนของโปรตีน) จากนั้นก็นำเอาส่วนที่เป็น filtrate มาปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 4.5 (Isoelectric region) ด้วยกรด (Food grade acid) ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่ก็จะตกตะกอน จากนั้นก็กรองเอาตะกอนออกและล้างตะกอนด้วยน้ำ ถ้าเอาไปอบแห้งเลยในช่วงนี้จะได้เป็น Isoelectric protein แต่ถ้านำเอาตะกอนที่ล้างแล้วไปละลายน้ำและปรับสภาพให้เป็นกลาง (Neutralize) ก่อน แล้วจึงนำไปทำให้แห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) จะได้เป็น ISP ที่ละลายน้ำได้ดีกว่า และง่ายต่อการรวมตัวในอาหาร

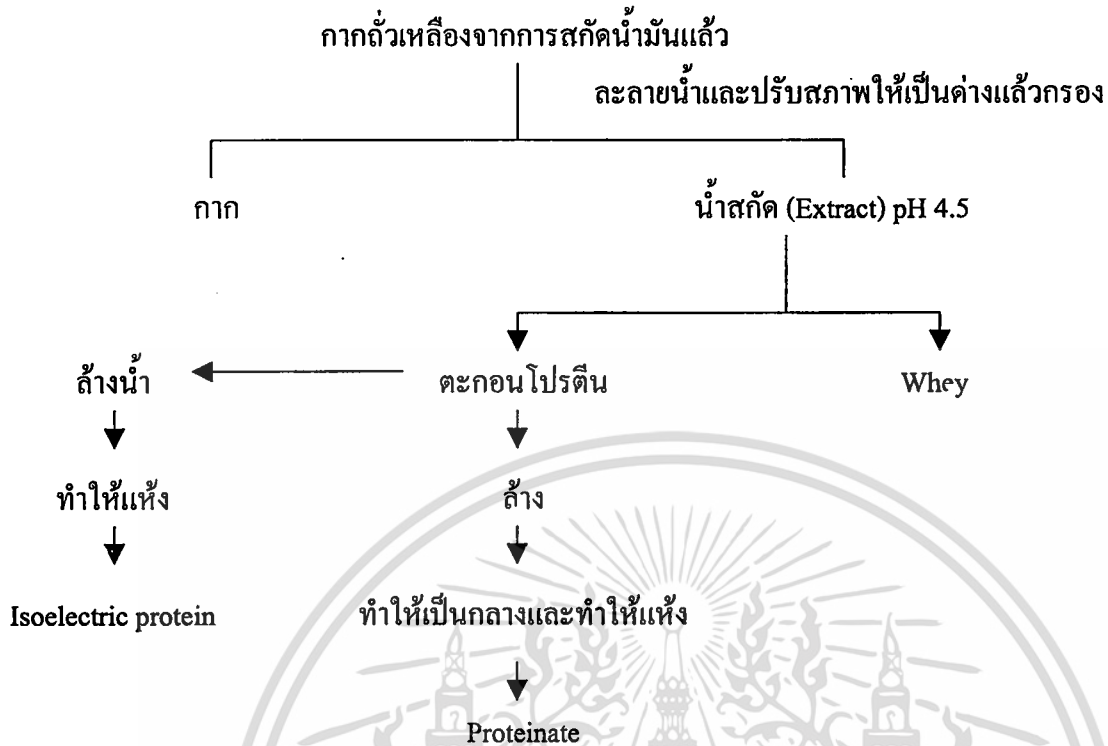
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทของ ISP ในประเทศไทยเรานั้นว่ายังมีไม่มากนัก การใช้ปริมาณน้อยมากและอยู่ในวงจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการทำอาหารของคนไทยแตกต่างกับการเตรียมอาหารของต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ในเรื่องของการใช้ก็มีอยู่ในรูปของเครื่องคั้นแทนนมวัว ในกรณีของคนที่เป็นนมวัว หรือผู้ป่วยเฉพาะโรค เป็นต้น ซึ่งจะนำเอา ISP นี้มาปรุงแต่งด้วยส่วนประกอบอาหารอื่นๆ ให้ครบถ้วนมากขึ้น โปรตีนสกัดบริสุทธิ์สูง (ISP) จากถั่วเหลืองนี้จะสามารถผ่านสภาวะต่างๆ เช่น สารเคมี ความร้อนหรือเอนไซม์ (Chemical, Thermal or Enzymatic treatments) ก่อนถูกทำให้แห้ง ซึ่งสภาวะต่างๆ ดังกล่าว จะใช้ในการดัดแปลงคุณภาพของโปรตีนให้มีคุณสมบัติในหน้าที่เฉพาะต่างๆ ได้แก่ การเพิ่ม Whipping ability, Gelation, Protein binding, Protein solubility, Fat and oil emulsification and Water absorption เป็นต้น

หน้าที่เฉพาะอย่างที่เกิดขึ้นจากการใช้ ISP มาผ่านสภาวะต่างๆ คือ

1. Solubility and dispersibility : การเพิ่มค่าของการละลายตัวในน้ำของ ISP อาจทำได้โดยเทคนิคในขั้นตอนต่างๆ เพราะค่า Solubility นั้นเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของ pH ความร้อน Ionic strength, Multivalent ions, ปฏิกิริยาระหว่างสารอาหารและตัวทำละลาย เป็นต้น ค่าการละลายของโปรตีนอาจวัดได้จากวิธีการต่างๆ เช่น Nitrogen Solubility Index (NSI), Water Soluble Protein (WSP), Water Dispersible Protein (WDP), Protein Dispersibility Index (PDI) เป็นต้น ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบนั้นย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามค่าการเปลี่ยนแปลงของ pH, Ionic strength อุณหภูมิและอื่นๆ เช่น เกลือ แป้งไขมัน Gums เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่นค่าการละลายตัวของ ISP จะขึ้นอยู่กับค่าของ pH ในผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2. Viscosity and gelation : การเกิดความหนืดและวุ้นของโปรตีนเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต ดังเช่นที่เกิดผลต่อการละลายตัวของโปรตีน กล่าวคือว่า pH, ionic strength, เกลือ Divalent ions, อุณหภูมิ, ความเข้มข้นของโปรตีนเอง และขั้นตอนอื่นๆ ที่ใช้ในการทำ ISP หลายครั้งที่การเกิดเป็นวุ้นส่วนใหญ่เกิดจากโปรตีนที่ละลายได้และเป็นชนิด heat-induced โดยไม่สามารถกลับไปกลับมาได้ (Irreversible) วุ้นที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะแตกต่างกัน มีตั้งแต่วุ้นที่อ่อนจนถึงแข็งและเหนียวแบบยาง (Rubbery gels) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและหน้าที่เฉพาะของโปรตีนแต่ละชนิด นอกจากนั้นยังขึ้นกับสภาวะอื่นๆ เช่น pH อุณหภูมิ และความเข้มข้นของเกลือ เป็นต้น



รูปที่ 2 : ขั้นตอนการผลิต Isolate Soy Protein (ISP)

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527.

Proteinate ที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวมักจะมีอยู่ในรูปแบบของ Sodium เป็นส่วนใหญ่ อาจมีอยู่ในรูปของ Potassium, Calcium บ้าง ส่วนประกอบของ ISP ที่มีขายในท้องตลาดโดยทั่วไป คือ

Protein	92-94%
Moisture	4-7%
Crude fiber	0.1-0.2%
Ash	2-3.8%
Nitrogen Solubility Index (NSI)	85-95
pH (1:10 aqueous dispersion)	6.8-7.1

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527.

3. Water absorption : โปรตีนชนิด ISP มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ เหมือนโปรตีนทั่วไป เพราะว่าโมเลกุลของโปรตีนมี Polar side-chains ที่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากโมเลกุลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Emulsification and Emulsion Stabilization : โปรตีนชนิด ISP สามารถใช้เป็นสารเพื่อ Emulsify fat หรือ Stabilize fat ในสารละลายที่มีไขมันอยู่ด้วย หน้าที่อื่นๆ ในอาหาร (Food systems) เช่น Fat micelle stabilization, Water absorption, Fat absorption, Viscosity control และ Textural control เป็นต้น ความสามารถในการทำหน้าที่ก่อให้เกิดการคงตัวของไขมันในอาหารนั้นมีผลจากกระบวนการผลิตเป็น ISP เช่นเดียวกันกับสถานะของ pH, จำนวน Ions และปฏิกิริยาระหว่างสารอาหารที่เกิดขึ้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2527)

เต้าหู้

โปรตีนในถั่วเหลืองมีคุณสมบัติทางด้านหน้าที่ (Functional property) ที่สามารถเกิดการฟอร์มเจล การเกิดเจล การเกิดเจลสามารถทำได้โดยการให้ความร้อน (Heat-induced gel) หรือการใช้สารตกตะกอนโปรตีน (Coagulant) เจลโปรตีนถั่วเหลืองที่ได้จากสารตกตะกอนที่รู้จักกันดี คือ เต้าหู้ หรือที่คนญี่ปุ่นเรียกโตฟู (Tofu) คนเวียดนามเรียก แคนฟู (Dan fu) คนจีนเรียก เต้าฟู (Teou fu) และฝรั่งเรียก Soybean curd (Smith, 1895)

เต้าหู้หรือเรียกอีกนัยหนึ่งว่า เนื้อไม่มีกระดูก “The Meat without a Bone” มีสีครีมขาวอ่อนนุ่ม อุ่มน้ำและย่อยง่าย มีโปรตีนสูง สามารถใช้แทนเนื้อสัตว์ต่างๆ เช่น เนื้อวัว หมู ไก่ หรือปลาก็ได้ และยังสามารถใช้ประกอบอาหารได้หลายอย่าง (สมชาย, 2538)

เต้าหู้ปลา

คือการผสมเนื้อปลา (surimi) กับ โปรตีนถั่วเหลืองเข้าด้วยกัน เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่น่าสนใจ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้น่าจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งแรงกว่าเต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง แต่ไม่แข็งเท่ากับผลิตภัณฑ์ปลาที่ผลิตจากซูริมิ การนำโปรตีนสกัดบริสุทธิ์สูง (Isolated Soy Protein ; ISP) ที่มีโปรตีนสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ในการผลิต โดยวิธีตุ๋นประสงค์เพื่อปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ISP มีโปรตีนสูง จึงมีคุณสมบัติการอุ่มน้ำ การดูดซับไขมัน การเกาะตัวกัน การเกิดเจล การเป็นอิมัลชัน ฯลฯ ซึ่งเมื่อนำไปเติมในอาหาร จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นทั้งในด้านสารอาหาร เนื้อสัมผัส

ส่วนประกอบอื่นๆ ที่สำคัญในการผลิตเต้าหู้ปลา

1. **ไขมัน** เป็นส่วนผสมที่ลดต้นทุนในการผลิต ทำหน้าที่เป็นตัวกระจาย (Disperse หรือ Discontinuous phase) ในอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (Oil in water emulsion) ได้แก่ผลิตภัณฑ์ใส่กรอก ส่วนน้ำเป็นตัวถูกแทรก (External หรือ Continuous phase) (เขวาลักษณ์, 2536)

ไขมันที่ใช้ในการทำใส่กรอกนั้น ใช้ได้ทั้งไขมันจากพืชและสัตว์ แต่ส่วนใหญ่จะใช้ไขมันจากสัตว์ เช่น ไขมันหมูแข็ง จากการที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง และมีจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง 32.2-40.5°C จึงได้อิมัลชันที่มีความเสถียร ประเทศในแถบตะวันออกกลางที่นับถือศาสนาอิสลามจะใช้ไขมันพืชแทนไขมันสัตว์ ซึ่งใช้ได้หลายชนิด ยกเว้นน้ำมันละหุ่ง เพราะมีหมู่ไฮดรอกซีอิสระมาก ทำให้เกิดอิมัลชันน้อย และมีความหนืดน้อยกว่าน้ำมันอื่นๆ (จิระศักดิ์ อ้างถึง Christian และ Affle, 1967)

การใช้น้ำมันพืชซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง จะได้อิมัลชันที่ไม่เสถียร จึงได้มีการศึกษาการเติม Binder เช่น ISP และ SCA (Sodium caseinate) เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน จากการศึกษาของ Seri and Bagji (1996) อ้างถึง Hoogenkamp (1989) พบว่า ISP ในรูปผงจะสร้างเจลคล้ายกับโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เมื่อมีการคูดน้ำได้ดีกว่า SCA เมื่อผสม ISP น้ำ และน้ำมันพืช ISP จะทำหน้าที่เป็น Emulsifier ทำให้ได้อิมัลชันที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีลักษณะเนื้อสีขาวเนียน

2. **น้ำ** ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีน้ำอยู่ประมาณ 45-60% จึงนับว่าเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนประกอบอื่นชนิดตัวต่อตัว น้ำในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมาจากวัตถุดิบ ได้แก่ เนื้อปลา แต่อย่างไรก็ตามผู้ผลิตมักจะเติมน้ำเข้าไปในกระบวนการผลิตในรูปของน้ำแข็งด้วย สำหรับเหตุผลของการเติมน้ำมีดังนี้ (ชัยณรงค์, 2529)

2.1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มน้ำพอสมควร ซึ่งหากจะใช้น้ำที่มีอยู่แล้วจากเนื้อปลาเอง อาจไม่เพียงพอ

2.2 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มดีขึ้น

2.3 การเติมน้ำในรูปของน้ำแข็งนั้น จะช่วยลดอุณหภูมิส่วนผสม และป้องกันไม่ให้อิมัลชันแตกตัวได้ โดยถ้าหากอุณหภูมิสูงกว่า 16 องศาเซลเซียส จะทำให้อิมัลชันเกิดการแยกหรือแตกตัว ทำให้น้ำแยกตัวออกจากไขมัน (Price and Schweigert, 1973)

2.4 น้ำช่วยทำหน้าที่เป็นตัวนำพาให้ส่วนประกอบย่อยอื่นๆ ที่ใช้ในจำนวนน้อย เช่น เกลือ เครื่องเทศ สามารถกระจายไปในส่วนผสมอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

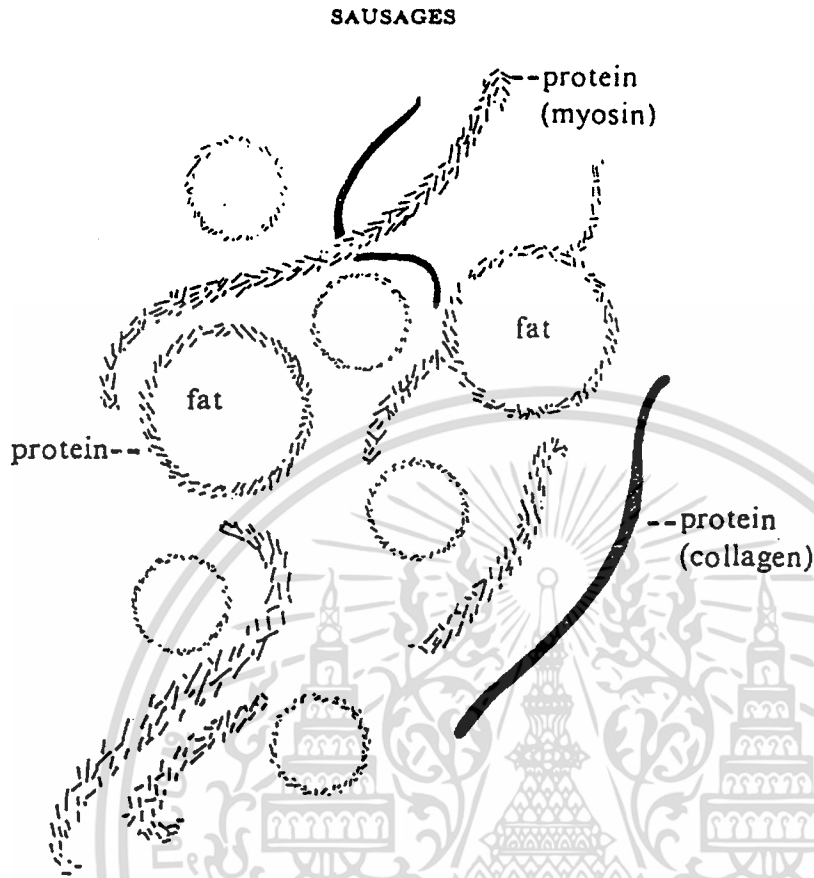
2.5 น้ำที่เติมเข้าไปจะช่วยแทนที่น้ำที่ระเหยออกไป ในระหว่างการให้ความร้อน ขณะรอมควันหรือทำให้สุก จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไม่ลดมากเกินไป

3. เกลือ มีหน้าที่ให้กลิ่นรส ช่วยสกัดโปรตีนไมโอซินในกล้ามเนื้อ และโปรตีนอื่นๆ ที่ละลายในเกลือ (เขวาลักษณ์, 2536) เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวอิมัลซิไฟเออร์ประสานให้ไขมัน และน้ำไม่แยกจากกันในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชันจากเนื้อสัตว์

การทำให้เกิดอิมัลชัน (Emulsion)

อิมัลชัน (Emulsion) หมายถึง การผสมและอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ ทั้งนี้ โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสม ในรูปของหยดเล็กละเอียด (Droplets) ในการผลิตผลิตภัณฑ์เต้าหู้ซูริมิ คล้ายกับการผลิตไส้กรอกอิมัลชัน ซึ่งจะมีขั้นตอนการสับผสมเพื่อให้เกิดอิมัลชัน (เขวาลักษณ์, 2536) นอกจากนี้อิมัลชันในเต้าหู้ซูริมิ ยังเป็นอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (Oil in water emulsion) เหมือนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีกด้วย มีไขมันทำหน้าที่เป็นตัวกระจาย (Disperse หรือ Discontinuous phase) ส่วนน้ำเป็นตัวถูกแทรก (External หรือ Continuous phase) ปกติ น้ำกับไขมันไม่รวมตัวกัน จึงต้องมีตัวช่วยในการรวมตัว (Emulsifier) ได้แก่ โปรตีนไมโอซินที่ละลายได้ในเกลือ ทำหน้าที่หุ้มเม็ดไขมันไว้ ทำให้เกิดการผสมที่คงตัว (Colloidal suspension emulsion) (เขวาลักษณ์, 2536) โปรตีนที่ทำหน้าที่นี้ได้จากการที่เนื้อปลาถูกสับผสมกับเกลือซึ่งทำหน้าที่สกัดไมโอซินออกมา ไมโอซินจะเข้าหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3

ขณะที่การสับผสมดำเนินไปจะเกิดมีความร้อน เนื่องจากการเสียดสีของเนื้อและเครื่องมือ มีผลทำให้เม็ดไขมันแยกตัวได้ จึงต้องเติมน้ำแข็งลงไปอย่างช้าๆ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมให้เย็นตลอดเวลา อิมัลชันจะคงตัวที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านี้ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 32.2 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้อิมัลชันแตกตัวได้ (เขวาลักษณ์, 2536)



รูปที่ 3 อิมัลชันแสดง โปรตีนเนื้อสัตว์ที่ถูกสกัดละลายออกมา และทำหน้าที่ในการ Emulsify ไขมัน
ที่มา : ชัยณรงค์, 2529.

ในอิมัลชันของผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อนั้น โปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมานั้นจะไปทำหน้าที่เป็น Emulsifying agent โดยส่วนที่เป็น Hydrophobic ของโมเลกุลจะสัมผัสอยู่กับไขมันภายในและส่วน Hydrophilic จะสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกห่อไขมัน และถ้าในระบบนั้นมี Emulsifying agent มากพอเพียงก็จะทำให้ทั้งระบบนั้นเป็นอิมัลชันที่คงทนได้นาน ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงอิมัลชันของไส้กรอก โดยเส้นที่เป็นจุดสั้นๆ ทั้งหมดนั้น หมายถึง โปรตีนไมโอซินซึ่งถูกละลายออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อแล้ว เส้นทึบยาวแสดงโปรตีนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน จะเห็นได้ว่าห่อไขมันนั้นจะถูกห่อหุ้มด้วยโปรตีนไมโอซิน (หมายความรวมถึงโปรตีนแอคติน และอื่นๆ ด้วย) ซึ่งถ้าโปรตีนชนิดนี้ถูกสกัดละลายออกมามากพอแล้ว จะทำให้อิมัลชันมีความคงทน ดังนั้นเมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสดีสม่ำเสมอและดึงดูดใจผู้บริโภค ส่วนการที่จะสามารถละลายโปรตีนไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตี 96697 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ก่อนชั่วระยะเวลาหนึ่ง จึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้คืออยู่เสมอตลอดเวลา (ชัยณรงค์, 2529.)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างและความคงทนของอิมัลชัน

ในระหว่างการสับละเอียดและสร้างอิมัลชันนั้น เนื่องจากการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อผสมตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง ดังนั้นอุณหภูมิของส่วนผสมจึงร้อนขึ้นกว่าเดิม ซึ่งจะช่วยให้โปรตีนถูกสกัดออกมาจนเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น ตลอดจนจะช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสี และทำให้ลักษณะของเนื้อผสมเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น แต่มีข้อควรระวังคือ ถ้าหากอุณหภูมิสูงขึ้นเกินไปจะทำให้อิมัลชันเกิดแตกตัว ซึ่งหมายถึงการที่ไขมันแตกตัวออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกันอีกต่อไป ในกรณีที่ใช้เครื่องปั่นอิมัลชันซึ่งมีอัตราความเร็วของใบมีดสูงนั้น ไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 20°C แต่ถ้าเป็นเครื่องสับละเอียดซึ่งมีอัตราความเร็วของใบมีดช้ากว่านั้น ไม่ควรให้อุณหภูมิเกิน 15°C การที่อุณหภูมิสูงขึ้นเกินไปจะทำให้เกิดการแตกตัวของอิมัลชันได้ เนื่องจากโปรตีนไมโอซินและแอคตินทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดเป็นอิมัลชันขึ้นมาได้ ถ้าโปรตีนเหล่านี้เกิดการ Denature ไม่ว่าจะเป็สาเหตุใดก็ตามและในที่นี้เป็นเพราะอุณหภูมิสูงดังได้กล่าวมาแล้วจะทำให้โปรตีนหดตัว และหมดความสามารถในการเป็นตัว Emulsifier เชื่อมติระหว่างระบบไขมันกับน้ำได้อีกต่อไป และขณะนั้นประกออบกับอุณหภูมิส่วนผสมสูงอยู่แล้ว จึงทำให้ไขมันหยดเล็กละเอียดจำนวนมากละลาย และไหลเข้ามารวมตัวกันเป็นหยดไขมันขนาดใหญ่ แยกตัวออกจากระบบเดิมของอิมัลชันได้ ในการป้องกันและแก้ไขนั้น เราสามารถเติมน้ำแข็งเกล็ดเข้าไปในระหว่างการสับละเอียด หรือปั่นอิมัลชันเพื่อลดอุณหภูมิของส่วนผสมลง

นอกจากนี้ถ้ามีการสับผสมมากเกินไป จะทำให้โปรตีนไมโอซิน และแอคตินที่มีอยู่ไม่เพียงพอที่จะหุ้มรอบเม็ดไขมันที่รีพื้นผิวสัมผัสมากขึ้น ทำให้อิมัลชันไม่คงตัวและแตกตัวได้ (ชัยณรงค์, 2529)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

- 1.1 Surimi Grade A
- 1.2 โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (Isolated Soy Protein และ Soy flour)
- 1.3 น้ำมันถั่วเหลือง
- 1.4 เกลือป่น
- 1.5 น้ำแข็ง
- 1.6 น้ำสะอาด
- 1.7 แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม (Full Fat Soy Flour : FFSF)

2. อุปกรณ์ในการผลิต

- 2.1 เครื่องปั่นผสมอาหาร(Phillips)
- 2.2 เครื่องชั่งชนิดหยาบ Mettler PE 3000 Switzerland
- 2.3 เครื่องชั่งชนิดละเอียด Mettler AE 204 Switzerland
- 2.4 ตู้แช่เย็น
- 2.5 ตู้แช่แข็ง
- 2.6 เทอร์โมมิเตอร์
- 2.7 หม้อสแตนเลส
- 2.8 เครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศ SAMMIC รุ่น V252T
- 2.9 ถาดพลาสติกกรุปสี่เหลี่ยม
- 2.10 พายพลาสติก
- 2.11 ซ้อนดักสาร

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

- การวิเคราะห์ทางกายภาพ

- 3.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Stable Micro System, TAXT-2 England
- 3.2 หัววัดเนื้อสัมผัสแบบ Spherical probe ขนาด 5mm
- 3.3 เครื่องวัดสีหือ Minonta รุ่นCR-300 Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวิเคราะห์ทางเคมี

3.1 Hot air oven

3.2 Hot plate

3.3 Desiccator

3.4 Aluminium can

3.5 Water bath และ Boiling chip

3.6 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

3.7 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน

- เครื่องย่อย DK 6 Italy

- เครื่องกลั่น VAP 30 West Germany

3.8 หลอดย่อย (Digestor tube)

3.9 Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร

3.10 เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด Metter AB 204 Switzerland

- การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.1 ปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้ว (Steriled pipets)

3.2 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.3 งานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วขนาด 100 X 15 มิลลิลิตร (Sterilec petridishes)

3.4 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator) อุณหภูมิ $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

3.5 เครื่องตีปั่นตัวอย่างอาหาร (Stomacher)

4. สารเคมี

4.1 H_2SO_4

4.2 NaOH

4.3 95% Ethyl alcohol

4.4 Petroleum ether ($40 - 60^{\circ}\text{C}$)

4.5 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

4.6 Boric acid (H_3Bo_3)

4.7 HCl

4.8 Methyl red และ Bromocresol green ใน Ethyl alcohol

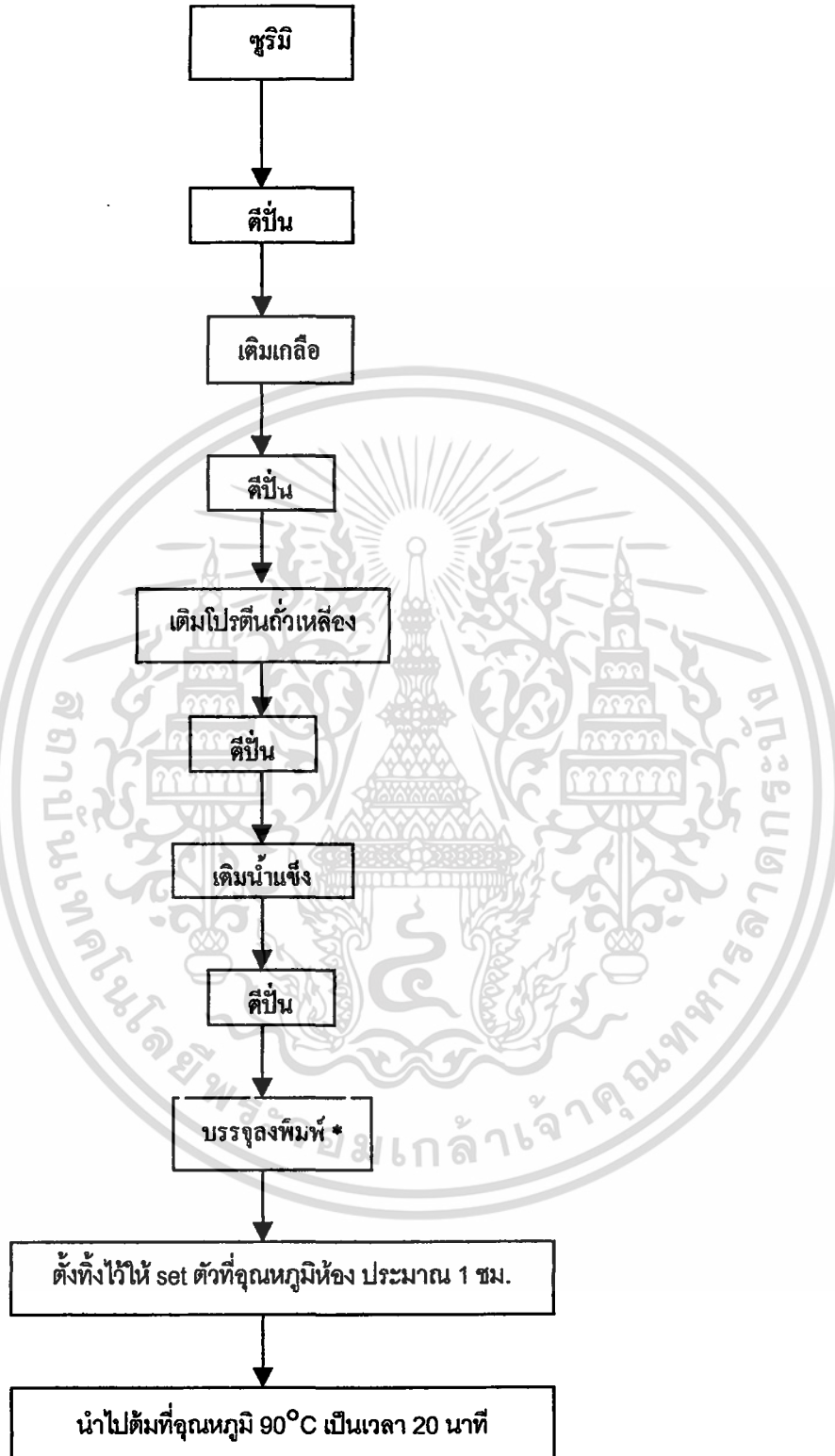
4.9 น้ำยาสำหรับทำเจือจาง (Steriled dilution) และน้ำกลั่น

4.10 Plate Count Agar หรือ Tryptone Glucose Extract Agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

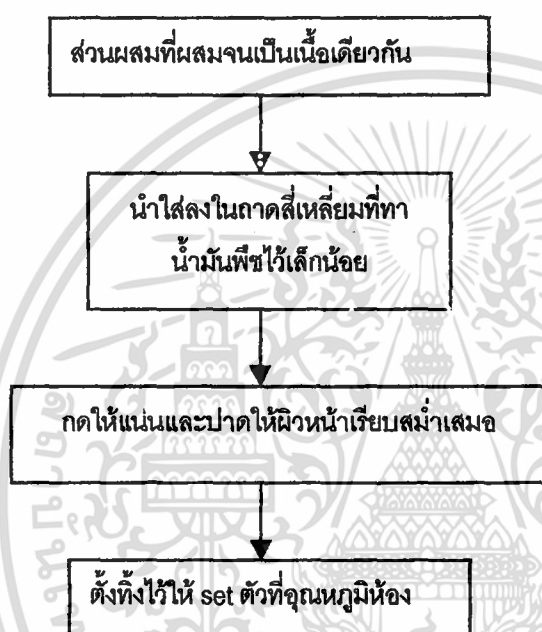
ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ปลา



รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการบรรจุลงพิมพ์



รูปที่ 5 แสดงวิธีการบรรจุเข้าหุ้ปลาลงพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ศึกษาลักษณะการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 สูตรที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ ISP(Emulsion) และซูริมิในอัตราส่วนต่างๆ

สูตร	% ซูริมิ	% ISP(Emulsion)	% เกลือ*	% น้ำแข็ง*
1	90	10	2.5	20
2	80	20	2.5	20
3	70	30	2.5	20
4	60	40	2.5	20
5	50	50	2.5	20
6	40	60	2.5	20

*คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ

นำผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาไปตรวจวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การตรวจสอบทางกายภาพ โดยการวัดค่าสี (L a b) ใช้เครื่องวัดสี

- โดยวัดค่าสี (L a b) Minonta
- โดยวัดค่า gel strength ด้วยวิธี Compression Response Test

1.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม โดยใช้วิธี 5-Point Hedonic Scale ซึ่งจะให้คะแนนเท่ากับ 5 คือความชอบมากที่สุด และ 1 คือความไม่ชอบมากที่สุด การทดสอบทำที่อุณหภูมิตั้งในการทดสอบ 1 ครั้ง จะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (กัลยา,2540)

2. ศึกษาปริมาณ Soy flour ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 สูตรที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ Soy flour และซูริมิในอัตราส่วนต่าง ๆ

สูตร	% ซูริมิ	% ISP	% เกลือ*	% น้ำแข็ง*
1	95	5	2.5	20
2	90	10	2.5	20
3	85	15	2.5	20
4	80	20	2.5	20

*คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซูริมิ

นำผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาไปตรวจวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การตรวจสอบทางกายภาพ

- โดยวัดค่าสี (L a b) Minonta
- โดยวัดค่า gel strength ด้วยวิธี Compression Response Test

2.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบมวลรวม โดยใช้วิธี 5-Point Hedonic Scale ซึ่งจะให้คะแนนเท่ากับ 5 คือความชอบมากที่สุด และ 1 คือความไม่ชอบมากที่สุด การทดสอบทำที่อุณหภูมิต่ำในห้อง ในการทดสอบ 1 ครั้ง จะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (กัลยา,2540)

3. ศึกษาชนิดของโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการผลิตผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา

นำอัตราส่วนของ ISP(Emulsion) : ชูริมิ ซึ่งได้รับการคัดเลือกจากข้อ 1 และนำอัตราส่วนของ Soy flour กับ ชูริมิ ซึ่งได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2 นำเต้าหู้ปลาทั้ง 2 ชนิดที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม โดยใช้วิธี 5-Point Hedonic Scale ซึ่งจะให้คะแนนเท่ากับ 5 คือความชอบมากที่สุด และ 1 คือความไม่ชอบมากที่สุด การทดสอบทำที่อุณหภูมิห้อง ในการทดสอบ 1 ครั้ง จะใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (กัลยา,2540)

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้ปลาในสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุดเพื่อหา Shelf life

นำผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองในข้อ 3 มาวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ดังต่อไปนี้

4.1 บรรจุแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0 , 3 , 6 , 9 , 12 และ 15 วันตามลำดับ

4.2 ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเต้าหู้ปลา ตามระยะเวลาดังกล่าว

4.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสิน Shelf life ของเต้าหู้ปลา(อ้างอิงมาตรฐาน เนื้อปูแช่เย็นของ USFDA)

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 5×10^7 เซลล์ต่อกรัมอาหาร
- ลักษณะปรากฏ

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาในสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด

โดยที่จะทำการศึกษาหาปริมาณ โปรตีน ไขมัน และความชื้นในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาปริมาณ ISP ในส่วนผสมเต้าหู้ปลา เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม

การศึกษาระยะแปรปริมาณอัตราส่วนของ ISP (Emulsion) : ชูริมิเป็น 6 ระดับ คือ 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50 และ 60:40 ให้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ

1.1.1 ค่าสี (L a b)

ตารางที่ 3 แสดงค่าสี (L a b) ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ ISP (Emulsion) : ชูริมิ ในอัตราส่วนต่างๆ

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L	a	b
1	85.22	-1.96	+8.64
2	88.84	-1.58	+8.89
3	89.10	-1.41	+9.82
4	90.73	-1.18	+8.88
5	89.46	-1.29	+11.68
6	89.17	-1.10	+11.74

- หมายเหตุ
- 1 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 10 : 90
 - 2 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 20 : 80
 - 3 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 30 : 70
 - 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 40 : 60
 - 5 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 50 : 50
 - 6 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 60 : 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดค่า L (a b) พบว่า ปริมาณอิมัลชันที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ มีความสว่าง (ค่า L) มากขึ้น ความเป็นสีเขียว (ค่า a) ลดลง ส่วนความเป็นสีเหลือง (ค่า b) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากอิมัลชันประกอบด้วยส่วนผสมของน้ำ ISP และน้ำมันซึ่งมีสี ขาว-เหลือง นวลกว่าสีของซูริมิ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณอิมัลชันเป็นส่วนผสมอยู่มาก มีความเป็นสีเหลืองสว่างเพิ่มขึ้นด้วย

1.1.2 ค่า Gel strength

ตารางที่ 4 แสดงค่า Gel Strength ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ ISP (Emulsion) : ซูริมิ ในส่วนต่างๆ

สิ่งทดลอง	ค่า Gel Strength (g.cm)
1	726.80
2	652.44
3	458.31
4	388.32
5	291.30
6	256.80

- หมายเหตุ**
- 1 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 10 : 90
 - 2 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 20 : 80
 - 3 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 30 : 70
 - 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 40 : 60
 - 5 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 50 : 50
 - 6 หมายถึง สูตรที่มีการเติม ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 60 : 40

จากการวัดค่า Gel Strength พบว่า ปริมาณ ISP (Emulsion) เพิ่มมากขึ้น จะมีผลต่อค่า Gel Strength คือจะทำให้ค่า Gel Strength ลดลง นั่นคือผลิตภัณฑ์จะมีความเหนียวลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากอิมัลชัน จะมีโครงสร้างที่นุ่มและเหนียวน้อยกว่าเจลของเนื้อปลาสด (Surimi) ที่มีโปรตีนจะถูกสกัดออกมา ในระหว่างการสับผสมกับเกลือ และเกิดโครงสร้างที่แข็งแรงของเจลเมื่อให้ความร้อน (Lanier and Lee, 1992) ดังนั้น เมื่อเพิ่มปริมาณอิมัลชันจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณซูริมิลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเหนียวน้อยลง ค่า Gel Strength จึงลดน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (5-Point Hedonic Scale) ของเต้าหู้ปลา

สูตร	%ซูริมิ	%ISP	สี	กลิ่นเต้าหู้	ความเนียน	ความยืดหยุ่น	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
1	90	10	3.1 ^a	3.2 ^{ab}	3.0 ^{bc}	2.9 ^{bc}	3.2 ^{abc}	3.2 ^a
2	80	20	3.4 ^a	2.9 ^{abc}	2.9 ^{bcd}	2.8 ^{cd}	3.0 ^{bc}	2.9 ^a
3	70	30	3.6 ^a	3.4 ^a	4.1 ^a	4.2 ^a	3.6 ^a	3.8 ^a
4	60	40	3.6 ^a	3.2 ^{ab}	3.4 ^b	3.2 ^b	3.4 ^{ab}	3.6 ^a
5	50	50	3.6 ^a	2.7 ^{bc}	2.4 ^d	2.5 ^{cd}	2.8 ^c	3.6 ^a
6	40	60	3.5 ^a	2.5 ^c	2.6 ^{cd}	2.3 ^d	2.6 ^c	2.4 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (QDA) ของเต้าหู้ปลา

สูตร	%ซูริมิ	%ISP	สี	กลิ่นเต้าหู้	ความเนียน	ความยืดหยุ่น	ความชุ่มน้ำ
1	90	10	6.3 ^a	4.7 ^d	9.9 ^a	9.9 ^a	6.9 ^a
2	80	20	5.9 ^a	4.9 ^{cd}	8.5 ^b	8.8 ^{ab}	7.4 ^a
3	70	30	5.3 ^a	5.3 ^{cd}	7.9 ^b	7.5 ^{bc}	8.0 ^a
4	60	40	5.7 ^a	6.3 ^{bc}	7.2 ^{bc}	6.5 ^{cd}	8.1 ^a
5	50	50	6.1 ^a	7.4 ^{ab}	6.0 ^c	5.5 ^d	8.4 ^a
6	40	60	5.9 ^a	8.5 ^a	6.0 ^c	5.4 ^d	8.4 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาจากตารางความชอบ (ตารางที่ 5) พบว่า ปัจจัยเรื่องสี ความชุ่มน้ำ และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาความเข้มของปัจจัย (ตารางที่ 6) พบว่า สีที่ผู้บริโภคยอมรับ คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีสีค่อนข้างอ่อน และมีความชุ่มน้ำในระดับปานกลางไม่มากหรือน้อยจนเกินไป

ปัจจัยเรื่องกลิ่นเต้าหู้ พบว่าความชอบ (ตารางที่ 5) นั้น สูตร 6 มีคะแนนความชอบแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณา (ตารางที่ 6) พบว่าสูตร 6 มีความแรงของกลิ่นเต้าหู้มากเกินไป เนื่องมาจากปริมาณ ISP เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำในสูตรอาจไม่เพียงพอในการละลายโปรตีน และผู้บริโภคอาจรับรู้กลิ่นฉุนที่เพิ่มขึ้น ยิ่งการให้ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสียสภาพ และทำให้เกิด Beany off-flavor ได้ (Zayas, 1997)

ปัจจัยเรื่องความเนียนและความยืดหยุ่น จากตารางความชอบ (ตารางที่ 5) พบว่า สูตรที่ 3 มีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด และเมื่อพิจารณาความเข้มของปัจจัย (ตารางที่ 6) พบว่า ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความเนียนปานกลาง ความยืดหยุ่นปานกลางไม่มากหรือน้อยเกินไป

เมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาสูตร 3 ซึ่งเติม ISP (Emulsion) 30% มากที่สุด

2. ผลการศึกษาปริมาณ Soy flour ในส่วนผสมเต้าหู้ปลาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม

การศึกษาจะแปรปริมาณอัตราส่วนของ Soy flour : ชูริมิ เป็น 4 ระดับ คือ 5:95, 10:90, 15:85 และ 20:80 ให้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ

2.1.1 ค่าสี (L a b)

ตารางที่ 7 แสดงค่าสี (L a b) ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ Soy flour : ชูริมิ ในอัตราส่วนต่างๆ

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L	a	b
1	77.83	-1.60	+14.42
2	74.96	-0.25	+21.09
3	71.97	+1.10	+24.16
4	68.72	+2.16	+27.30

- หมายเหตุ
- 1 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 5 : 95
 - 2 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 10 : 90
 - 3 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 15 : 85
 - 4 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 20 : 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดค่าสี (L a b) พบว่า ปริมาณ Soy flour ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่าง (ค่าสี L) ลดลง ความเป็นสีแดง (ค่าสี a) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนความเป็นสีเหลือง (ค่าสี b) มีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น เนื่องจาก Soy flour เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นแรกของโปรตีนถั่วเหลือง จึงมีความบริสุทธิ์ต่ำ มีสีค่อนข้างเหลือง เมื่อนำมาผสมในสูตรเต้าหู้ปลา จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเหลืองเข้ม ความสว่างลดลง

2.1.2 ค่า Gel Strength

ตารางที่ 8 แสดงค่า Gel Strength ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ซึ่งแปรปริมาณ Soy flour : ชูริมิ

ในอัตราส่วนต่างๆ

สิ่งทดลอง	ค่า Gei Strength (g.cm)
1	697.98
2	389.98
3	379.47
4	204.90

หมายเหตุ 1 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 5 : 95

2 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 10 : 90

3 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 15 : 85

4 หมายถึง สูตรที่มีการเติม Soy flour : ชูริมิ เท่ากับ 20 : 80

2.2 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ตารางที่ 9 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (5-Point Hedonic Scale) ของเต้าหู้ปลา

สูตร	%ชูริมิ	% Soy flour	สี	กลิ่นเต้าหู้	ความเนียน	ความยืดหยุ่น	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
1	95	5	3.4 ^a	2.7 ^a	3.6 ^a	3.5 ^{ab}	3.4 ^{ab}	3.2 ^{ab}
2	90	10	3.4 ^a	3.1 ^a	3.7 ^a	3.8 ^a	3.6 ^a	3.9 ^a
3	85	15	3.1 ^a	3.2 ^a	2.9 ^b	3.0 ^b	2.9 ^b	3.1 ^b
4	80	20	2.4 ^b	2.8 ^a	2.2 ^c	2.0 ^c	1.9 ^c	2.2 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (QDA) ของเต้าหู้ปลา

สูตร	%ซูริมิ	% Soy flour	สี	กลิ่นเต้าหู้	ความเนียน	ความยืดหยุ่น	ความชุ่มน้ำ
1	95	5	6.8 ^b	7.2 ^d	9.6 ^a	10.0 ^a	10.0 ^a
2	90	10	8.2 ^{ab}	8.3 ^c	9.4 ^a	9.5 ^a	9.2 ^a
3	85	15	9.6 ^a	9.8 ^b	6.4 ^b	6.4 ^b	6.6 ^b
4	80	20	9.6 ^a	10.8 ^a	4.8 ^c	4.2 ^c	5.4 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาตารางความชอบ (ตารางที่ 9) พบว่า ปัจจัยเรื่องกลิ่นเต้าหู้ทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยเรื่องสี พบว่าจากความชอบ (ตารางที่ 9) นั้น สูตร 4 มีคะแนนความชอบแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณา (ตารางที่ 10) พบว่า สูตรที่ 4 มีความเข้มของสีมากเกินไป

ปัจจัยเรื่องความเนียน พบว่า ความชอบ (ตารางที่ 9) สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 และเมื่อพิจารณา (ตารางที่ 10) พบว่า ผู้บริโภคชอบสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เพราะมีความเนียนมากกว่า สูตร 3 และสูตร 4

ปัจจัยเรื่องความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม เมื่อพิจารณาตารางความชอบ (ตารางที่ 9) พบว่า สูตร 4 มีคะแนนความชอบแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุด เนื่องจากมีค่าความยืดหยุ่นและความชุ่มน้ำในระดับต่ำเกินไป ในปัจจัยเดียวกัน สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด รองลงมาคือ สูตร 1 และสูตร 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความเข้มของปัจจัยดังกล่าว จาก (ตารางที่ 10) พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าความยืดหยุ่น และความชุ่มน้ำมาก ซึ่งทั้ง 2 สูตร ไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากปัจจัยเรื่องความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม ผู้บริโภค จะให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาสูตร 2 ซึ่งเติม Soy flour 10% มากที่สุด

3. ผลการศึกษาชนิดของโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่สุดและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการผลิตเต้าหู้ปลา

ตารางที่ 11 แสดงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (5-Point Hedonic Scale) ของเต้าหู้ปลา

สูตร	% ชูริมิ	% โปรตีนถั่วเหลือง	สี	กลิ่นเต้าหู้	ความเนียน	ความยืดหยุ่น	ความชุ่มน้ำ	ความชอบรวม
ISP (Emulsion)	70	30	4.3	4.4	4.5	4.1	3.8	4.6
Soy flour	90	10	2.0	1.8	1.8	3.0	2.6	2.1

เมื่อนำเต้าหู้ปลาสูตรที่เติม ISP (Emulsion) 30% กับ Soy flour 10% นำไปทดสอบประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความชอบแบบ 5-Point Hedonic Scale และนำไปวิเคราะห์ พบว่า ในทุกๆ ปัจจัย ได้แก่ สี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม พบว่า เต้าหู้ปลาสูตรที่เติม ISP (Emulsion) จะมีคะแนนความชอบมากกว่าเต้าหู้ปลาสูตรที่เติม Soy flour ทุกปัจจัย ทั้งนี้เนื่องจาก ISP มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ แล้วยังมีคุณสมบัติ เป็น Emulsification และ Emulsion stabilization อีกด้วย จากการที่มี Hydrophilic-lipophilic มากมายในโครงสร้าง จึงทำให้เกิดฟิล์มหุ้มรอบเม็ดไขมัน ทำให้อิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ที่เกิดขึ้นมีความเสถียร (Zayas, 1997) ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวและมีเนื้อสัมผัสที่ยืดหยุ่นมากขึ้น

และการที่มีอัตราส่วนปริมาณอิมัลชัน : ชูริมิที่เหมาะสม ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏรูปร่างที่สวยงาม มองดูแล้วไม่นิ่มเหลวและหรือแข็งเกินไป และน้ำแข็งที่เติมลงไป นอกจากจะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้น ในขณะที่สับผสมแล้ว ยังถูกดูดซึมไว้ในโครงสร้างของชูริมิด้วย เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปแช่หั่วตัว จะได้เจลที่มีความคงตัว นุ่ม และยืดหยุ่นพอเหมาะ

ดังนั้น เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกๆ ด้าน พบว่า เต้าหู้ปลาสูตรที่เติม ISP (Emulsion) ได้รับการยอมรับมากที่สุด จึงนำไปทดสอบเพื่อหาอายุการเก็บ องค์ประกอบทางเคมี และศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพต่อไป

4. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้ปลา ในสูตร

ที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด เพื่อหา Shelf life

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน ตามลำดับ

เวลา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (เซลล์ต่อกรัมอาหาร)
0	$<3.0 \times 10^2$
3	$<3.0 \times 10^2$
6	2.4×10^3
9	8.0×10^3
12	9.7×10^3
15	8.7×10^5

5. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ปลาในสูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด

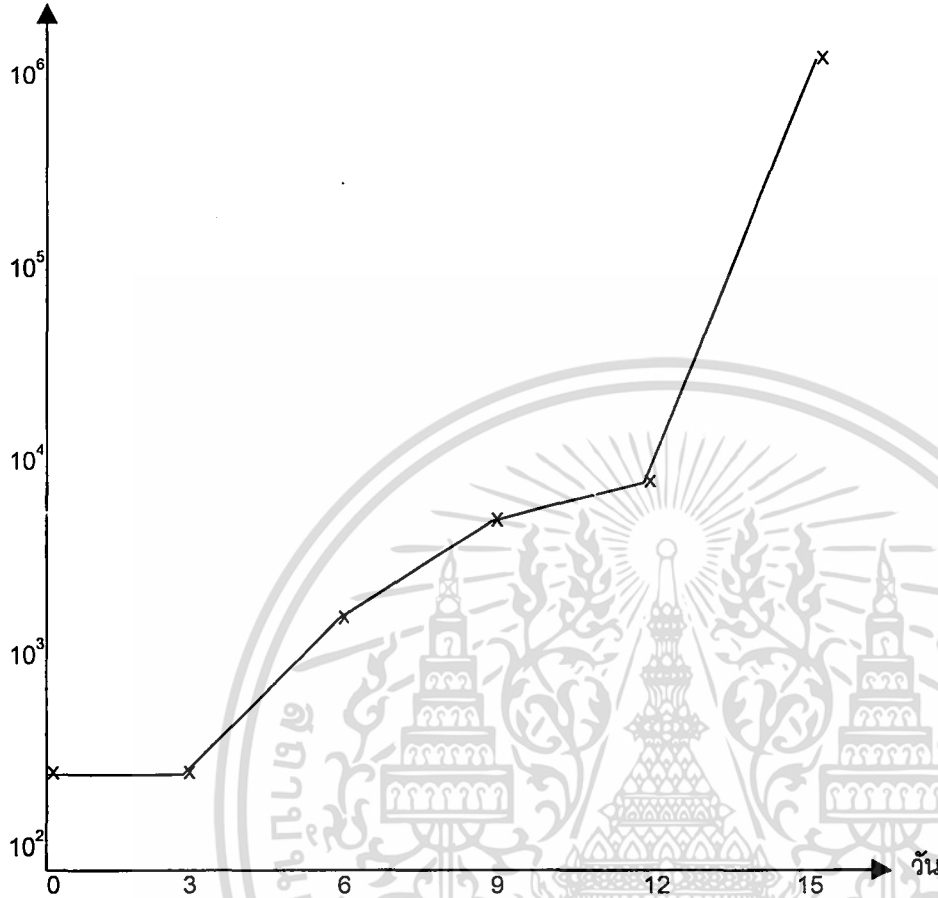
ตารางที่ 13 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ปลาที่ใช้อัตราส่วนของ ISP (Emulsion) : ชูริมิ เท่ากับ 30 : 70 น้ำแข็งร้อยละ 20 ของน้ำหนักชูริมิและเกลือร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักชูริมิ

องค์ประกอบ	ปริมาณที่พบ (ร้อยละ)
โปรตีน	23.2
ไขมัน	11.5
ความชื้น	62.3

หมายเหตุ ตัวเลขที่ได้มาจากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

log of microorganism



รูปที่ 6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลารรรูแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. อัตราส่วนของปริมาณ ISP (Emulsion) : ซูริมิ ที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลา เท่ากับ 30 :70 ให้ค่าสี (L a b) เท่ากับ 89.10, -1.41 และ +9.82 ตามลำดับ มีค่า Gel Strength เท่ากับ 458.31 g.cm ได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม เท่ากับ 3.6, 3.4, 4.1, 4.2, 3.6 และ 3.8 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$)
2. อัตราส่วนของปริมาณ Soy flour : ซูริมิ ที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลาเท่ากับ 10:90 ให้ค่าสี (L a b) เท่ากับ 74.96, -0.25 และ +21.09 ตามลำดับ มีค่า Gel Strength เท่ากับ 389.98 g.cm ได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม เท่ากับ 3.5, 3.1, 3.7, 3.8, 3.6 และ 3.9 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$)
3. ชนิดของโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้ปลา คือ โปรตีนถั่วเหลืองในรูปแบบ ISP (Emulsion) : ซูริมิ เท่ากับ 30:70 ให้ค่าสี (L a b) เท่ากับ 89.10, -1.41 และ +9.82 ตามลำดับ มีค่า Gel Strength เท่ากับ 458.31 g.cm ได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นเต้าหู้ ความเนียน ความยืดหยุ่น ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม เท่ากับ 4.3, 4.4, 4.5, 4.1, 3.8 และ 4.6 ตามลำดับ
4. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาโดยบรรจุแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน ตามลำดับ พบว่าอายุการเก็บในช่วงวันที่ 0 ถึงวันที่ 12 มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อาหารแช่เย็นของ USFDA (โดยอ้างอิงจากเนื้อปูแช่เย็น) คือไม่เกิน 5×10^7 เซลล์ต่อกรัมอาหาร แต่ในวันที่ 15 มีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน คือ 8.7×10^7 เซลล์ต่อกรัมอาหาร แสดงว่าเต้าหู้ปลามีอายุการเก็บเป็นเวลา 12 วัน
5. ผลึกไขมันเต้าหู้ปลา มีปริมาณความชื้นร้อยละ 62.3 โปรตีน 23.2 และไขมัน 11.5 (ซึ่งเป็นตัวเลขที่ได้มาจากการคำนวณ)

ข้อเสนอแนะ

1. ขณะการสับขนาดต้องสับขนาดให้เนื้อปลาเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่รวมตัวเป็นก้อนเล็กๆ เพื่อให้ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ปลาภายหลังการเซ็ทตัวเป็นเนื้อเดียวกัน
2. ควรควบคุมอุณหภูมิและเวลาขณะสับขนาดเนื้อปลาให้เหมาะสมและสม่ำเสมอ
3. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ซูริมิที่ผลิตจากเนื้อปลาชนิดอื่นๆ และการใช้เนื้อปลาสดในการผลิตเต้าหู้ปลา เนื่องจากปลามีผลต่อกลไกการเกิดเจลของซูริมิ รวมถึงรสชาติของผลิตภัณฑ์
4. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับส่วนผสมที่ช่วยปรับปรุงกลิ่นรส และรสชาติของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาให้ดีขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วิทยาศาสตร์การแพทย์, กรม. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะที่สัมผัสอาหาร. เอกสารแนบท้ายบันทึกที่ สธ 0524/5756 ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2536.
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพมหานคร :
ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรศักดิ์ วังวิวัฒน์. 2528. ผลของโปรตีนเกษตรและวัตถุกันเสียต่อคุณภาพของไส้กรอกแฟรงเฟอ์เตอร์. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันรพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ดร.วรางคณา สมพงษ์. 2543. การผลิตเต้าหู้ซุริมิ(Production of Surimi Tofu). ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ฝ่ายแปรรูปสัตว์น้ำ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2529. ปลาบดและผลิตภัณฑ์จากปลาบด. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การใช้ประโยชน์จากเนื้อปลาบด (ซุริมิ) วันที่ 10 มิถุนายน 2529.
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พิมพ์ใจ ทองคำ. 2541. “การศึกษาคุณภาพซุริมิจากปลาบด”. หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เขवालักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536 เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย (Soybean and its utilization in Thailand). กรุงเทพมหานคร : บริษัท สยามออฟเซ็ท.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ

สุมาลี บุญมา อรุณ บำงตระกูลนนท์ นพรัตน์ หมานริน และ ชุมพจน์ อมาตยกุล. 2539. การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์โดยวิธี Standard Conventional และวิธี Modified Semisolid Rappaport. อาหาร. 26 : 88 - 97

อรพิน ภูมิภมร. 2533. เทคโนโลยีของแป้ง : เคมีของแป้งและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากแป้งบางชนิดที่ผลิตในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุกุล พลศิริ. 2520. ประสิทธิภาพของโปรตีนถั่วเหลืองต่อเนื้อบดคอบ (The Effect of Soy Protein on Ground Beef Meat Loves). อาหาร. 9 : 21 – 26.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Arlington, Virginia : The Association of Official Analysis Chemists.

AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th edition. Washington, D.C. : The Association of Official Analysis Chemists.

De Smedt, J.M. and Bolderdijk, R.F. 1987. Dynamics of Salmonella isolation with modified semi-Solid rappaport-vassiliadis medium. *J. Food Prot.* 50 : 658 – 661.

Kinsella, J.E. 1979. Functional properties of soy proteins. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 56 : 242 – 258.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Lanier, T.C0 and Lee, C.M. 1992. Surimi Technology. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Lee, C.M. 1984. Surimi Process Technology. *Food Technol.* 38 : 69 – 80.
- Price, J.F. and Schweigert, B.S. 1973. The Science of Meat and Meat Products. 2nd edition.
San Francisco : W.H.Freeman and Company.
- Rakosky, J. 1970. Soy Products for the meat Industry. *J. Agr. Food Chem.* 18 : 1005.
- Roy E.M. and Robert L.C.1990.Engineered Seafood Including Surimi. Washington DC : National Fisheries Institute.
- Seri Chempaka, MY. and Babji, AS. 1996. Effect of non-meat proteins, soy protein isolate and Sodium caseinate on the textural properties of chicken bologna. *Int. J. Food Sci Technol.* 47 : 323 – 329.
- Speck, M.L. 1976. Compendium of methods for the microbiological analysis of foods. New York: American Public Health Association.
- Tanikawa, E1985. Marine products in Japan. Revisd edition.Tokyo: Koseisha Koseiksku Co., Ltd.
- Wolf, W.J. amd Coman, J.C. 1975. Soybean as a food source. Ohio : CRC Press.
- Zayas, F.J. 1997. Functionality of Protein in Food. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ภาคผนวก ก1 : ค่าของสี

วัดความเข้มสีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาด้วยเครื่องวัดสีฮันเตอร์ (Hunter Color Difference Meter D_{25,D_2}) ตามวิธีการต่อไปนี้

1.1 เปิดเครื่องก่อนการใช้งาน 1 ชั่วโมง

1.2 วางแผ่นสีขาวและแดงมาตรฐาน No.C-2-4336 ลงบนแท่นสำหรับวางตัวอย่างและปรับ

แท่นขึ้นจนแน่นพอดี

1.3 กดปุ่ม 1 เพื่อกำหนดค่า L ตามมาตรฐานของแผ่นสี คือ $L = 95.00$

กดปุ่ม 2 เพื่อกำหนดค่า a ตามมาตรฐานของแผ่นสี คือ $a = -0.07$

กดปุ่ม 3 เพื่อกำหนดค่า b ตามมาตรฐานของแผ่นสี คือ $b = 0.30$

1.4 เมื่อกำหนดค่า L, a, b ตามมาตรฐานแล้วกด Reset

1.5 นำแผ่นสีขาวและสีแดงมาตรฐานออกจากแท่น

1.6 ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะใส่ตัวอย่างให้พอดีเกือบเต็ม นำไปวางบนแท่นวางตัวอย่าง และ

ปรับแท่นขึ้นจนแน่นพอดี

1.7 บันทึกค่า L, a และ b

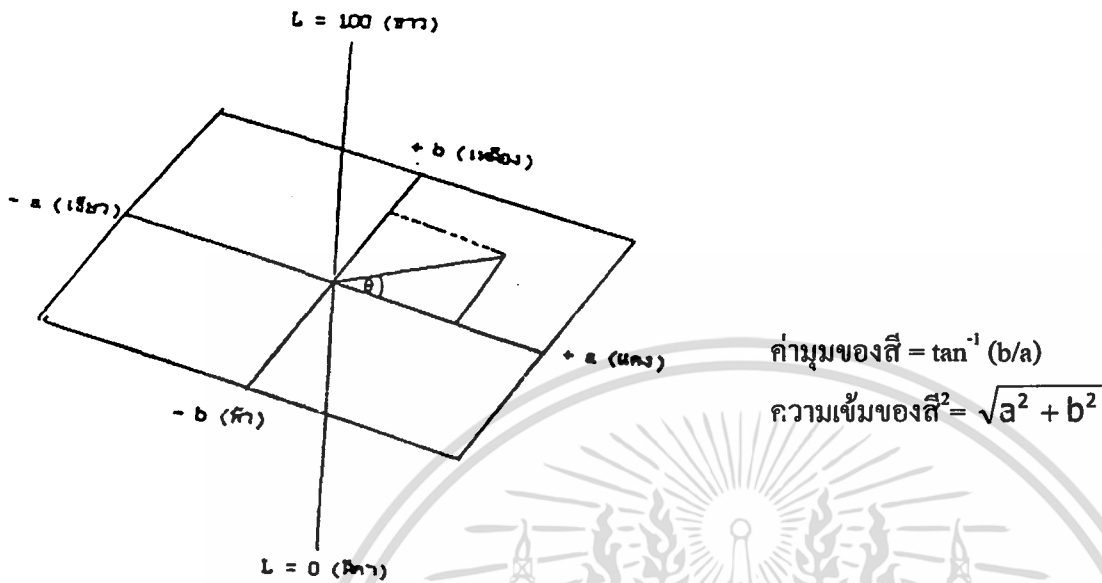
ค่า L หมายถึง การสะท้อนออกของคลื่นแสงทำให้เกิดค่า-ขาว หรือเห็นสีแก่-อ่อน

ค่า a หมายถึง การข่มกันของคลื่นแสง ทำให้เห็นสีเป็นไปตามสีของคลื่นแสงที่ข่ม โดยค่า a

ที่มีค่าเป็นบวกแสดงสีแดง และค่า a ที่มีค่าเป็นลบแสดงค่าสีเขียว

ค่า b หมายถึง การรวมกันของคลื่นแสงที่สะท้อนจากวัตถุ โดยค่า b ที่มีค่าเป็นบวกแสดงสี

เหลือง และที่มีค่าเป็นลบแสดงสีฟ้า ซึ่งระบบการวัดสีโดยใช้ค่า L, a และ b ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 1



ภาพภาคผนวกที่ 1 ภาพการวัดสี่โดยใช้ค่า L, a และ b

ภาคผนวก ก2 : ค่าความแข็งแรงของเจล (Gel Strength)

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างเต้าหู้ปลามาตัดให้มีความสูงประมาณ 25-35 มิลลิเมตร

การวัดค่าความแข็งแรงของเจล

Texture analyser

Condition

Mode	= Compression
Test speed	= 1.1 mm/S
Distance	= 1.5 mm.
Probe	= 5 mm. spherical probe
Load cell	= 25 kg
Gel Strength	= Max Force x Distance
หน่วย	= g.cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างเต้าหู้ปลาเสิร์ฟให้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) โดยใช้สเกลเส้นตรง (line scale) ที่มีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร

จากนั้นทำการทดสอบความชอบ ในปัจจัยเดียวกัน โดยวิธี 5-Point Hedonic Scale กับ ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

ปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่ สี, กลิ่นเต้าหู้, ความเนียน, ความยืดหยุ่น, ความชุ่มน้ำ และความชอบรวม

โดยให้คะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 ดังนี้

- 1 ไม่ชอบมากที่สุด
- 2 ไม่ชอบ
- 3 เฉยๆ
- 4 ชอบ
- 5 ชอบมากที่สุด

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี ANOVA และ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS

ภาคผนวก ข1 : แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-Point Hedonic Scale

ผลิตภัณฑ์ เต้าหู้ปลา (Fish Tofu)

ชื่อ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วทำเครื่องหมายถูกให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ
ของผลิตภัณฑ์ ตามคำอธิบายข้างล่างนี้

5 ชอบมากที่สุด

4 ชอบ

3 เฉยๆ

2 ไม่ชอบ

1 ไม่ชอบมากที่สุด

รหัส ตัวอย่าง	สี					กลิ่นเต้าหู้				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

รหัส ตัวอย่าง	ความเนียน					ความยืดหยุ่น				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส ตัวอย่าง	ความชุ่มน้ำ					ความชอบโดยรวม				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

ข้อเสนอแนะ : _____



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข2 : แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี QDA

ผลิตภัณฑ์ เต้าหู้ปลา (Fish Tofu)

ชื่อ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ : กรุณาชิมผลิตภัณฑ์ และขีดเครื่องหมาย "I" บนเส้นที่กำหนดตามลำดับความเข้มที่ท่านรู้สึก

ส

อ่อน	เข้ม
กลิ่นเต้าหู้	
อ่อน	แรง
ความเนียน	
น้อย	มาก
ความยืดหยุ่น	
น้อย	มาก
ความชุ่มน้ำ	
น้อย	มาก

ข้อเสนอแนะ : _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด
โดยวิธี Total Plate Count (TPC)

อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA สำเร็จรูป (Plate, count agar)

วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างลูกชิ้นเจือจาง 1:10, 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ในการเตรียมระดับความเจือจาง 1:10
2. ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี shake plate โดยใช้ระดับความเจือจาง 1:10, 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} ระดับละ 3 จาน ใช้ PCA เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ
3. บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศา เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัมของลูกชิ้นปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ภาคผนวก ง1 : การวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 1970)

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ซ้ำตัวอย่างประมาณ 2 กรัมใส่ใน aluminium dish (ที่ผ่านการอบจนน้ำหนักคงที่และชั่งน้ำหนักไว้แล้ว) แล้วนำไปอบในเตาอบ (oven) อุณหภูมิ 100-102°C เป็นเวลาประมาณ 18 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปคือ ความชื้น

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ง2 : การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (crude fat) (AOAC, 1970)

ซ้ดตัวอย่าง 3-4 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ในกระดาษกรองแล้วห่อใส่ thimble วาง thimble ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มล. แล้วอบในตู้อบอุณหภูมิ 125°C เป็นเวลา 1 1/2 ชั่วโมง เมื่อนำออกมาจากตู้อบใช้สำลีอุดปาก thimble แล้วนำเข้าเครื่องสกัดไขมัน โดยใช้ petroleum ether (boiling point 40-60°C) สกัดไขมันออกมาโดยให้ condensation rate ประมาณ 4-5 หยดต่อนาที ใช้เวลาสกัดทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง แล้วทำให้แห้งโดยอบพลาสติกที่มีไขมันอยู่ในตู้อบอุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันได้จากสูตร

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักของไขมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ง3 : การวิเคราะห์หาโปรตีน (Semi-micro kjeldahl Method) (Cox and Pearson, 1962)

ชั่งตัวอย่าง 0.2-1.0 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงใน kjeldahl flask แล้วเติม Catalyst mixture ($\text{Se} + \text{CuSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 = 1 : 10 : 100$) 2 กรัมแล้วเติม H_2SO_4 CONC 10.0 มล. นำไป digest ที่ความร้อนต่ำๆ ใน hood ในลักษณะเอียง flask 5 นาที หรือจนกระทั่งหมดฟอง แล้วเร่งไฟให้แรงขึ้น digest จนใสแล้วเติมน้ำกลั่นล้างข้าง flask digest ต่อไปอีกครึ่งชั่วโมง เอมามาทำให้เย็นเติมน้ำกลั่นจนได้ 20 มล. แล้วเติม 50% NaOH 20 มล. ต่อ flask เข้ากับ Condensor อย่างรวดเร็วและกลั่นหอม ที่ได้ลงใน 4% boric acid Solution ที่มี methyl redmethylene blue เป็น indicator กลั่นจนได้ distillate 50 มล. นำ distillate ที่ได้ไป titrate กับ 0.2 N HCl นำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีนได้จากสูตร

$$\% \text{โปรตีน} = \frac{\text{N HCl} \times \text{ml.HCl} \times 14 \times 6.25}{1,000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

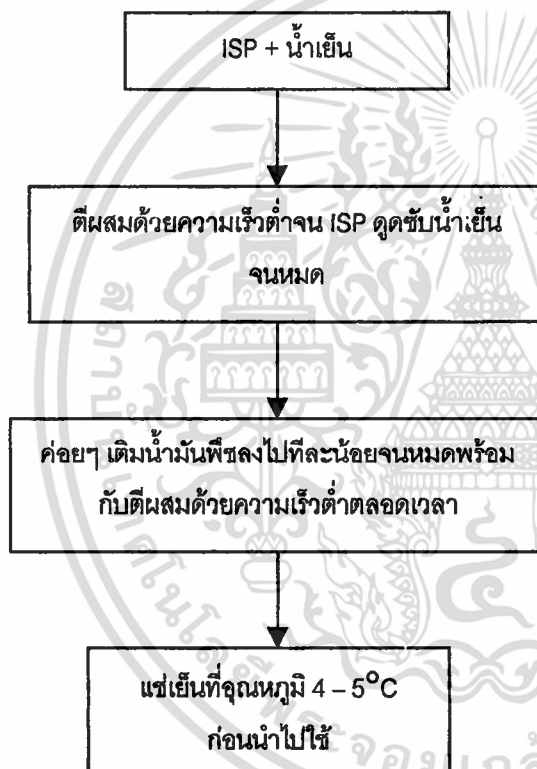
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ๑

วิธีการเตรียม Isolate Soy Protein (Emulsion)

ขั้นตอนการทำ ISP Emulsion

ใช้สูตร 1 : 4 : 4 (ISP: น้ำมันพืช : น้ำเย็น)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ๗
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	4.067	5	.813	1.154	.337
FORMULAR Error	66.933	95	.705 ^a		
TESTER Hypothesis	46.967	19	2.472	3.508	.000
TESTER Error	66.933	95	.705 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset
		1
1.00	20	3.1000
2.00	20	3.4500
6.00	20	3.5000
5.00	20	3.6000
3.00	20	3.6000
4.00	20	3.6500
Sig.		.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .705.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	11.742	5	2.348	3.481	.006
	Error	64.092	95	.675 ^a		
TESTER	Hypothesis	31.158	19	1.640	2.431	.003
	Error	64.092	95	.675 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
6.00	20	2.5000		
5.00	20	2.7000	2.7000	
2.00	20	2.9500	2.9500	2.9500
1.00	20		3.1500	3.1500
4.00	20		3.2500	3.2500
3.00	20			3.4000
Sig.		.105	.055	.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .675.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความเนียนของผลิตภัณฑ์
 เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	35.442	5	7.088	9.345	.000
Error	72.058	95	.759 ^a		
TESTER Hypothesis	38.092	19	2.005	2.643	.001
Error	72.058	95	.759 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน ด้วยวิธี
 Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset			
		1	2	3	4
5.00	20	2.4500			
6.00	20	2.6500	2.6500		
2.00	20	2.9500	2.9500	2.9500	
1.00	20		3.0500	3.0500	
4.00	20			3.4500	
3.00	20				4.1000
Sig.		.089	.174	.089	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .759.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	43.767	5	8.753	15.920	.000
Error	52.233	95	.550 ^a		
TESTER Hypothesis	33.967	19	1.788	3.251	.000
Error	52.233	95	.550 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่น ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset			
		1	2	3	4
6.00	20	2.3000			
5.00	20	2.5000	2.5000		
2.00	20	2.7500	2.7500		
1.00	20		2.9500	2.9500	
4.00	20			3.2500	
3.00	20				4.1500
Sig.		.072	.072	.204	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .550.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	14.600	5	2.920	4.977	.000
Error	55.733	95	.587 ^a		
TESTER Hypothesis	22.467	19	1.182	2.016	.014
Error	55.733	95	.587 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
6.00	20	2.6500		
5.00	20	2.7500		
2.00	20	3.0000	3.0000	
1.00	20	3.1500	3.1500	3.1500
4.00	20		3.4000	3.4000
3.00	20			3.6500
Sig.		.061	.122	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .587.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	28.642	5	5.728	1.265	.285
	Error	430.192	95	4.528 ^a		
TESTER	Hypothesis	95.158	19	5.008	1.106	.358
	Error	430.192	95	4.528 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset
		1
6.00	20	2.3500
2.00	20	2.9000
1.00	20	3.2500
5.00	20	3.5500
4.00	20	3.6500
3.00	20	3.7500
Sig.		.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.528.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้
ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	11.409	5	2.282	.519	.762
Error	417.878	95	4.399 ^a		
TESTER Hypothesis	393.061	19	20.687	4.703	.000
Error	417.878	95	4.399 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี Duncan's new
multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset
		1
3.00	20	5.3500
4.00	20	5.7150
6.00	20	5.9100
2.00	20	5.9250
5.00	20	6.1000
1.00	20	6.3400
Sig.		.199

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.399.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	221.795	5	44.359	9.392	.000
	Error	448.689	95	4.723 ^a		
TESTER	Hypothesis	323.236	19	17.012	3.602	.000
	Error	448.689	95	4.723 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset			
		1	2	3	4
1.00	20	4.7300			
2.00	20	4.9700	4.9700		
3.00	20	5.3300	5.3300		
4.00	20		6.2600	6.2600	
5.00	20			7.4350	7.4350
6.00	20				8.4650
Sig.		.416	.079	.091	.137

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.723.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความเนียนของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	222.575	5	44.515	9.391	.000
	Error	450.339	95	4.740 ^a		
TESTER	Hypothesis	453.041	19	23.844	5.030	.000
	Error	450.339	95	4.740 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
5.00	20	6.0300		
6.00	20	6.0500		
4.00	20	7.1500	7.1500	
3.00	20		7.8800	
2.00	20		8.4600	
1.00	20			9.8900
Sig.		.128	.075	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.740.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	332.491	5	66.498	14.961	.000
Error	422.253	95	4.445 ^a		
TESTER Hypothesis	494.191	19	26.010	5.852	.000
Error	422.253	95	4.445 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่น ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset			
		1	2	3	4
6.00	20	5.4450			
5.00	20	5.4850			
4.00	20	6.4850	6.4850		
3.00	20		7.4900	7.4900	
2.00	20			8.8000	8.8000
1.00	20				9.9350
Sig.		.144	.135	.052	.092

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.445.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Isolated Soy Protein (ISP) ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	35.700	5	7.140	1.429	.221
	Error	474.555	95	4.995 ^a		
TESTER	Hypothesis	303.555	19	15.977	3.198	.000
	Error	474.555	95	4.995 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.22 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำ ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset
		1
1.00	20	6.8950
2.00	20	7.4050
3.00	20	8.0500
4.00	20	8.1450
6.00	20	8.3650
5.00	20	8.3850
Sig.		.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4.995.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้
ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	15.450	3	5.150	5.533	.002
Error	53.050	57	.931 ^a		
TESTER Hypothesis	19.050	19	1.003	1.077	.397
Error	53.050	57	.931 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.24 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี
Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset	
		1	2
4.00	20	2.3500	
3.00	20		3.1000
2.00	20		3.4000
1.00	20		3.4500
Sig.		1.000	.285

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .931.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	3.737	3	1.246	1.543	.213
Error	46.013	57	.807 ^a		
TESTER Hypothesis	12.938	19	.681	.844	.649
Error	46.013	57	.807 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.26 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset
		1
1.00	20	2.7000
4.00	20	2.7500
2.00	20	3.1000
3.00	20	3.2000
Sig.		.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .807.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความเนียนของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	31.738	3	10.579	15.658	.000
Error	38.512	57	.676 ^a		
TESTER Hypothesis	21.737	19	1.144	1.693	.065
Error	38.512	57	.676 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.28 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	2.1500		
3.00	20		2.9500	
1.00	20			3.6500
2.00	20			3.7000
Sig.		1.000	1.000	.848

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .676.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	33.850	3	11.283	12.452	.000
Error	51.650	57	.906 ^a		
TESTER Hypothesis	16.050	19	.845	.932	.549
Error	51.650	57	.906 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.30 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่น ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	2.0500		
3.00	20		3.0000	
1.00	20		3.5000	3.5000
2.00	20			3.7500
Sig.		1.000	.102	.410

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .906.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.
- b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ได้หุ้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	34.237	3	11.412	14.138	.000
	Error	46.013	57	.807 ^a		
TESTER	Hypothesis	12.637	19	.665	.824	.671
	Error	46.013	57	.807 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.32 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	1.9000		
3.00	20		2.9500	
1.00	20		3.4500	3.4500
2.00	20			3.5500
Sig.		1.000	.084	.726

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .807.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	31.300	3	10.433	8.720	.000
Error	68.200	57	1.196 ^a		
TESTER Hypothesis	13.700	19	.721	.603	.889
Error	68.200	57	1.196 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.34 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	2.1500		
3.00	20		3.1000	
1.00	20		3.2500	3.2500
2.00	20			3.9000
Sig.		1.000	.666	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.196.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	101.637	3	33.879	4.976	.004
	Error	388.113	57	6.809 ^a		
TESTER	Hypothesis	301.937	19	15.891	2.334	.007
	Error	388.113	57	6.809 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.36 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset	
		1	2
1.00	20	6.8500	
2.00	20	8.2500	8.2500
4.00	20		9.5500
3.00	20		9.6000
Sig.		.095	.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 6.809.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR	Hypothesis	152.100	3	50.700	22.077	.000
	Error	130.900	57	2.296 ^a		
TESTER	Hypothesis	206.800	19	10.884	4.739	.000
	Error	130.900	57	2.296 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.38 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นเต้าหู้ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset			
		1	2	3	4
1.00	20	7.2500			
2.00	20		8.3000		
3.00	20			9.8000	
4.00	20				10.8500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2.296.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความเนียนของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	327.600	3	109.200	32.951	.000
Error	188.900	57	3.314 ^a		
TESTER Hypothesis	229.300	19	12.068	3.642	.000
Error	188.900	57	3.314 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.40 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความเนียน ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	4.8500		
3.00	20		6.3500	
2.00	20			9.3500
1.00	20			9.6500
Sig.		1.000	1.000	.604

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.314.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	451.937	3	150.646	39.423	.000
Error	217.813	57	3.821 ^a		
TESTER Hypothesis	226.137	19	11.902	3.115	.000
Error	217.813	57	3.821 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.42 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความยืดหยุ่น ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset		
		1	2	3
4.00	20	4.2000		
3.00	20		6.4000	
2.00	20			9.5000
1.00	20			10.0500
Sig.		1.000	1.000	.377

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.821.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา เพื่อศึกษาการใช้ Soy flour ในปริมาณต่างๆ กันด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: YIELD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULAR Hypothesis	274.900	3	91.633	23.203	.000
Error	225.100	57	3.949 ^a		
TESTER Hypothesis	210.800	19	11.095	2.809	.001
Error	225.100	57	3.949 ^a		

a. MS(Error)

ตารางที่ ข.44 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มของปัจจัยคุณภาพด้านความชุ่มน้ำ ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test

YIELD

Duncan^{a,b}

FORMULAR	N	Subset	
		1	2
4.00	20	5.4000	
3.00	20	6.6500	
2.00	20		9.1500
1.00	20		10.0000
Sig.		.051	.182

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 3.949.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

รูปกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลา



รูป 1 ส่วนผสมในการผลิตเต้าหู้ปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2 ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลากรอบทอด



รูป 3 ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ปลาหลังทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

นางสาวเฟื่องฟ้า โอซารัมย์ เกิดเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2522 เป็นบุตรคนที่ 2 มีบิดาชื่อ นาย เคือน โอซารัมย์ มารดาชื่อ นางจำเนียร โอซารัมย์ ภูมิลำเนาเป็นคนกรุงเทพฯ ศึกษาชั้นประถมศึกษาที่ โรงเรียนวัดธาตุทอง (เรือนเขียวสะอาด) ชั้นมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง และศึกษาในระดับปริญญาตรีที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาค วิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมการเกษตร รุ่นที่ 18 (เกษตรเจ้าคุณรุ่นที่ 27)

นางสาวอัญชลี วรรณโกยิต์ เกิดเมื่อวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2523 เป็นบุตรคนที่ 1 มีบิดาชื่อ นาย ครรชิต วรรณโกยิต์ มารดาชื่อ นางสมปอง วรรณโกยิต์ ภูมิลำเนาเป็นคนกรุงเทพฯ ศึกษาชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนวัดมหาบุศย์ (พิทักษ์ ถาวรคุณ) ชั้นมัธยมศึกษาที่ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง และศึกษาในระดับปริญญาตรีที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาค วิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมการเกษตร รุ่นที่ 18 (เกษตรเจ้าคุณรุ่นที่ 27)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้