



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก
Developing a High-GABA Firm Tofu Product from Germinated
Soybean Milk

ภัทรกร แก้วเขียว
PATTARAKON KAEOKEO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก
Developing a High-GABA Firm Tofu Product from Germinated
Soybean Milk

ภัทรกร แก้วเขียว
PATTARAKON KAEOKEO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก
ชื่อ นามสกุล	ภัทรกร แก้วเขียว
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..........ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สินธุสำราญ)

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร)

..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้รับ
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..........คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม)

วันที่.....6.....เดือน.....กุมภาพันธ์.....พ.ศ.....2568.....

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก
ชื่อ นามสกุล	ภัทรกร แก้วเขียว
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสทรโยม
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการทำเต้าหู้แข็ง 2) ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลือง 3) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก และ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก ผลการวิจัย พบว่าสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการทำเต้าหู้แข็ง ประกอบด้วยเมล็ดถั่วเหลืองดิบ น้ำส้มสายชูกลั่น 5 % และน้ำสะอาด ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเพาะงอกถั่วเหลือง โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการประเมินแบบ 9 ระดับ พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับเต้าหู้แข็งสูตรที่ใช้ถั่วเหลืองเพาะงอกที่เวลา 24 ชั่วโมง ในระดับความชอบมาก ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.98, 7.74, 7.92 และ 8.06 ตามลำดับ ส่วนด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ชิมให้การยอมรับสูตรที่ใช้ถั่วเหลืองเพาะงอกที่เวลา 12 ชั่วโมง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.64 และ 7.74 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอก 24 ชั่วโมง มีปริมาณสารกาบา 27.44 มิลลิกรัม ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการเพาะงอก ที่มีปริมาณสารกาบาเพียง 15.33 มิลลิกรัม เต้าหู้แข็งทั้งสองสูตรมีค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกัน ค่าความแน่น (Firmness) ของเต้าหู้สูตรพื้นฐาน 31.14 นิวตัน สูงกว่าเต้าหู้แข็งสูตรที่ใช้ถั่วเหลืองเพาะงอกที่ 11.23 นิวตัน ขณะที่ค่ายืดหยุ่น (Springiness) ของทั้งสองสูตรใกล้เคียงกันที่ 5.58 นิวตัน และ 5.36 นิวตัน กลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก คิดเป็นร้อยละ 100 โดยสนใจผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 89.33 และรู้จักประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง คิดเป็นร้อยละ 76.67

คำสำคัญ: เต้าหู้แข็ง, ถั่วเหลือง, สารกาบา

Thesis Title	Developing a High-GABA Firm Tofu Product from Germinated Soybean Milk
Author	Pattarakon Kaeokeio
Degree	Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program	Home Economics, Faculty of Home Economics Technology
Advisor	Assistant Professor Dr.Thanapop Soteyome
Academic Year	2024

ABSTRACT

This research aimed to 1) study the basic recipe suitable for making firm tofu 2) study the appropriate time for soybean germination, and 3) study chemical and physical properties of high GABA (gamma-aminobutyric acid) firm tofu from germinated soybean milk, and 4) study the consumer acceptance of high GABA firm tofu from germinated soybean milk. The result of the research found that the 3rd recipe of soybean milk is an appropriate basic recipe for making firm tofu. It consists of raw soybean seeds, 5% distilled vinegar, and clean water. The result of the study of the optimum time for soybean germination by evaluating sensory quality in terms of appearance, color, smell, taste, texture, and overall preference by using 9 –point hedonic scale found that tasters accept the firm tofu formula using germinated soybeans at 24 hours with a high level of approval. In terms of appearance, color, smell, and taste, the average scores are 7.98, 7.74, 7.92, and 8.06, respectively. In terms of texture and overall preference, testers favor the recipe using soybeans germinated at 12 hours, with average scores of 7.64 and 7.74, respectively. The firm tofu product from soybean that is germinated for 24 hours contains 27.44 mg of GABA, which is higher than the firm tofu product from un-germinated soybeans that has only 15.33 mg of GABA. Both recipes of firm tofu have not different brightness value (L^*). The firmness value of the basic recipe tofu is 31.14 newtons, which is higher than the firm tofu recipe using germinated soybean at 11.23 newtons. The flexible value (Springiness) of both recipes is similar at 5.58 newtons and 5.36 newtons. Consumer groups accept high GABA firm tofu product from germinated soybean milk, accounting for 100 percent. They interest in the product 96 percent, purchase the product 89.33 percent. Also, they know the benefit of firm tofu product 76.67 percent.

Keywords: Firm Tofu, Soybean, GABA

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกبابสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองพะงอก สำเร็จได้ด้วยความสามารถอย่างสูง และความเอาใจใส่ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สีนุสสารัญ ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร กรรมการสอบ ที่อุทิศเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขเพิ่มเติมตลอดระยะเวลาในการดำเนินการศึกษา

ขอขอบคุณบุคคลที่เขียนหนังสือ ตำราทุกเล่ม บทความ วิทยานิพนธ์งานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ แหล่งข้อมูลวิชาการและเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องและเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเสมอมา ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการในการทำการทดลองครั้งนี้ รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่าง ๆ คำแนะนำตลอดจนเป็นกำลังใจและช่วยเหลือมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาธุรกิจขนาดย่อม ภาคค้าปลีก เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงการขยายธุรกิจสู่การตลาดออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ภัทรกร แก้วเขียว



สารบัญ

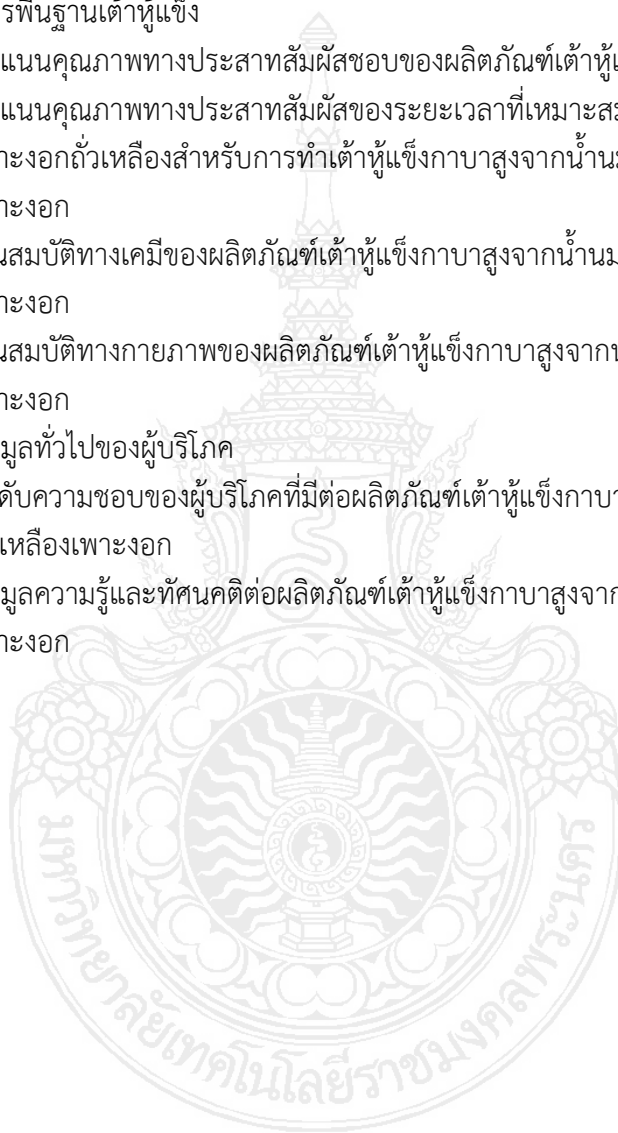
	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญแผนภูมิ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง	4
2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัยผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง	10
2.3 ความรู้เกี่ยวกับสารกาบา	14
2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอาหารจากถั่วเหลือง	16
2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
3.1 วัตถุดิบ และเครื่องมืออุปกรณ์	22
3.2 วิธีการทดลอง	22
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	29
3.4 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	31
4.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง	31
4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็งกาบาสูญจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก	32
4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูญจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจาก น้ำนมถั่วเหลืองพะงอก	36
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	41
5.1 สรุปผล	41
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตเต้าหู้สูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง กาบาสสูงจากน้ำนมถั่วเหลืองพะงอก	47
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบ การยอมรับผลิตภัณฑ์	55
ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมี ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง กาบาสสูงจากน้ำนมถั่วเหลืองพะงอก	61
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของเต้าหู้ถั่วเหลือง 100 กรัม	6
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง 100 กรัม	12
3.1	สูตรพื้นฐานเต้าหู้แข็ง	23
4.1	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน	32
4.2	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของระยะเวลาที่เหมาะสมของการ เพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง เพาะงอก	34
4.3	คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง เพาะงอก	35
4.4	คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง เพาะงอก	36
4.5	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	37
4.6	ระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านม ถั่วเหลืองเพาะงอก	38
4.7	ข้อมูลความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง เพาะงอก	39



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างทางเคมีสารกาบา	14
4.1	ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่แตกต่างกัน 3 สูตร	31
4.2	เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอกเป็นเวลาแตกต่างกัน	33
4.3	ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่เมล็ดถั่วเหลืองผ่านการเพาะงอกเป็นเวลาแตกต่างกัน	33
ก.1.1	วิธีการทำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน	51
ก.1.2	วิธีทำเต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก	53
ก.1.3	วิธีการเพาะเมล็ดถั่วเหลือง	54



สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานที่ 1	24
3.2	ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานที่ 2	25
3.3	ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานที่ 3	26
3.4	ขั้นตอนการเตรียมถั่วเหลืองเพาะงอก	27
3.5	ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งจากนํ้าถั่วเหลืองเพาะงอก	28



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพ และคุณภาพของอาหารที่รับประทาน ผู้บริโภคยุคใหม่ให้ความสนใจกับส่วนผสมที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้น เน้นการควบคุมอาหารที่รับประทานในแต่ละวัน เพื่อควบคุมน้ำหนักและสารอาหารที่เหมาะสม เช่น การลดหวาน มัน เค็ม หรือลดโซเดียม เพื่อสุขภาพที่ดี แต่ยังคงความอร่อย อาหารเพื่อสุขภาพถือว่า “เป็นยา” หากกินเป็นประจำสามารถช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค ช่วยปกป้องร่างกายจากสารอันตราย เชื้อโรค และการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่อาจทำให้เกิดอาการป่วยได้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มศักยภาพระบบต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงต่อโรคมะเร็ง ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคไขข้ออักเสบ ลดความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)

เต้าหู้ถั่วเหลือง หรือที่รู้จักกันในชื่อ เต้าหู้ขาว เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ผ่านกระบวนการแปรรูป โดยนำถั่วเหลืองมาแช่น้ำ บด กรอง ต้ม และทำให้เนื้อรวมตัวกันเป็นก้อน เต้าหู้มีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต แต่ละชนิดจะมีเนื้อสัมผัส รสชาติ และการใช้งานที่แตกต่างกันไป เต้าหู้ใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับผู้รับประทานมังสวิรัต และผู้รักสุขภาพ เต้าหู้มีหลากหลายประเภท แต่ละประเภทมีเนื้อสัมผัส และรสชาติแตกต่างกัน เหมาะกับการนำไปประกอบอาหารหลากหลายเมนู เต้าหู้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่ดี อุดมไปด้วยโปรตีน ใยอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินบี ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อระบบกระดูกและฟัน ระบบประสาท ระบบภูมิคุ้มกัน และช่วยบำรุงร่างกายโดยรวม เต้าหู้มีไขมันต่ำเหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาสุขภาพหัวใจ ไขมันในเลือดสูง และต้องการลดความเสี่ยงโรคหัวใจ (มนรดา ฉัตรธรรม, 2565) โปรตีนในเต้าหู้ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น 8 ชนิด ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ต้องได้รับจากอาหารภายนอก และเนื่องจากสารอาหารต่าง ๆ ในเต้าหู้ ร่างกายสามารถย่อยสลายได้สูงถึงร้อยละ 92 - 96 รวมถึงเต้าหู้ยังอุดมไปด้วยสารอาหาร และย่อยได้ง่ายจึงเหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่ไม่มีฟัน และระบบการย่อยไม่ดี รวมทั้งเด็กเล็กที่ฟันยังไม่สมบูรณ์ อีกทั้งเต้าหู้อุดมด้วยโปรตีน มีน้ำตาลต่ำ และยังมีสารที่สำคัญ คือ ไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยบรรเทาอาการร้อนวูบวาบ อารมณ์หงุดหงิดง่าย ช่วงวัยทอง จึงเป็นอาหารที่ดีอย่างหนึ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ทั้งนี้การใช้ถั่วเหลืองงอก (soybean sprout) เพื่อใช้ในการผลิตเต้าหู้แข็ง ซึ่งเป็นกระบวนการงอกของเมล็ดแห้ง เมื่อได้รับปัจจัยภายนอกที่เหมาะสม จะทำให้ถั่วเหลืองที่เพาะงอกมีสารกาบา โดยกาบาทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ช่วยรักษาสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการทำงานของสมอง ช่วยเพิ่มความผ่อนคลายให้แก่สมอง นอกจากนี้ สารกาบายังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (human growth hormone; GH) ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ และทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ อีกทั้งยังเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกัน

การสะสมไขมันได้ด้วย มีผลงานวิจัยทางการแพทย์ระบุว่ากาบาสามารถ ช่วยในการบำบัดอาการต่าง ๆ เช่น ลดความดัน โลหิตแบบซิสโตลิก (Vermulapalli and Barletta, 1984) เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้เพื่อแยกแยะ ความแตกต่าง บรรเทาอาการที่เกิดขึ้นในวัยทอง และบรรเทาอาการต่าง ๆ ที่เกิดจากระบบประสาท อัดโนมิตติพิคคติ (Okada et al., 2000)

จากแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกนั้น ผู้วิจัยเห็นว่ามีความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากถั่วเหลืองเพาะงอก ให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ เพราะในปัจจุบันผู้คนต่างดูแลสุขภาพของตนเอง มีความใส่ใจในการเลือกรับประทานอาหาร ด้วยคุณสมบัติของสารกาบาที่มีอยู่ในเต้าหู้นี้ จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความสนใจในผลิตภัณฑ์ เกิดความต้องการในการบริโภค เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และได้ส่งเสริมสินค้าจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกถั่วเหลืองให้มีรายได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการทำเต้าหู้แข็ง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการผลิตเต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก
- 1.2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพในเต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 สูตรพื้นฐานของเต้าหู้แข็ง
- 1.3.2 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักเรียน นักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และบุคคลทั่วไปในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 150 คน
- 1.3.3 ด้านระยะเวลาเดือน กรกฎาคม 2567 – มกราคม 2568
- 1.3.4 ด้านพื้นที่ สถานที่ทำการวิจัยห้องปฏิบัติการแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.4.1 เต้าหู้แข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนํ้านมถั่วเหลือง มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม มีเนื้อสัมผัสนุ่ม สีขาว
- 1.4.2 เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองงอก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนํ้านมถั่วเหลืองงอก มีปริมาณสารกาบาสูงกว่าเต้าหู้แข็งทั่วไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากถั่วเหลืองเพาะงอก
- 1.5.2 ได้ผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัต เจ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย
- 1.5.3 ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่มีความแปลกใหม่ เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคมากขึ้น
- 1.5.4 ได้ส่งเสริมการใช้ถั่วเหลืองที่เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศไทย และสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองพะงอก ครั้งนี้ ผู้วิจัยรวบรวมเอกสารแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง
- 2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัยผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง
- 2.3 ความรู้เกี่ยวกับสารกาบ
- 2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้
- 2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งมีมากกว่าเนื้อสัตว์บางชนิดถึงสองเท่า อีกทั้งเต้าหู้ยังเป็นอาหารที่ย่อยง่าย ไม่มีคอเลสเตอรอล แล้วยังมีสารเลซิธินซึ่งมีผลในการลดไขมัน และช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับความทรงจำอีกด้วย

2.1.1 ชนิดของเต้าหู้

เต้าหู้มีหลายชนิด บางประเภทมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก แต่ชื่อเรียกต่างกัน ดังนี้

2.1.1.1 เต้าหู้ชนิดอ่อน คือ เต้าหู้ขาวอ่อนเนื้อนุ่มเบา มีกลิ่นหอม มีปริมาณน้ำมาก จึงนิยมตากขายโดยห่อใบตองเพื่อไม่ให้น้ำซึมออกมา เต้าหู้ชนิดอ่อนมีดังนี้

1) เต้าหู้ขาวอ่อน คือเต้าหู้ที่มีปริมาณน้ำมาก มีลักษณะจับตัวเป็นก้อน แต่ไม่แข็ง นิยมนำไปประกอบอาหารให้คนป่วยที่ต้องการสัมผัสที่อ่อนนุ่ม กินง่าย

2) เต้าหู้เหลืองนุ่ม มีวิธีการผลิตเช่นเดียวกับเต้าหู้ขาวอ่อน แตกต่างที่นำไปต้มกับมันจนผิวด้านนอกเป็นสีเหลือง และทำให้ความชื้นลดลงจึงช่วยให้เก็บได้นานขึ้น เวลานำไปทอด ก็จะได้เต้าหู้กรอบนอกนุ่มใน มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ส่วนใหญ่นิยมทอดกรอบกินกับน้ำจิ้มรสเปรี้ยวหวาน หรือผัดกับกุยช่ายขาวหรือถั่วงอก

3) เต้าหู้หลอดขาว มีเนื้อละเอียดมาก แตกง่าย บรรจุในพลาสติกเป็นแท่ง ๆ คล้ายหลอด ใช้ทำแกงจืด สุกียากี้ เต้าหู้อบ เต้าหู้ตุ๋น หรือชุบแป้ง

4) เต้าหู้คินู คือเต้าหู้ขาวญี่ปุ่นชนิดอ่อนซึ่งใช้วิธีการผลิตตามแบบเฉพาะของญี่ปุ่น ทำให้ได้เนื้อนุ่มกว่าเต้าหู้ขาวชนิดอื่น ๆ ใช้ทำอาหารเหมือนกับเต้าหู้ใบตอง

2.1.1.2 เต้าหู้ชนิดแข็ง ได้จากการต้มดีเกลือ (แมกนีเซียมซัลเฟต) กับน้ำมันถั่วเหลือง แล้วพักไว้จนเซตตัว เต้าหู้ที่ได้จะมีเนื้อแข็ง รสออกเค็มและขมเล็กน้อย มีหลายชนิด เช่น

1) เต้าหู้ขาวชนิดแข็ง นิยมเรียกสั้น ๆ ว่าเต้าหู้ขาวแข็งหรือเต้าหู้กระดาน เพราะในตลาดสมัยก่อนจะวางขายกันบนไม้กระดาน ปัจจุบันบรรจุในห่อพลาสติก ช่วยให้สะอาด และสะดวกมากขึ้น มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขอบมน เนื้อแน่นใช้ทำอาหารได้หลายชนิด โดยเฉพาะอาหารประเภทผัด ทอด ตุ่น อบ และย่าง

2) เต้าหู้เหลืองชนิดแข็ง (เต้าหู้เหลืองกระดาน) วิธีการผลิตเช่นเดียวกับเต้าหู้ขาวชนิดแข็ง แต่นำไปต้มกับขมิ้นให้ผิวด้านนอกมีสีเหลืองสวย เนื้อค่อนข้างยืดหยุ่นกว่าเต้าหู้ชนิดอื่น ๆ นิยมใส่ในผัดไทย ผัดถั่วงอก กว๋ยเตี๋ยหลอด หรือใช้แทนเนื้อสัตว์ในอาหารเจชนิดต่าง ๆ

3) เต้าหู้โมเมน คือ เต้าหู้ขาวญี่ปุ่นชนิดแข็ง ซึ่งใช้วิธีการผลิตตามแบบเฉพาะของญี่ปุ่น เนื้อแน่นกว่าเต้าหู้จีน แต่ไม่แน่นเท่ากับเต้าหู้ชนิดแข็ง ใช้ปรุงอาหารได้หลากหลายเหมือนกับเต้าหู้ขาวชนิดแข็งอื่น ๆ

2.1.1.3 เต้าหู้ทอด คือ เต้าหู้ทอดแบบสำเร็จรูปเรียกว่าพร้อมส่งความอร่อยให้แก่ทุกคน ซึ่งเต้าหู้ทอดสำเร็จรูปแบบนี้ในท้องตลาดมีอยู่หลายแบบ ดังนี้

1) เต้าหู้ทอดธรรมดา หรือเต้าหู้พวงจะมีลักษณะเป็นเต้าหู้ที่หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมคล้ายลูกเต๋า แล้วนำไปทอดจนได้ที่ วางขายมาในลักษณะร้อยเชือกเป็นพวง ส่วนใหญ่นิยมใส่ในกวยเตี๋ยวน้ำยาไฟ, พะโล้, ต้มจับฉ่าย หรือกวยเตี๋ยวกะเพรา

2) เต้าหู้กระดานทอดเนื้อด้านในจะแน่น ลักษณะคล้ายกับเต้าหู้ขาวแข็ง แต่แตกต่างกันที่ชนิดนี้มีความอ่อนนุ่มกว่า นิยมมาทอดแล้วกินกับน้ำจิ้มโรยถั่วลิสงคั่ว

3) เต้าหู้ทอดแบบหนาญี่ปุ่น หรือ อะทงสึ อะเกะ โทฟู เป็นการนำเอาเต้าหู้เนื้อหยาบ (โมเมน) แบบก้อนหนา ๆ ไปทอด นิยมนำไปประกอบอาหารประเภท ต้ม ตุ่น ย่าง รวมกับอาหารอื่น ๆ

4) เต้าหู้ทอดแบบบางญี่ปุ่น หรือ อะบุระ อะเกะ โทฟู เป็นเต้าหู้แผ่นบาง ๆ แล้วนำไปทอดในน้ำมันจนพองตัว มีสีเหลือง นิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารได้หลายชนิด เช่น ใส่ในซูชิมีโซะ ผัดกับสาหร่ายฮิจิคิ นำไปย่าง หรืออบให้กรอบ

2.1.1.4 เต้าหู้หมัก เป็นเต้าหู้แบบแข็ง ตัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยม ใส่ขวดโหล เติมน้ำเกลือ แล้วใส่วัตถุดิบต่าง ๆ ในการหมัก เกิดเป็นเต้าหู้หมักรสชาติเข้มข้นขึ้น ใช้ในเมนูอาหารจีนทั่วไป โดยมีหลายแบบดังนี้

1) เต้าหู้หมักสีแดง หรือเต้าหู้ที่เกิดจากการเติมข้าวแดง (Koji Rice) เป็นวัตถุดิบที่ทำให้เต้าหู้เกิดกลิ่นรสเฉพาะตัว

2) เต้าหู้ยี้เหลือง เกิดจากการเติมเต้าเจี้ยว

3) เต้าหู้ยี้ขาวหมัก (Drunk tofu) เกิดจากการเติมไวน์หรือข้าวหมัก

4) เต้าหู้ยี้เผ็ด (Kwantung Tofu) เกิดจากการเติมพริกแดง ข้าวแดง และยี่ห่วย

5) เต้าหู้ยี้หอม (Tsao Tofu) เกิดจากการเติมกานพลู และเปลือกส้ม

2.1.1.5 ฟองเต้าหู้ ฟองเต้าหู้เกิดจากต้มน้ำนมถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้ต้มทิ้งไว้จนเกิดแผ่นฟิล์มบาง ๆ ลอยอยู่ที่ผิวด้านบน จากนั้นก็ช้อนแผ่นฟองขึ้นมาเรียกว่าฟองเต้าหู้สดนั่นเอง นิยมนำไปทำเป็นแผ่นสำหรับห่อ เช่น แอ้กิ้น หอยจ๊อ หรือกินคู่กับกวยเตี๋ย ผักเป็ดย่าง ใส่ในแกงจืด

สลัดฟองเต้าหู้ ฟองเต้าหู้ทรงเครื่อง แต่ข้อจำกัดของฟองเต้าหู้สดนั้น คือ มีโอกาสเสียได้ง่าย ต้องนำไปใช้แบบวันต่อวัน แต่ปัจจุบันก็มีฟองเต้าหู้แบบแห้งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น จะกินตอนไหนก็เพียงนำไปแช่น้ำ หรือถ้าอยากกินแบบกรอบ ๆ ก็นำไปทอดได้เลย

2.1.1.6 เต้าฮวย คือน้ำเต้าหู้ผสมกับแป้งข้าวโพด หลังจากพัก เนื้อสัมผัสจะนิ่ม มีลักษณะเป็นก้อนพอจับตัวได้ แต่ไม่เท่าเต้าหู้แบบอ่อน เนื้อนิ่ม นิยมกินคู่กับน้ำชিং และปาห่องโก๋เล็ก ที่คุ้นเคยกันดีในเมนู เต้าฮวยน้ำชিং ประรสด้วยน้ำตาลทรายแดง หรือน้ำผึ้งตามชอบ

2.1.2 วิธีการเก็บรักษา

เต้าหู้อ่อน เต้าหู้แข็ง แช่น้ำเปล่าในภาชนะที่มีฝาปิดหรือกล่องพลาสติกแล้วปิดฝา ให้สนิทแล้วนำไปแช่ในตู้เย็น ซึ่งวิธีนี้จะสามารถเก็บ และยืดอายุของเต้าหู้ในการบริโภคให้นาน 7 – 15 วัน แต่ถ้าเป็นเต้าหู้แบบอ่อนจะเก็บได้นานน้อยกว่าเต้าหู้แข็ง ซึ่งวิธีนี้จะช่วยในการคงสภาพของเต้าหู้ไว้ดั้งเดิม ส่วนวิธีเก็บเต้าหู้หลอดนั้นให้เก็บในตู้เย็นช่องธรรมดา ห้ามนำไปแช่ ในช่องแช่แข็ง เพราะจะทำให้เนื้อของเต้าหู้นั้นเปลี่ยนไป เต้าหู้หมักเมื่อเปิดฝาแล้วควรเก็บในตู้เย็น เต้าหู้แผ่นที่ใช้ทอดควรเก็บในช่องแช่แข็งเพื่อป้องกันการขึ้นรา อย่างไรก็ตามไม่ควรซื้อเต้าหู้มาที่ละมาก ๆ เพราะหากเก็บไว้นาน กลิ่นรสของเต้าหู้จะเปลี่ยนไป แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเต้าหู้ถั่วเหลือง 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณหน่วย
โปรตีน	13.50 g
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	8.80 g
โพแทสเซียม	230 mg
ใยอาหาร	2.30 g
น้ำ	69.7 g
ไขมัน	6.70 g
ไฟเบอร์	0.30 g
เกลือ	1.30 g
แคลเซียม	160 mg
เหล็ก	2.80 mg
วิตามิน เอ	0.03 mg
วิตามินบี 2	0.18 mg
วิตามินบี 3	0.80 mg

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2561)

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้

การผลิตเต้าหู้ถึงแม้จะมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน แต่การผลิตเต้าหู้ที่มีคุณภาพดี เนื้อเนียน เหมือนที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้นเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายนัก ดังนั้นจึงได้มีการรวบรวมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปผลิตตามแต่วัตถุดิบประสงค์ต่อไป

2.1.3.1 พันธุ์ของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะมีสีเปลือก (seed coat) สีงอกของถั่วเหลือง (hilum) ปริมาณความชื้น โปรตีนและไขมันที่แตกต่างกัน อีกทั้งแหล่งที่ปลูกก็มีผลต่อองค์ประกอบของถั่วเหลืองเช่นกัน พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีงอกสีดําจะให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่มีสีคล้ำ ไม่น่ารับประทาน และในขั้นตอนการเตรียมนํ้ามถั่วเหลืองสำหรับผลิตเต้าหู้ พบว่าปริมาณโปรตีนและไขมันในถั่วเหลือง มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของเต้าหู้ เนื่องจากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนและไขมันในปริมาณที่สูง จะส่งผลให้ได้เต้าหู้จำนวนมาก ดังนั้นจึงควรเลือกถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีงอกสีเหลืองอ่อน และมีปริมาณโปรตีนที่สูงสำหรับการผลิตเต้าหู้

2.1.3.2 การดูดน้ำของเมล็ดถั่วเหลือง ในการผลิตเต้าหู้ จำต้องแช่ถั่วเหลืองในน้ำ เพื่อให้โครงสร้างของเซลล์นุ่ม ลดพลังงานในการปั่นให้ละเอียด เพิ่มอัตราการสกัดสารอาหารให้เร็วขึ้น โดยที่อัตราการดูดน้ำของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ถั่วเหลือง ถั่วเหลืองที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถดูดซึมน้ำได้เท่ากับถั่วเหลืองที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในเวลา 6 – 8 ชั่วโมง ซึ่งถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ มีความสามารถในการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับปริมาณความชื้นของเมล็ดถั่ว ขนาดเมล็ด และอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าถั่วเหลืองเมล็ดเล็ก แข็งและอายุการเก็บนาน การดูดน้ำจะลดน้อยลง

2.1.3.3 การปั่นถั่วเหลือง เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ยอมรับกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์เต้าหู้ ซึ่งกลิ่นถั่วดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ Lipoxxygenase ต่อไขมันในถั่ว ซึ่งเกิดได้ดีเมื่อมีความชื้น ดังนั้นจำเป็นต้องกำจัดหรือลดกลิ่นถั่วให้น้อยลง พบว่า การแช่ และปั่นถั่วเหลืองด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ช่วยกำจัดกลิ่นถั่วในนํ้ามถั่วเหลืองได้

2.1.3.4 การต้มนํ้ามถั่วเหลือง หลังจากการปั่นถั่วเหลืองกับน้ำให้ละเอียด และกรองกากถั่วเหลืองออกจนได้นํ้ามถั่วเหลือง ควรต้มนํ้ามถั่วเหลืองที่ได้จนเดือด และคงอุณหภูมิที่จุดเดือด ประมาณ 10 – 15 นาที เพื่อทำลาย จุลินทรีย์บางส่วน ลดกลิ่นถั่ว และทำให้โปรตีนในถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในภาวะที่พร้อม สำหรับการตกตะกอนของเต้าหู้ อีกทั้งยังช่วยทำลายทริปซิน อินฮิบิเตอร์ (trypsin inhibitor) ซึ่งถือเป็นสารพิษที่พบได้ในถั่วเหลืองดิบ มีฤทธิ์ในการขัดขวางการย่อยโปรตีนในระบบทางเดินอาหาร อีกทั้งการต้มนํ้ามถั่วเหลืองที่ระดับดังกล่าว ยังช่วยลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เช่น กรดอะมิโนซิสทีน (cystine) และเมไทโอนีน (methionine) ซึ่งปริมาณจะลดลง 30% เมื่อถูกต้มเดือด นาน 30 นาที

2.1.3.5 ชนิด และความเข้มข้นของตัวตกตะกอน (coagulants) การทำเต้าหู้อ่อนนิยมใช้แคลเซียมซัลเฟต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ในปริมาณ 2.7% ของนํ้าหนัก ถั่วเหลืองแห้งที่ใช้ ซึ่งจะได้เต้าหู้ที่มีลักษณะเนื้อนุ่ม เนียน ยืดหยุ่น ในขณะที่การทำเต้าหู้แข็งจะใช้สารตกตะกอนสองชนิดผสมกันคือ แคลเซียมซัลเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ในอัตราส่วน 4 : 1 ในปริมาณ 2.5% ของนํ้าหนักถั่วเหลืองแห้งที่ใช้ แต่หากใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเพียงอย่างเดียวในการทำเต้าหู้ ปฏิกิริยาในการตกตะกอนเต้าหู้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ตะกอนจับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่

เมื่อต้กลึงพิมพ์ทำเป็นเต้าหู้ จะได้เต้าหู้ที่มีเนื้อแน่นเหนียวเหมือนยาง เต้าหู้หลอด เป็นเต้าหู้ที่มีเนื้อเนียนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเต้าหู้ชนิดอื่น ๆ ตัวตกตะกอนที่ใช้คือ กลูโคโนเดลต้าแลคโตน (glucono-delta-lactone, GDL) ปริมาณ 1.1% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้งที่ใช้ ซึ่งเมื่อสารดังกล่าวได้รับความร้อน จะเกิดเป็นกรดกลูโคนิก (gluconic acid) ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนํ้ามันถั่วเหลืองเปลี่ยนแปลงไปเป็นกรด ส่งผลให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีน

2.1.3.6 ผลของอุณหภูมิ นํ้ามันถั่วเหลืองในการตกตะกอน หลังจากการต้ม นํ้ามันถั่วเหลืองให้เดือดนานประมาณ 10 – 15 นาที อุณหภูมิของนํ้ามันถั่วเหลืองสูงขึ้นไปประมาณ 98.60 องศาเซลเซียส ต้องทำให้อุณหภูมิของนํ้ามันถั่วเหลืองลดลงเหลือองศา 70 – 75 องศาเซลเซียส ก่อนจึงเติมสารละลายของตัวตกตะกอนที่ต้องการ ระหว่างการเกิดตะกอน จะต้องควบคุมอุณหภูมิของนํ้ามันถั่วเหลืองให้อยู่ในช่วง 70 – 75 องศาเซลเซียส จนกว่าการเกิดตะกอนจะเสร็จสิ้น ซึ่งจะมีนํ้าใสสีเหลืองอ่อนแยกออกจากเต้าหู้

2.1.3.7 ผลของการผสมในการตกตะกอน การทำเต้าหู้แต่ละชนิด จะใช้เทคนิคการผสมที่แตกต่างกันไป หากเป็นเต้าหู้อ่อนหรือเต้าหู้แข็ง จะหะสารแขวนลอย (suspension) ของตัวตกตะกอนลงในนํ้ามันถั่วเหลืองที่มีอุณหภูมิ 70 – 75 องศาเซลเซียส แล้วใช้ไม้พายค่อย ๆ คน ตะกอนจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ หากเป็นการทำเต้าหู้หลอดที่ใช้ GDL เป็นตัวตกตะกอน จะใช้วิธีการผสมสารละลาย GDL ลงในนํ้ามันถั่วเหลืองที่ปล่อยให้เย็นหลังจากต้มเดือด แล้วจึงบรรจุในถุงพลาสติกสำเร็จรูปสำหรับเต้าหู้หลอดโดยเฉพาะ

2.1.3.8 การกดทับนํ้า การกดทับนํ้า เป็นการทำให้ตะกอนโปรตีนเกาะจับกันเป็นก้อนตามต้องการ น้ำหนักที่กดทับ และเวลาที่ใช้ต้องเหมาะสมกับชนิดของเต้าหู้ นั่นคือหากเป็นเต้าหู้อ่อนควรทับด้วยน้ำหนักน้อย ๆ ก่อน 2 – 4 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ประมาณ 5 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนักเป็น 15 กรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 10 – 15 นาที แต่หากเป็นเต้าหู้แข็ง ควรใช้นํ้าหนัก 20 – 100 กรัม/ตารางเซนติเมตร นาน 20 – 30 นาที (เพลินใจ, 2545)

2.1.4 การเสียสภาพของโปรตีนในผลิตภัณฑ์ (Protein Denature)

2.1.4.1 การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Protein denature) หรือ การเปลี่ยนสภาพของโปรตีน การเสียสภาพจากธรรมชาติ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามที่มีผลต่อโครงสร้าง 3 มิติของ โปรตีน แต่ต้องไม่มีผลต่อการทำลายพันธะเพปไทด์ เกิดได้แบบผันกลับได้ และแบบผันกลับไม่ได้ ดังนั้น จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตามธรรมชาติของโปรตีน โดยมีปัจจัยใด ๆ มาทำลายพันธะไฮโดรเจน แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของกรดอะมิโนในโมเลกุล (ระดับปฐมภูมิ) แต่เปลี่ยนแปลง โครงสร้างที่ซับซ้อน (ระดับทุติยภูมิ ระดับตติยภูมิ) และน้ำหนักโมเลกุลยังคงค่าเดิม โครงสร้างทุติยภูมิ หรือตติยภูมิคลายตัวออกเป็นโพลิเพปไทด์สายยาว และเกาะตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดการตกตะกอน หรือเกาะตัวเป็น ลักษณะโครงสร้างตาข่าย 3 มิติเกิดการจับตัวแน่นกลายเป็นเจลได้

1) สมบัติที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการละลายลดลง ความหนืดเพิ่มขึ้น ย่อยได้ง่ายขึ้น สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในโปรตีน แบคทีเรียถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ทำลายพิษของโปรตีนบางชนิด เช่น ในสัตว์ที่มี thiaminase ในกุ้งสด thiamine (B1) และในพืช trypsin inhibitor

2) ความร้อนจะทำให้โปรตีนเสียสภาพและแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าไข่แดง เช่น ไข่ตุ๋น คัสตาร์ด ฯ นมมีโมเลกุลของเคซีนเกาะด้วยพันธะที่แข็งแรง จึงต้องใช้อุณหภูมิสูง (>100 องศาเซลเซียส) ในการทำลายพันธะแล้วเกิดการเสียสภาพ และเมื่อสัตว์เมื่อสุกจะถูกละลายด้วยเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์ดิบ

3) กรดที่เกิดจากทางตรงโดยการเติมกรด หรือทางอ้อมโดยใช้จุลินทรีย์กลุ่ม LAB เพื่อสร้างกรดแล็กติก ทำให้เกิดก้อนลิม (curd) จากค่าความเป็นกรดต่างที่ลดลง เมื่อค่า pH = pI ทำให้ประจุสุทธิเป็น 0 จึงไม่เกิดแรงผลักระหว่างโมเลกุล ทำให้การละลายของโปรตีนลดลง และเกิดการตกตะกอน

4) เกลือ ซึ่ง Salting in effect เป็นการละลายของโปรตีนเพิ่มขึ้น มีผลจากเกลือปริมาณเล็กน้อย ส่วน Salting out effect เป็นการละลายของโปรตีนลดลง มีผลจากเกลือที่ปริมาณ มากเกินไป (ความเข้มข้นสูงมาก) ดึงโมเลกุลของน้ำจากโมเลกุลของโปรตีน ทำให้โมเลกุลของโปรตีนมาอยู่ชิดกัน และเกิดการจับตัวกันเองมากขึ้น จนเกิดการตกตะกอนโมเลกุลของเกลือ เมื่อแตกตัวจะได้ประจุ + และ ประจุ - เช่น เกลือแกง $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ซึ่งสามารถจับกับน้ำได้ดีกว่าโปรตีนจับกับน้ำ

5) แรงกล ในการตีไข่ขาวทำให้เกิดโฟลิมเพปไทด์คลายตัวออกเป็นสายยาวและเกาะเป็นตาข่ายรอบ ๆ ฟองอากาศ เกิดลักษณะโฟมในอาหาร Homogenization ในนมและผลิตภัณฑ์นม Extrusion ในขนมขบเคี้ยว

6) เอนไซม์ การใช้เอนไซม์เรนินในการผลิตเนยแข็ง

7) Alkaloid reagents สารละลายกรดจะมีประจุไฟฟ้า - สามารถจับประจุ + ในโมเลกุลของ โปรตีน แล้วตกตะกอนได้ เพราะกรดอะมิโนในโปรตีนเป็น zwitterion

8) Hydrostatic pressure ทำให้เกิดการเสียสภาพโปรตีน โดยไม่สัมผัสความร้อน

9) ตัวทำละลายอินทรีย์ โปรตีนเสียสภาพจะละลายในสารละลายอินทรีย์ได้ดีกว่าในน้ำ เอทิลแอลกอฮอล์ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าต่ำลง

10) แสง UV รังสีเอกซ์ (X-ray) โปรตีนสามารถดูดซับรังสีได้ดี

11) แอลกอฮอล์ โปรตีนทุกชนิด ยกเว้น โปรลามีน จะตกตะกอนในแอลกอฮอล์ ทางแพทย์จึงใช้แอลกอฮอล์ในการฆ่าเชื้อ

2.1.4.2 การกลับคืนสภาพเดิมของโปรตีน (protein renature) เมื่อโครงสร้างเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือได้รับปัจจัยใด ๆ เพียงเล็กน้อย ในการเปลี่ยนจากจับตัว (folding) เป็นคลายตัว (unfolding) หากในโมเลกุลของโปรตีนมีหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (-SH) และไดซัลไฟด์ (-S-S-) มาก แสดงว่าเกิดการคลายตัวมาก หากมีหมู่ฟีนอลและอินโดล ซึ่งเป็นหมู่ที่มีไนโตรจีนและทริปโตฟาน แสดงว่าโปรตีนกำลังคลายตัว และการปรับให้ค่า pH > pI หรือ pH < pI

1) การเก็บโปรตีนเป็นระยะเวลานาน อย่างถั่วเหลือง จะมีกรดอะมิโนที่มีกำมะถัน เช่น เมไทโอนีน ซีสทีน จะเปลี่ยนแปลงไป อาร์จินีน ฮิสทีดิน ไลซีน มีปริมาณลดลง อาหารหมักที่ใช้เกลือไนไตรท์จะทำให้ปริมาณไลซีนลดลง นม และไข่กรดอะมิโนจำเป็นจะลดลง เมื่อนำไปแปรรูปอาหาร

2) เนื้อสัตว์ มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง เนื้อสัตว์สดจะมีปริมาณน้ำอิสระสูง มี 2 รงควัตถุ ได้แก่ myoglobin และ hemoglobin โดยรงควัตถุเหล่านี้มีความสามารถในการจับกับออกซิเจนได้ เมื่อสัตว์มีชีวิต หรือในสภาวะที่มีออกซิเจน myoglobin (สีแดงม่วง) จะรวมกับออกซิเจนด้วยพันธะโคเวเลนต์ได้เป็น oxymyoglobin (สีแดงสด) $\Rightarrow$ oxygenation reaction

3) การให้ความร้อนแก่โปรตีน Aging เป็นการบ่มเพื่อให้เอนไซม์ทำการย่อยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) จึงทำให้เนื้อนุ่มขึ้น และ Case hardening การที่บริเวณผิวหน้าเกิดลักษณะแห้งแข็ง เหมือนเปลือกไม้ แต่ด้านในยังคงมีปริมาณน้ำที่มาก ควรใช้อุณหภูมิอบแห้งไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส (ชมภูณัฐ เฟื่อนภิกข, ม.ป.ป.)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำวิจัยผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

2.2.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้นานับการ นอกเหนือไปจากการสกัดน้ำมัน เมล็ดถั่วเหลืองใช้ประกอบอาหาร เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว ถั่วเน่า ซีอิ้ว เส้นบะหมี่ นํ้านมถั่วเหลือง คุณก็โปรตีนแห้ง เนื้อเทียม ฟองเต้าหู้ และถั่วอก เป็นต้น จีนใช้ถั่วเหลืองผิวดำปรุงยารักษาโรคหัวใจ ตับไต กระเพาะ และลำไส้ และเป็นอาหารเสริม เพื่อบำรุงสุขภาพ ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคถั่วเหลืองฝักสด (เก็บเกี่ยวเมื่อฝักยังมีสีเขียวสด) เป็นอาหารว่าง และนำเข้าประเทศในปริมาณมาก กากถั่วเหลืองใช้เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ นอกจากนี้การปลูกถั่วเหลือง ยังเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งในด้านเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และธาตุไนโตรเจน ถั่วเหลืองมีถิ่นกำเนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน ที่ติดต่อกับแมนจูเรีย ชาวจีนค้นเคยในการเพาะปลูก และใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองมาเป็นเวลากว่า 5,000 ปี ต่อจากนั้นก็ได้ขยายออกไปสู่ประเทศอื่น ๆ เช่น เกาหลี และญี่ปุ่น และแพร่หลายไปถึงทวีปยุโรป และอเมริกา เมื่อประมาณร้อยกว่าปี ปัจจุบันประเทศที่ปลูกถั่วเหลืองมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา รองลงมาได้แก่ บราซิล จีน และอาร์เจนตินา ตามลำดับ ประเทศเหล่านี้อยู่ในเขตอบอุ่น มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็น เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตต่อไร่สูง ไม่มีหลักฐานแน่ชัดเกี่ยวกับการนำถั่วเหลืองเข้ามาปลูกในประเทศไทย แต่สันนิษฐานว่า นำเข้ามาโดยพวกพ่อค้า และชาวเขา ซึ่งเดินทางไปมาระหว่างจีนตอนใต้ และภาคเหนือของประเทศไทยแต่สมัยโบราณ ต่อมาจึงแพร่หลายไปในกลุ่มชาวไทย ในปี พ.ศ. 2474 พระยาอนุบาลพายัพกิจ เทศาภิบาลมณฑลพายัพ ได้ส่งเสริมให้มีการปลูกถั่วเหลืองในนา หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวที่จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากนั้นการเพาะปลูกก็ขยายตัวออกไปสู่ภาคต่าง ๆ พื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะแรก จนถึงปี พ.ศ. 2520 จึงขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความต้องการกากถั่วเหลือง (หลังจากที่ได้นำเมล็ดไปสกัดเอาน้ำมันออกแล้ว) เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2530 ทั่วทั้งประเทศมีพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองประมาณ 2,300,000 ไร่ โดยปลูกในภาคเหนือ 1,700,000 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ภาคละ 300,000 ไร่ รวมผลผลิตทั่วประเทศได้ 340,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าที่เกษตรกรขายได้ 2,700 ล้านบาท แต่ก็ยังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ ต้องนำเข้ากากถั่วเหลือง เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์อีก 230,000 ตัน ในอนาคตคาดว่าพื้นที่เพาะปลูก และผลิตผลถั่วเหลืองภายในประเทศ จะเพิ่มมากขึ้น ตามนโยบายของรัฐบาล

ที่ต้องการให้ผลิตถั่วเหลืองได้เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill อยู่ในวงศ์ (Family) Leguminosae เป็นพืชล้มลุก ทรงต้นเป็นพุ่ม มีความสูงระหว่าง 50 เซนติเมตรถึงสองเมตร บางพันธุ์ก็เลื้อยเป็นเถา ระบบรากประกอบด้วยรากแก้ว ซึ่งอาจหยั่งลึกลงไปถึง 2 เมตร ส่วนรากฝอยเกิดเป็นกระจุกประสานกันอยู่ใต้ ระดับผิวดิน บริเวณผิวดินมีปมของแบคทีเรียเกาะอยู่เห็นได้ชัดเจน ลำต้นแตกกิ่งจำนวน 3 – 8 กิ่ง มีขนสีขาว น้ำตาล หรือเทาคลุมอยู่ ใบถั่วเหลือง เกิดสลับกัน เป็นใบรวม ประกอบด้วย ใบย่อย 3 ใบ รูปร่างกลมรี ซ่อดอกเกิดจากมุมใบและปลายยอด ดอกมีขนาดเล็กสีขาวหรือม่วง จำนวน 3 – 15 ดอกต่อหนึ่งซ่อ ดอกสมบูรณ์เพศมีอับเกสรตัวผู้และรังไข่อยู่ในดอกเดียวกัน การผสมเกสรเกิดขึ้นก่อนดอกบาน รังไข่จะเจริญเติบโต เป็นฝักรูปยาวและโค้ง ภายในมีเมล็ด 2 – 3 เมล็ด เรียงตัวอยู่ตามแนวนอน เปลือกหุ้มเมล็ด มีทั้งสีเหลือง เขียว น้ำตาล และดำ ภายในเมล็ดมีใบเลี้ยงสีเหลืองหรือเขียวสองใบหุ้มต้นอ่อนอยู่ภายในในเขตออบอุ้นปลูกถั่วเหลืองได้ปีละครั้งในฤดูร้อน แต่ในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย มีอุณหภูมิตลอดทั้งปีไม่แตกต่างกันมากนัก สามารถปลูกถั่วเหลืองได้ปีละสามครั้ง คือ ปลูกในช่วงต้นฤดูฝน และกลางฤดูฝนบนที่ดอน และครั้งที่สามในนา ที่มีระบบชลประทาน หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว ดังนั้น เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเหลืองร่วม หรือสลับกับพืชไร่อื่น ๆ พันธุ์ถั่วเหลืองที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แนะนำให้ปลูก ได้แก่ พันธุ์ สจ.1 สจ.2 สจ.4 สจ.5 เชียงใหม่ 60 สุโขทัย 1 และนครสวรรค์ 1 รายละเอียดของพันธุ์ และคำแนะนำเกี่ยวกับการปลูกถั่วเหลือง หาได้จากหน่วยงานในกรมวิชาการเกษตร และสำนักงานเกษตรจังหวัด อำเภอ และตำบลในท้องถิ่น ถั่วเหลืองขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดหรือด่างจัด ดินเค็ม และดินที่มีน้ำขังแฉะ การเตรียมดินปลูกถั่วเหลือง ก็คล้ายกับการปลูกพืชไร่ทั่วไป มีการไถพรวนดินให้ร่วนซุย เพื่อกำจัดวัชพืช และให้รากหยั่งลง ดินได้สะดวก ควรคลุมเมล็ดพันธุ์ด้วยจุลินทรีย์ดินก่อนปลูก เพื่อให้มีการสร้างปมที่รากดีขึ้น เพื่อให้จุลินทรีย์ดิน หรือแบคทีเรียในปมราก ช่วยจับไนโตรเจนจากอากาศมาสังเคราะห์เป็นปุ๋ยให้กับต้นถั่วเหลือง การปลูกมีหลายวิธี เช่น หว่านหรือโรยเมล็ดเป็นแถว หรือหยอดเป็นหลุม แต่วิธีที่แนะนำคือ หยอดเมล็ดหลุมละ 2 – 3 เมล็ด โดยให้มีระยะระหว่างแถวกว้าง 50 เซนติเมตร และระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 7 – 10 กิโลกรัมต่อไร่ ควรปลูกเมื่อดินได้รับความชุ่มชื้นหลังจากฝนตก หรือได้รับน้ำชลประทาน เมล็ดถั่วเหลืองจะงอกภายในเวลา 5 – 7 วัน ควรพรวนดิน ดายหญ้า ในระยะ 30 วันหลังงอก เพื่อลดการแข่งขันจากวัชพืช ต้นถั่วเหลืองเริ่มออกดอก เมื่อมีอายุได้ 35 – 40 วัน และฝักแก่เมื่อมีอายุได้ 85 – 120 วัน (ขึ้นอยู่กับพันธุ์และฤดูปลูก) เมื่อฝักเริ่มแก่ จะเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เริ่มจากโคนต้นไปหาปลายยอดเก็บเกี่ยวโดยตัดต้นถั่วเหลืองมากองหรือผูกรวมเป็นพ่อน ตากแดดให้แห้งสนิท แล้วจึงนวด โดยใช้ไม้ฟาด หรือใช้รถแทรกเตอร์เหยียบต้นถั่วเหลืองที่กองสุ่มกันอยู่ให้ฝักแตก หรือใช้เครื่องนวดข้าวติดเครื่องยนต์ นวดแยกเมล็ดออกจากเศษของลำต้น ทำความสะอาดตากเมล็ดให้แห้งสนิท ก่อนเก็บใส่กระสอบ หรือภาชนะอื่น ๆ เพื่อจำหน่ายต่อไป ผลผลิตถั่วเหลืองของไทยอยู่ระหว่าง 120 – 350 กิโลกรัมต่อไร่ แต่โดยเฉลี่ยประมาณ 121 กิโลกรัมต่อไร่

ในระยะที่ต้นถั่วเหลืองเจริญเติบโตในไร่ อาจจะมีโรคหรือแมลงศัตรูพืชบางชนิดระบาดทำความเสียหาย ควรป้องกันและกำจัด ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมล็ดถั่วเหลืองประกอบไปด้วย โปรตีนร้อยละ 35 – 50 น้ำมันร้อยละ 12 – 20 (มีส่วนประกอบของน้ำมันชนิดไม่อิ่มตัวร้อยละ 85) เป็นน้ำมันคุณภาพดี สามารถละลายสารคอเลสเตอรอลที่เกาะผนังเส้นเลือดได้ นอกจากนี้มีวิตามินบี ซี อี และเลซิติน รวมอยู่ด้วย ในเมล็ดถั่วเหลืองมีสารพิษบางชนิด ที่ระงับการย่อยของโปรตีน ซึ่งสามารถจัดให้หมดได้ โดยการนำไปผ่านความร้อน ก่อนนำไปแปรรูป เพื่อใช้ประโยชน์ น้ำมันถั่วเหลืองหลังจากทำให้บริสุทธิ์แล้ว ไขมันแปรรูปเพื่อประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ทำน้ำมันสลัด เนยเทียม และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันผสมสี หล่อลื่น ยารักษาโรค กากถั่วเหลืองที่ได้ มีส่วนประกอบของโปรตีน สูงกว่าร้อยละ 50 นำไปใช้เป็นอาหาร และเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการผลิตอาหารสัตว์ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.) แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลือง 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณหน่วย
โปรตีน	34 g
ไขมัน	18.7 g
น้ำ	11.4 g
ถั่ว	4.8 g
แคลเซียม	245 mg
ฟอสฟอรัส	500 mg
เหล็ก	10 mg
วิตามินซี	14 mg
วิตามินบี 1	0.73 mg
วิตามินบี 2	0.19 mg
วิตามินบี 3	14 mg

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2561)

2.2.2 แมกนีเซียมซัลเฟต หรือ เรียกอีกอย่างติเกลือ เป็นสารตกตะกอนที่มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว หรือไม่มีสี มีรสขม และมีฤทธิ์เป็นยาถ่าย และเมื่อใช้ในการผลิตเต้าหู้จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นยาถ่าย และเต้าหู้แข็งที่ได้ตะกอนมีลักษณะเป็นเต้าหู้แข็ง ที่ไม่เหมาะสำหรับการทำอาหารประเภทเต้าหู้ทอด เพราะทอดแล้วจะไม่พอง เนื้อเต้าหู้ที่ได้จะมีเนื้อที่บวมมีลักษณะแน่นและแข็ง จึงเหมาะสำหรับประกอบอาหารอื่น ๆ เช่น ผัดถั่วงอก เป็นต้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2527)

2.2.3 น้ำส้มสายชู ช่วยให้เกิดรสเปรี้ยวกับอาหารหลากหลายชนิด เช่น อาหารประเภท กว๊ายเตี๋ยและราดหน้า น้ำส้มสายชูที่จำหน่ายในตลาดมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีคุณสมบัติ และ กระบวนการผลิตแตกต่างกัน โดยทั่วไปจะ แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.2.3.1 น้ำส้มสายชูหมัก น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมัก ธัญพืช ผลไม้หรือน้ำตาล น้ำส้ม สายชูชนิดนี้มีรสชาติกลมกล่อม กลิ่นหอม และมีเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย

2.2.3.2 น้ำส้มสายชูกลั่น น้ำส้มสายชูที่ได้จากการ หมักแอลกอฮอล์กลั่นเจือจางกับ เชื้อน้ำส้มสายชู จากนั้นนำไป กลั่นอีกครั้ง หรือนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่นอีกครั้ง น้ำส้มสายชูเทียม

2.2.3.3 น้ำส้มสายชูที่นำกรดน้ำส้ม (Acetic Acid) กรดอินทรีย์มีฤทธิ์กรดอ่อน ความเข้มข้น 95% มาเจือจางจนได้ปริมาณกรด 4 – 7% ผู้บริโภคควรใส่ใจเลือกซื้อ เนื่องจากการนำ น้ำส้มสายชูปลอมมาจำหน่ายในตลาด ซึ่งมีราคาถูก ผลิตจาก “ห้วนน้ำส้ม” (Glacial Acetic Acid) ที่เป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง สิ่งพิมพ์ สิ่งทอ และอาจปนเปื้อนโลหะหนัก หรือวัตถุ เจือปนอื่น ๆ ระหว่างกรรมวิธีการผลิต เมื่อเข้าสู่ร่างกายทำให้ พิษสะสมได้ การผสมกรดน้ำส้ม ที่ไม่ได้ มาตรฐาน ในปริมาณที่สูงเกินไปทำให้ผู้บริโภคต้องระวังอย่างรุนแรงได้

การเลือกซื้อน้ำส้มสายชู ควรเลือกที่มีลักษณะใส ไม่มีตะกอน ไม่มีเชื้อสี และ มีปริมาณกรดน้ำส้ม 4 – 7 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร หรือ เลือกที่มีข้อความข้างขวดระบุ “มีปริมาณ กรดน้ำส้ม 4 – 7%” รวมทั้งมีเครื่องหมาย อย. รับรอง ควรสังเกตน้ำส้มสายชูก่อนปรุง ภาชนะที่ใส่น้ำส้มสายชูไม่ควรเป็นพลาสติก น้ำส้มสายชูอาจทำปฏิกิริยากับพลาสติกเกิดสารพิษที่ก่อเกิด โรคมะเร็งได้ และหากมีพริกแดง ให้สังเกตส่วนน้ำส้มที่อยู่เหนือพริกจะขุ่น เนื้อพริกมีสีซีดขาวและ เปื่อยยุ่ย ไม่ควรกิน (กรมอนามัย, 2562)

2.2.4 แคลเซียมซัลเฟต

แคลเซียมซัลเฟต Calcium sulfate สูตรทางโครงสร้างเคมี CaSO_4 หรือ เจียะกอ เอียะกอ เป็นภาษาจีนแต้จิ๋ว คือ หินฝุ่น หรือ ผงยิปซัม (Gypsum powder) หรือ หินอ่อนสะอาด* เป็น ส่วนผสมหลักในการทำเต้าหู้ หรือชื่อเรียกอีกอย่างว่า "หินเต้าหู้" ใช้ในการทำเต้าหู้อ่อน เพื่อให้ โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอน เนื้อมีความเนียน อ่อนนุ่ม และไม่แข็ง

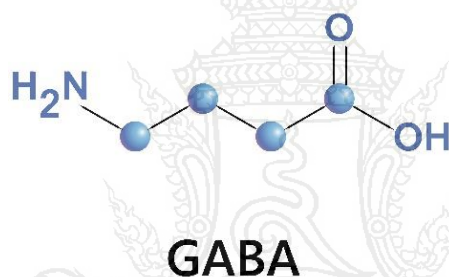
แคลเซียมซัลเฟตนิยมใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นสารเพิ่มความข้น สารกันบูด และ สารอาหารในด้านให้ความหวาน ในอุตสาหกรรมอาหาร แคลเซียมซัลเฟตถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ เต้าหู้ เป็นสารช่วยตกตะกอนของโปรตีนจากนมถั่วเหลือง ในน้ำพริกใช้เป็นสารช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสและ รสชาติ ช่วยเพิ่มความข้นในน้ำปลา และในอาหารกระป๋องช่วยป้องกันไม่ให้อาหารเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน

ปริมาณการใช้แคลเซียมซัลเฟตตามคำชี้แจงประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 418 สำหรับปริมาณสูงสุดที่อนุญาต (มก./กก.) ซึ่งกำหนดเป็น “ปริมาณที่เหมาะสม” หมายถึง ปริมาณ การใช้วัตถุเจือปนอาหารที่ต่ำที่สุด ซึ่งให้ผลทางด้านเทคโนโลยีทางการผลิตตามที่ ต้องการภายใต้หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice, GMP) สามารถใช้ในอาหารได้ภายใต้ข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข โดยกำหนดให้ใช้ในปริมาณไม่เกิน 1% ของน้ำหนักอาหาร (กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับสารกาบา

2.3.1 กาบา

กาบาทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ออกฤทธิ์ยับยั้ง ด้านทาน และทำหน้าที่รักษาสสมดุลในสมองที่ได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการทำงานของสมอง สารกาบาเป็นกรดอะมิโนที่ผลิตจากกระบวนการ decarboxylation ของ กรดอะมิโนที่ชื่อว่า glutamic acid กรดชนิดนี้จะมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท ทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งในระบบประสาทส่วนกลาง ช่วยเพิ่มความผ่อนคลายให้แก่สมอง นอกจากนี้ สารกาบายังทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นต่อมไร้ท่อ anterior pituitary ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนที่ช่วยในการเจริญเติบโต (human growth hormone; HGH) ทำให้เกิดการสร้างเนื้อเยื่อ และทำให้กล้ามเนื้อเกิดความกระชับ อีกทั้งยังเกิดสาร lipotropic ซึ่งเป็นสารป้องกันการสะสมไขมันได้ด้วย แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่: 2.1 โครงสร้างทางเคมีสารกาบา

ที่มา: <http://otop.dss.go.th/index.php/knowledge/interesting-articles/192-2018-09-10-07-49-42> (2567)

โดยปกติสารกาบาชนิดนี้จะอยู่ในระบบประสาทส่วนกลางของมนุษย์ทุกคนอยู่แล้ว สารกาบาสามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการทางธรรมชาติที่เปลี่ยนสารกลูตาเมต (Glutamate) ในสมองให้กลายเป็นสารกาบา แต่การได้รับสารกลูตาเมตจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว อาจจะมี ความแปรปรวนในด้านปริมาณ และในบางครั้งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายมนุษย์ ด้วยเหตุนี้ จึงมักมีการเติมกาบาเสริมลงในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสารกาบา ในปริมาณที่เพียงพออย่างแท้จริง โดยสารกาบาที่ใช้เติมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อลดความเครียด หรือ ความผ่อนคลายอารมณ์ มักจะพบผสมอยู่ในเครื่องดื่ม น้ำผลไม้ โยเกิร์ต ลูกอม หมากฝรั่ง ไส้กรอก ขนมหั้ว ชีส นมถั่วเหลืองพร้อมดื่ม และกาแฟพร้อมดื่ม หรืออาจอยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหาร เสริมชนิดเม็ด เพื่อความสะดวกในการรับประทาน นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวกล้องงอกที่กำลังได้รับความนิยมนี้นี้ก็มีสาร GABA ถึง 15 เท่า จากข้าวกล้องงอกปกติอีกด้วย

สารกาบา (GABA) จึงเป็นที่นิยมมากขึ้นในกลุ่มของคนที่รักสุขภาพ เนื่องจากมีคุณสมบัติต่าง ๆ มากมายที่ได้รับแล้วยังช่วยทำให้ร่างกายแข็งแรงอีกด้วย คือ

2.3.1.1 เป็นสารสื่อประสาทที่ช่วยให้สมองผ่อนคลาย ลดความตึงเครียด ลดความวิตกกังวล ช่วยให้นอนหลับ หากมีสารสื่อประสาทชนิดกระตุ้นมากเกินไปจะทำให้ร่างกายตื่นตัวตลอดจึงทำให้เครียดง่าย สารสื่อประสาทชนิดยับยั้งจะทำให้หน้าที่ด้านทาน จึงทำให้ผ่อนคลาย ลดความวิตกกังวล นอกจากนี้ยังช่วยให้ความคิดความจำดี

2.3.1.2 กระตุ้นการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Pituitary Gland) จากสมองส่วนหน้า (Anterior Pituitary) ที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต กระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อและกระดูกโครงสร้างของร่างกาย

2.3.1.3 กระตุ้นการสร้างสารไลโปโทรปิก (Lipotropic) ซึ่งเป็นสารป้องกันไขมันเกาะตัวในร่างกายลดการสะสมไขมันจึงช่วยควบคุมน้ำหนักได้

2.3.1.4 ป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับสารสื่อประสาท เช่น อัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) พาร์กินสัน (Parkinson's disease)

2.3.1.5 ชะลอความเสื่อมของเซลล์ ป้องกันการเกิดมะเร็ง เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่มีประสิทธิภาพสูง

2.3.1.6 กระตุ้นการสร้างสารที่ช่วยป้องกันไขมันสะสม (Lipotropic) ช่วยแก้กล้ามเนื้อกระชับ สร้างเนื้อเยื่อให้มีความกระชับ

2.3.1.7 ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด เพราะช่วยให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่น เลือดจึงไหลเวียนดีขึ้น จึงช่วยควบคุมระดับความดันโลหิตให้ปกติ

2.3.1.8 กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Immune system) กระตุ้นการสร้างฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ที่เป็นสารประกอบสำคัญในเม็ดเลือดแดง (Heme) (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ม.ป.ป.)

2.3.2 กระบวนการเพาะงอก

ถั่วเหลืองงอก (soybean sprout) คือกระบวนการงอกของเมล็ดแห้ง เมื่อได้รับปัจจัยภายนอกที่เหมาะสม โดยต้นอ่อนภายในเมล็ดหรือเอ็มบริโอ (embryo) ที่อยู่ในระยะพัก เมื่อถูกกระตุ้นด้วยปัจจัยที่เอื้อต่อการงอก ก็จะเจริญเติบโตทะลุเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) โดยอัตราการงอกของถั่วเหลืองจะ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเมล็ด และสภาวะต่าง ๆ โดย มีน้ำหรือความชื้นเป็นปัจจัยหลักที่จะกระตุ้นให้เมล็ดถั่วเหลืองเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือกระบวนการเมตาบอลิซึม สำหรับความชื้นที่เหมาะสมในกระบวนการงอกของถั่วเหลืองคือร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิ 20 – 35 องศาเซลเซียส และต้องมีออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการหายใจ หรือย่อยสลายอาหารเพื่อให้เกิดพลังงาน รวมทั้งใช้ในการแบ่งเซลล์ การลำเลียงสารอาหาร และเสริมสร้างส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นในขั้นตอนการงอก (ชญาดา หลาวทอง, 2555)

2.3.3 ปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด

2.3.3.1 น้ำและความชื้น ช่วยทำให้เมล็ดอ่อนนุ่มและมีขนาดขยายใหญ่ขึ้น โดยทั่วไปอัตราการดูดซึมน้ำจะขึ้นกับหลายปัจจัย ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเมล็ดได้รับน้ำจะกระตุ้นกระบวนการต่าง ๆ ของเอนไซม์ แต่อุณหภูมิจะต้องไม่สูงเกินอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด อุณหภูมิที่

สูงขึ้น 10 องศาเซลเซียสจะกระตุ้นอัตราการดูดซับน้ำได้สูงขึ้นประมาณ 1 เท่า (เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2542)

2.3.3.2 ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนต่ำจะไม่เกิดการงอก หากออกซิเจนมีปริมาณสูงขึ้น อัตราการงอกก็จะสูงขึ้น แต่พืชบางชนิด เช่น ข้าวจะสามารถงอกได้ในที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ (เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2542)

2.3.3.3 อุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการงอกของเมล็ดแต่ละชนิดอุณหภูมิที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการงอกของเมล็ดอยู่ในช่วง 10 – 35 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงกว่านี้จะเป็นอันตรายต่อเมล็ด โดยปกติไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส (เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2542)

2.3.3.4 แสง เมล็ดพันธุ์ส่วนใหญ่ไม่ต้องการแสงในการงอกของเมล็ด ยกเว้นในพืชบางชนิด เช่น พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีปมอดก่อน (เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2542)

2.3.4 ปัจจัยการเกิดสารกาบา

สารกาบาพบได้ในเมล็ดพืชที่กำลังงอก โดยกระบวนการงอกของเมล็ดพืช จะมีกระบวนการเพื่อให้ได้สารอาหาร และพลังงานต่าง ๆ จำนวนมากอย่างรวดเร็ว การกระตุ้นให้พืชงอกและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อการแข่งขันและโน้มหาแสงเพื่อสังเคราะห์อาหาร ซึ่งในกระบวนการนี้จะมีเอนไซม์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์ในต้นงอกมีหลากหลาย ชนิดด้วยกันน้ำที่ใช้ต้องสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ เพราะนอกจากจะเป็นปัจจัย ที่ทำให้ผักงอกเจริญเติบโตแล้ว ยังทำหน้าที่ระบายความร้อนในภาชนะเพาะด้วย การขาดน้ำจะทำให้ความร้อนในภาชนะเพาะสูงเกินไป จะมีผลทำให้ผักงอก เสียหายได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

ข้าวกล้องงอกที่เกิดจากการนำข้าวกล้องมาแช่น้ำ แล้วนำไปบ่มจนเกิดการงอกที่บริเวณจมูกข้าว ความแตกต่างของข้าวกล้อง กับข้าวกล้องงอกคือข้าวกล้องไม่ได้ผ่านการเพาะงอกแต่ข้าวกล้องงอกจะผ่าน กระบวนการงอก (germination) จึงเรียกข้าวกล้องงอก ได้อีกอย่างว่าข้าวกล้องเพาะงอก (sprouted brown rice) ในกระบวนการทำให้งอกจะนำข้าวกล้องไปแช่น้ำที่สภาวะเหมาะสมที่อุณหภูมิประมาณ 35 – 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 12 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำออกแล้วนำไปบ่มเป็นเวลา 20 – 24 ชั่วโมงซึ่งในระหว่างการบ่มต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อป้องกันการเกิดการหมัก ข้าวกล้องงอกที่ได้จะมีการงอกออกมาตรงจมูกข้าว ยาวประมาณ 0.5 – 1.0 มิลลิเมตร ข้าวกล้องงอกที่ได้จะให้คุณค่าทางอาหารและโภชนาการสูง (กรกฎ เพ็ชรหัสธนะโยธิน และคณะ, 2561)

2.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากถั่วเหลือง

2.4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร หมายถึง การทำให้ดีขึ้น ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร จึงหมายถึง การแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การวิจัย) หรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้สำหรับการปรับปรุงหรือแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาและเตรียมวัตถุดิบ การแปรรูป การบรรจุและ

เก็บรักษา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น หรือคุณภาพเหมือนเดิมแต่ต้นทุนต่ำลง และการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ (ปาริฉัตร หงส์ประภาส, 2559)

“ผลิตภัณฑ์ใหม่” อาจมีความแตกต่างกันไปตามทัศนะของผู้บริโภค ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย หรือ นักการตลาด สำหรับคนทั่วไป ผลิตภัณฑ์ใหม่อาจหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคยใช้ หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยพบเห็นหรือรู้จักมาก่อน แต่ในทางการตลาด ผลิตภัณฑ์ใหม่จะหมายถึง ผลิตภัณฑ์ใน ลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (วิวัฒน์ หวังเจริญ, 2561)

2.4.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้แผ่น

2.4.2.1 ขอบข่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะเต้าหู้แผ่นที่ไม่แต่งสี บรรจุในภาชนะบรรจุ

2.4.2.2 บทนิยามความหมายที่ของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มีดังต่อไปนี้

1) เต้าหู้แผ่น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำถั่วเหลืองมาล้างให้สะอาด แช่น้ำ แล้วบดผสมกับน้ำร้อน กรองเอาน้ำออก เติมสารช่วยตกตะกอนในกลุ่มซัลเฟต หรือกลุ่มคลอไรด์ นำตะกอนมาใส่แบบซึ่งรองด้วยผ้า ทับน้ำออกเพื่อให้แห้งและจับตัวเป็นแผ่นหรือเป็นก้อน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

2.4.2.3 คุณลักษณะที่ต้องการ

- 1) ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นแผ่นหรือเป็นก้อนไม่แตกหรือเปื่อยยุ่ย
- 2) สี ต้องมีสีขาวนวลถึงสีเหลืองนวลตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ไม่มีสีคล้ำ
- 3) กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นบูด รสเฝื่อน รสขม รสเปรี้ยว
- 4) ลักษณะเนื้อ ต้องเนียน แน่น ไม่แตกหรือละ หรือมีฟองอากาศ เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนน คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผลตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- 5) สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- 6) โปรตีน ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก
- 7) อะฟลาทอกซิน ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม
- 8) วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้สีและวัตถุกันเสียทุกชนิด
- 9) ความเป็นกรด – ด่าง ต้องอยู่ในระหว่าง 5.5 ถึง 6.0
- 10) จุลินทรีย์

10.1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

10.2) ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

10.3) สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องไม่พบใน ตัวอย่าง

0.1 กรัม

10.4) คลอสตริดีเยม เพอร์ฟริงเจนส์ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

อัศพงษ์ อุประวรรณ และคณะ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมงาขี้ม่อน ผลการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต คือ แคลเซียมซัลเฟตที่ร้อยละ 0.66 คุณภาพทางกายภาพได้แก่ค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 83.24, -3.59 และ 13.06 ตามลำดับ ค่าความแข็งเท่ากับ 4.55 นิวตัน และคะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง จากนั้นนำสูตรดังกล่าวมาเติมงาขี้ม่อน ร้อยละ 0.82 – 3.31 พบว่า การเพิ่มปริมาณงาขี้ม่อน ส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า งาขี้ม่อนที่ร้อยละ 3.31 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางซึ่งอยู่ระดับเดียวกันกับสูตรพื้นฐาน

อรรณพ ทศนอุดม และคณะ (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งจากถั่วดำ ผลการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้แข็งจากถั่วดำ คือ การใช้ปริมาณโซเดียมซัลเฟต 1.0% (ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด) ที่อุณหภูมิเริ่มต้นในการตกตะกอน 98°C โดยให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุดคือ 80% โดยเต้าหู้แข็งที่ผลิตได้จะมีสีเทาอ่อน ปราศจากกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วเหลือง (soybean off-flavor) และมีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับเต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลือง นอกจากนี้ยังพบว่าเต้าหู้แข็งที่ผลิตจากถั่วดำจะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่า (2.08%) แต่มีไขมันในปริมาณที่ต่ำกว่า (1.63%) เมื่อเปรียบเทียบกับเต้าหู้แข็งจากถั่วเหลือง ส่วนผลการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสพบว่าเต้าหู้แข็งที่ผลิตจากถั่วดำได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) และสูงกว่าเต้าหู้แข็งที่ผลิตจากถั่วเหลือง โดยได้รับคะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

พงษ์เทพ เกิดเนตร และ ปัญญ์รัศม์ ถือขจร (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมโปรตีนจากงาดำ ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณงาดำที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 2 และใช้แมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 3 ของน้ำหนักวัตถุดิบในการตกตะกอน โดยผลิตภัณฑ์ให้ค่าสี L^* a^* และ b^* เท่ากับ 43.98, 1.1 และ 4.42 ตามลำดับ และ 4.42 ตามลำดับ ค่าความชื้น ร้อยละ 72.9 และผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าความชอบรวม ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับคะแนนปานกลาง (6.85) และไม่มีแตกต่างจากเต้าหู้เสริมงาดำสูตรอื่น ๆ ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 6 (งาดำร้อยละ 6, ใช้แคลเซียมซัลเฟต) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และยังพบว่าผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมงาดำมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นเมื่อเติมงาดำ เพิ่มขึ้นโดยมีค่าไขมัน, โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, เส้นใยและเถ้า ร้อยละ 5.36, 17.53, 7.55, 0.13 และ 2.13 ตามลำดับ

พรรณภัทร คำลอย และ สุมาลิน มังคละ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง เต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วง ผลการศึกษา พบว่า ค่าสี L^* และค่า b^* ของเต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) แต่การเพิ่มปริมาณของข้าวโพดสีม่วงเป็นผลให้ค่า สี a^* มีแนวโน้มสูงขึ้น ($p \leq 0.05$) และการวิเคราะห์ลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วง พบว่าค่า hardness มีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ตามการเพิ่มขึ้นของข้าวโพดสีม่วงที่เติมลงไป ผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่าปริมาณสาร

แอนโทไซยานินของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีหลังการแปรรูป พบว่าโปรตีนในผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ตามปริมาณข้าวโพดสีม่วงที่เพิ่มขึ้น ไขมันมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ตามปริมาณข้าวโพดสีม่วงที่เพิ่มขึ้นและเท่ากับค่าความชื้นมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ค่าคะแนนสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของเต้าหู้แข็งที่เติมข้าวโพดสีม่วงร้อยละ 10 มีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมข้าวโพดสีม่วง และที่เติมร้อยละ 20 โดยได้ค่าคะแนน 4.64 4.70 4.08 4.38 และ 4.80 ตามลำดับ

ศิริพร ตลภักนิยมกุล และคณะ (2555) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้จากกากงาขาวผสมลูกเดี๋ย ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของกากงาขาวและลูกเดี๋ย คือ $0.69 : 0.31$ โดยไม่ใส่ข้าวโพดเนื่องจากทำให้เต้าหู้ที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันต่ำ ภาวะการให้ความร้อนที่เหมาะสม คือ $90 \pm 20^{\circ}\text{C}$ นาน 10 นาที และภาวะการตกตะกอนที่เหมาะสม คือ การเติมแมกนีเซียมซัลเฟต 3% ของน้ำหนักวัตถุดิบ และทิ้งให้ตกตะกอนนาน 40 นาที และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และเถ้า เท่ากับ 71.44 ± 0.11 , 15.67 ± 0.02 , 4.23 ± 0.09 , 6.49 ± 0.04 , 0.10 ± 0.01 และ $2.07 \pm 0.14\%$ (ของน้ำหนักเปียก) ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 23 ± 5.77 และยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ มีค่า TBA เท่ากับ 0.06 ± 0.00 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม มีค่าความแข็งเท่ากับ 448.80 ± 4.95 กรัม ความยืดหยุ่นและความเป็นเนื้อเดียวกันเท่ากับ 1.00 ± 0.00 และ 0.45 ± 0.04 ตามลำดับ

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารกาบา

ศุภมาส กลิ่นขจร และคณะ (2566) ได้ศึกษาเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณกาบาในข้าวโพดเพื่อผลิตเป็นอาหารสุขภาพ ผลการศึกษา พบว่า พันธุ์ข้าวโพดและระยะเวลาในการแช่น้ำมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณกาบาในเมล็ดข้าวโพด โดยเมล็ดข้าวโพดหวานมีความสามารถในการสังเคราะห์กาบาสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดข้าวเหนียว และเมื่อแช่นานขึ้น ปริมาณกาบาในเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ กาบาในเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มสูงขึ้นในสภาวะที่เป็นกรดอ่อน (ความเป็นกรด-ด่าง 6.5) รวมทั้งมีปริมาณสารตั้งต้นสำหรับเอนไซม์ GAD ที่เหมาะสมโดยข้าวโพดหวานพันธุ์สงขลา 1 มีความสามารถสูงที่สุดในการเปลี่ยนกรดกลูตามิกให้เป็นกาบาโดยเอนไซม์ GAD สภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณกาบาคือการแช่เมล็ดข้าวโพดในน้ำที่ปรับความเป็นกรด-ด่างให้เป็น 6.5 ด้วยสารละลายกรดซิตริก 0.1 โมลาร์ ร่วมกับการเติมโมโนโซเดียมกลูตาเมตเพื่อเป็นสารตั้งต้นให้เอนไซม์ GAD ร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 24 ชม.จะทำให้กาบาสูงขึ้น 259.2 มก./100 ก. หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1,006.75 จากปริมาณกาบาเริ่มต้นในเมล็ด 23.42 มก./100 ก. โดยไม่เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติซึ่งเหมาะที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพที่มีกาบาสูงต่อไป

ธิดา อมร และคณะ (2565) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของระยะเวลาในการแช่ต่ออัตราการมีชีวิตของเมล็ดและปริมาณกาบาของข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอก ผลการศึกษา พบว่า ข้าวแต่ละสายพันธุ์มีระยะเวลาที่มีอัตราการมีชีวิตที่สมบูรณ์ต่างกันเมื่อนำข้าวทั้ง 7 สายพันธุ์มาแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้ 1) ข้าวดิบ (ข้าวที่ไม่ได้บ่มเพาะงอก) 2) ข้าวฮางอก และข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง 3) ข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำตามอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์และนำมาวิเคราะห์ปริมาณกาบา

พบว่า ข้าวดิบที่ไม่ได้บ่มเพาะงอกทั้ง 7 สายพันธุ์มีปริมาณกาบา 4.9, 7.4, 6.9, 7, 4, 8.5 และ 6.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ข้าวฮางอก และข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมงและแช่น้ำตามอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์จะให้ปริมาณกาบาสูงกว่าข้าวที่ไม่ได้บ่มเพาะงอกถึง 1.5 – 3.5 เท่า ข้าวที่ผ่านการบ่มเพาะงอกแต่ละสายพันธุ์ให้ผลปริมาณกาบาสูงสุดที่ระยะเวลาการบ่มเพาะงอกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกาบาสูงสุดของข้าวฮางอก และข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง และข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำตามเวลาอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์พบว่า ให้ปริมาณกาบาที่ใกล้เคียงกัน จากผลการวิจัยนี้แสดงว่าข้าวไม่จำเป็นต้องใช้เวลาแช่น้ำนาน เนื่องจากพอนำไปบ่มเพาะงอกแล้วจะให้ปริมาณกาบาใกล้เคียงกัน สำหรับผลรวมระยะเวลาตั้งแต่การแช่น้ำจนถึงระยะเวลาการบ่มเพาะงอกที่ให้ปริมาณกาบาสูงสุด พบว่า ข้าวฮางอก และข้าวกล้องงอกที่แช่น้ำตามเวลาอัตราการมีชีวิตจะใช้เวลาแช่น้ำน้อยกว่าข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอกที่แช่ 24 ชั่วโมง ซึ่งการใช้เวลาในการแช่น้ำ และบ่มเพาะงอกที่น้อยกว่าจะช่วยลดการหมิ่นเหม่ของข้าวได้

พรทิพย์ ธนรติกุล (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่วเหลืองเพาะงอกสำหรับผู้สูงอายุ ผลการศึกษา พบว่า สภาวะการเพาะงอกที่เหมาะสม คือการแช่น้ำเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำการเพาะงอกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะได้เมล็ดถั่วเหลืองเพาะงอกที่มีปริมาณความชื้น 50.89 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก ปริมาณโปรตีน 39.54 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และปริมาณสาร GABA 1,355.42 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่วเหลืองเพาะงอก โดยใช้ปริมาณคาราจีแนน 5 ระดับ (0.4 0.5 0.6 0.7 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์) ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่วเหลืองเพาะงอกสำหรับผู้สูงอายุสูตรที่ 3 (คาราจีแนน 0.6 เปอร์เซ็นต์) มีคะแนนการยอมรับด้านความนุ่ม (คะแนน 7.13) และความชอบโดยรวม (คะแนน 6.90) สูงที่สุด องค์ประกอบทางเคมีของเยลลี่ถั่วเหลืองเพาะงอกสำหรับผู้สูงอายุ มีปริมาณความชื้น 90.97 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก เถ้า 0.41 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก ไขมัน 2.23 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก โปรตีน 4.06 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก คาร์โบไฮเดรต 1.28 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก และคาร์โบไฮเดรต 2.33 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปียก มีค่าพลังงาน 45.68 กิโลแคลอรี มีสารประกอบฟีนอลิก 1.84 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัม และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 9.14 ไมโครโมลสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัม

วัฒนา ธรรมบัญชา (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณกรดแกมมา-อะมิโนบิวทิริก องค์ประกอบของสารที่ระเหยได้และคุณภาพของข้าวกล้องงอกพันธุ์ชัยนาท 1 หุงสุกในรีโอร์ตเพาช์ ผลการศึกษา พบว่า ข้าวกล้องงอกหุงสุกในรีโอร์ตเพาช์ ที่สภาวะการฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส มีปริมาณกาบาสูงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือ 37.62mg/100 g ถัดมาคือสภาวะการฆ่าเชื้อ 118, 115 องศาเซลเซียส และข้าวกล้องงอกหุงสุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่งมีปริมาณกาบา 30.96, 24.80 และ 24.73 mg/100 g ตามลำดับ โดยพบว่า ปริมาณกาบาของข้าวกล้องงอกหุงสุกมีค่าสูงกว่าข้าวกล้องที่ยังไม่ได้หุง ยกเว้นที่สภาวะฆ่าเชื้อ 115 องศาเซลเซียส และหุงสุกด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

อุไรวรรณ วัฒนกุล และคณะ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของอุณหภูมิในการแช่อก และหุงต้มต่อปริมาณไทอะมิน GABA สารต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวโมลต์และข้าวกล้องงอกหนึ่งสังข์หยดพัทลุง ผลการศึกษา พบว่า ข้าวโมลต์และข้าวกล้องงอกหนึ่งที่แช่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เพาะงอกที่ 30 องศาเซลเซียส ระยะเวลาเพาะงอกที่ 58 และ 18 ชั่วโมง ตามลำดับ มีผลทำให้ปริมาณกรดแกมมา อะมิโนบิวทิริก (GABA) มีค่ามากที่สุด ขณะที่อุณหภูมิการแช่อุณหภูมิเพาะ และระยะเวลา

เพาะงอก ข้าวมอลต์และข้าวกล้องงอกนี้ที่เหมาะสม และมีค่าปริมาณวิตามินบี 1 มากที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิการแช่และเพาะงอก 40 องศาเซลเซียส และระยะเวลาเพาะงอก 48 – 53 ชั่วโมง และ 26 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยความร้อนจากการหุงต้มมีผลต่อการลดลงของวิตามินบี 1 และทุกปัจจัย มีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินบี และ สารกาบา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ และเครื่องมืออุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 3.1.1.1 เมล็ดถั่วเหลืองดิบ | ตราไรทิพย์ |
| 3.1.1.2 แมกนีเซียม ซัลเฟต | ร้านขายยาจ๋อตันตั้ง |
| 3.1.1.3 น้ำส้มสายชู | ตราทิพรส |
| 3.1.1.4 แคลเซียมซัลเฟต | ร้านขายยาจ๋อตันตั้ง |

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

- 3.1.2.1 ถาดเพาะเมล็ด พร้อมฟองน้ำ ขนาด 28×38×35 เซนติเมตร
- 3.1.2.2 อุปกรณ์งานครัว ได้แก่ ช้อน มีด หม้อ ถาด อ่างผสม และถ้วยเตรียม
- 3.1.2.3 ผ้าขาวบาง
- 3.1.2.4 กระชอนกรอง
- 3.1.2.5 พิมพ์เต้าหู้
- 3.1.2.6 เครื่องปั่นไฟฟ้าฟิลลิป รุ่น HR2225
- 3.1.2.7 เครื่องชั่งดิจิตอลทานิด้า รุ่น KD-192
- 3.1.2.8 เทอร์มอมิเตอร์แบบเข็ม
- 3.1.2.9 หม้อทอดไร้น้ำมัน My Home (ความจุ 3.5 ลิตร) รุ่น HT-B13 MH

3.1.3 วัสดุอุปกรณ์ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

- 3.1.3.1 ถ้วยใส่ตัวอย่างอาหาร ช้อนชิม และน้ำจิ้มบ๊วย
- 3.1.3.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic Scale)
- 3.1.3.3 แบบประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก
- 3.1.3.4 ปากกา

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองสูตรพื้นฐานของเต้าหู้แข็งจำนวน 3 สูตร แสดงในตารางที่ 3.1 โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมและให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point

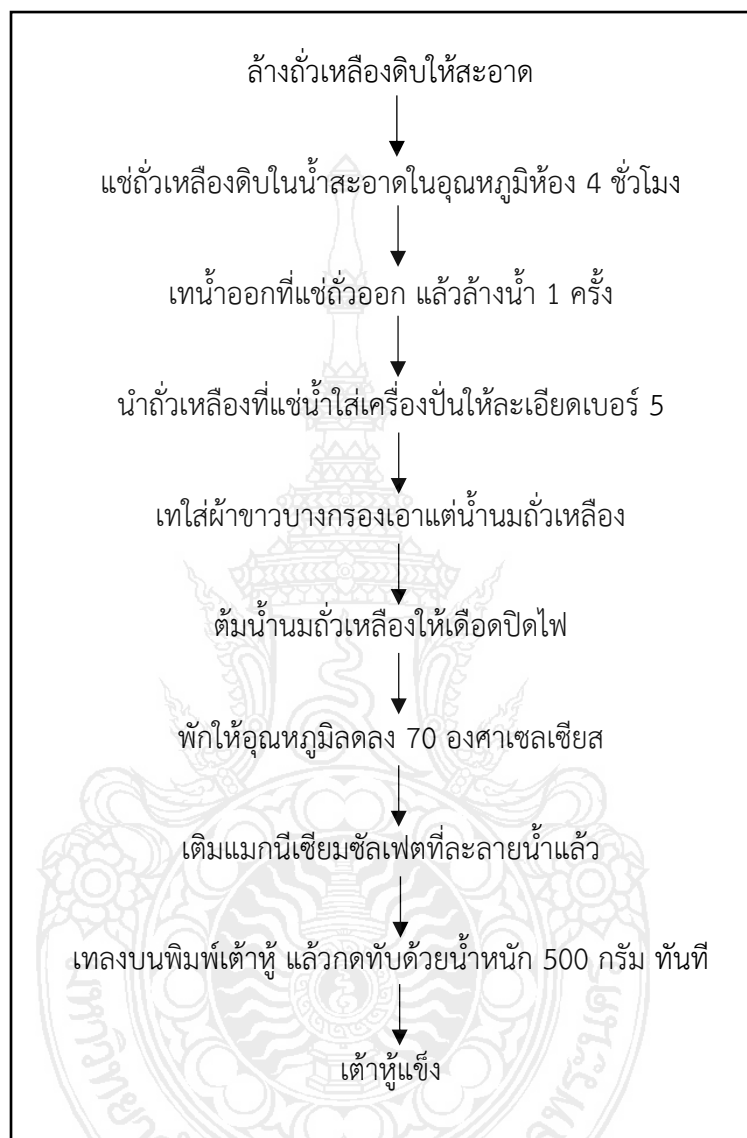
Hedonic Scale) (ผู้ชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยการวางแผนการทดลองในบล็อกสมบูรณ์ โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส RCDB : Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติแบบ (Least Significant Difference, LSD) คัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปศึกษาขั้นตอนต่อไป แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานเต้าหู้แข็ง

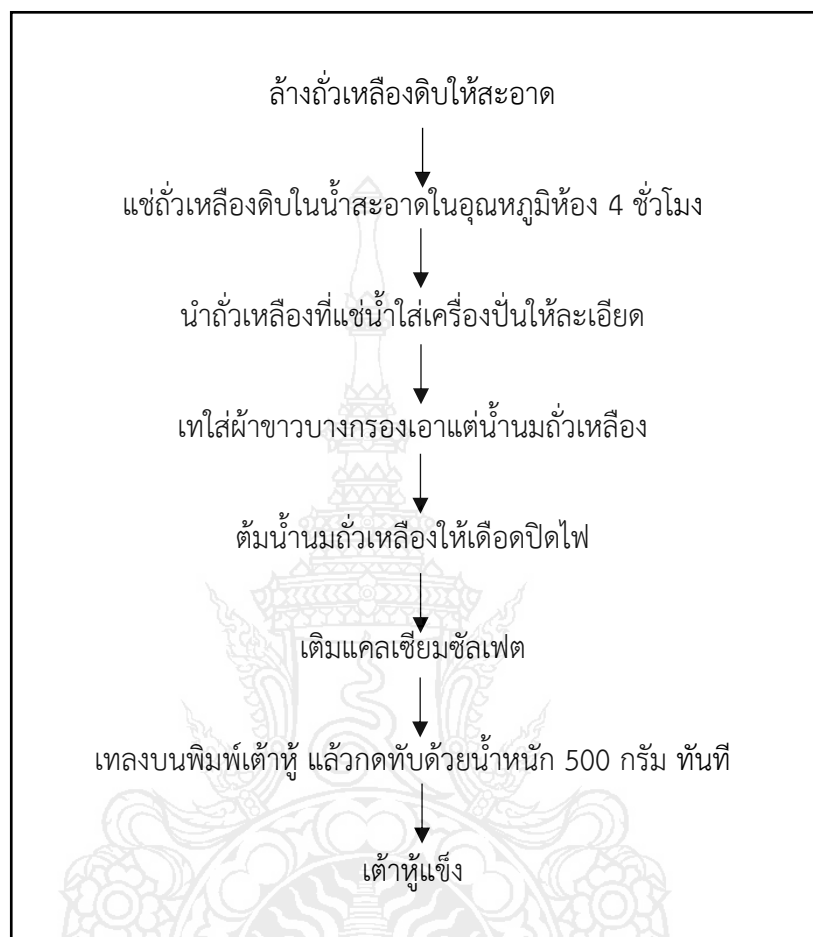
ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร		
	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
เมล็ดถั่วเหลืองดิบ	500	500	500
แมกนีเซียมซัลเฟต	20	-	-
น้ำส้มสายชูกลั่น 5 %	-	-	60
แคลเซียมซัลเฟต	-	20	-
น้ำสะอาด	2,000	3,000	3,600

ที่มา: สูตรที่ 1 ธีณพิสิษฐ์ ทองสะอาด (2566)
 สูตรที่ 2 อภิสิทธิ์ คำเสมอ (2565)
 สูตรที่ 3 แม่ชี นื่องมดี channel (2563)

ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรที่ 1 ัญญัติสิทธิ์ ทองสะอาด แสดงดังแผนภูมิที่ 3.1

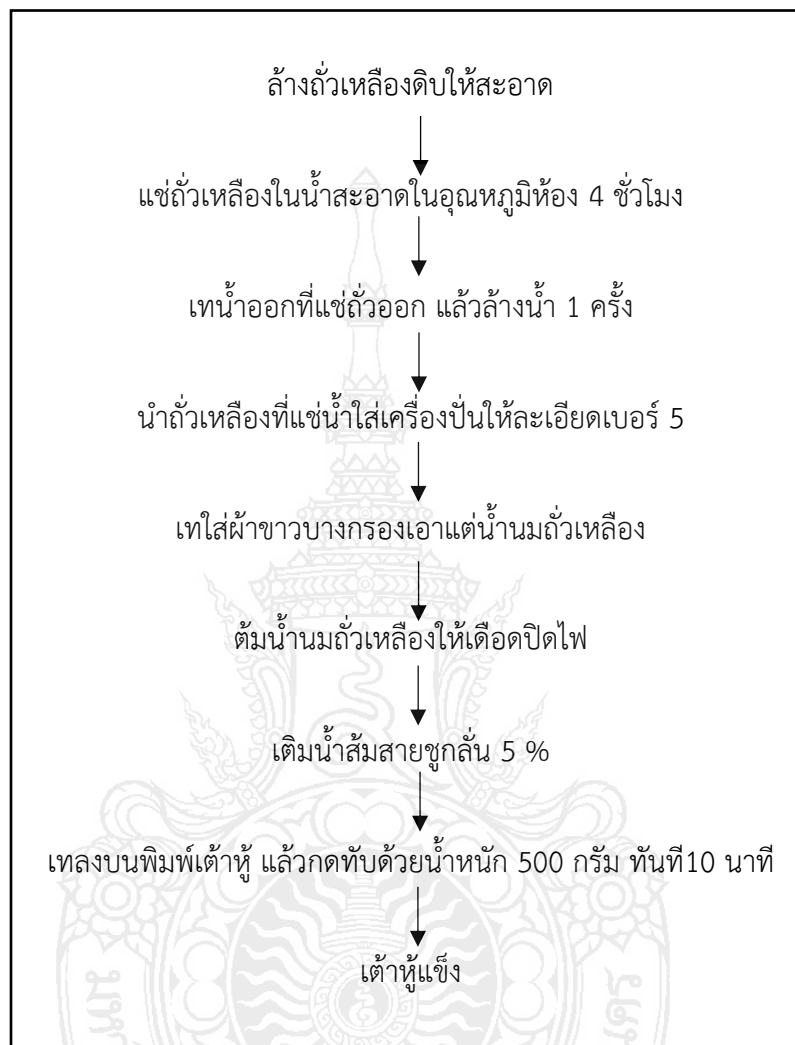


ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรที่ 2 อภิสัทธี คำเสมอ แสดงดังแผนภูมิที่ 3.2



แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็ง
ที่มา: สูตรที่ 2 อภิสัทธี คำเสมอ (2565)

ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งสูตรที่ 3 แม่ชี นื่องมดดี channel แสดงดังแผนภูมิที่ 3.3



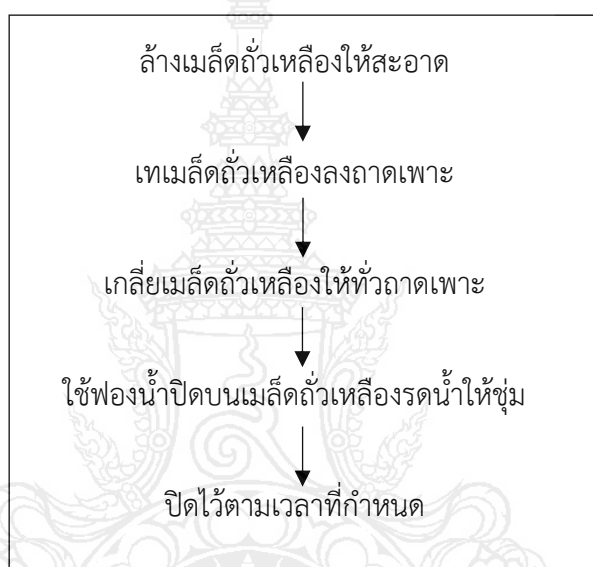
แผนภูมิที่ 3.3 ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็ง
ที่มา: สูตรที่ 3 แม่ชี นื่องมดดี channel (2563)

3.2.2 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองเพาะงอก สำหรับการทำเต้าหู้แข็งกาบสูงจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก

การทดลองครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานของเต้าหู้แข็ง ที่ได้ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1 มาทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลือง ที่แตกต่างกันจำนวน 3 ระดับ 12 24 และ 36 ชั่วโมง แล้วนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมและให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point Hedonic Scale) โดยมีวิธีการทดสอบชิม โดยหั่นเต้าหู้ให้ได้ขนาด 2×2 นิ้ว นำไปทอดในหม้อทอดแบบไร้น้ำมัน อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 5 นาที แล้วจัดให้ผู้ทดสอบชิมพร้อมน้ำจิ้มบ๊วย โดยใช้ผู้

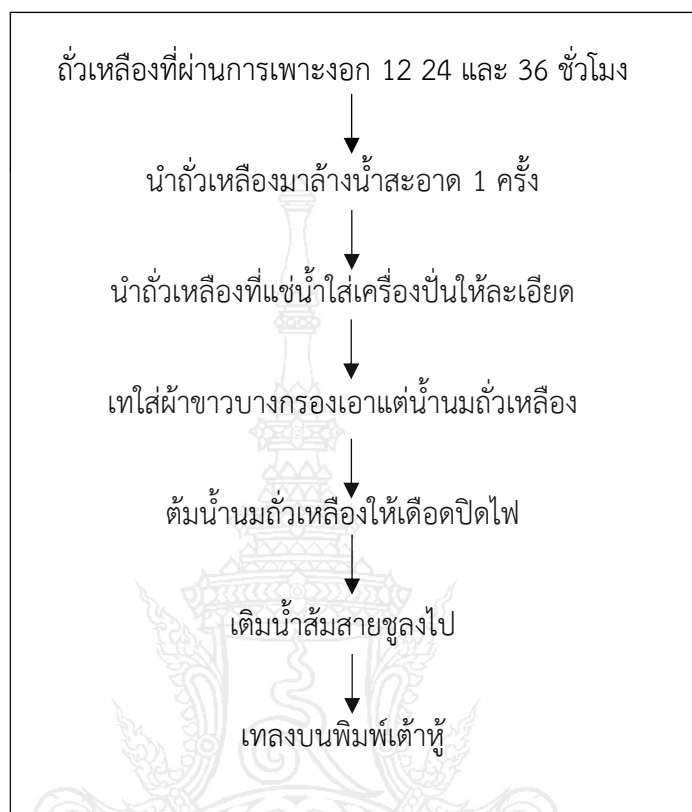
ชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็น นักเรียน นักศึกษา แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษา นครราชสีมา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยการวางแผนการทดลองแบบ (Randomized Complete Block Design, RCDB) และนำข้อมูลจากการศึกษาเต้าหู้แข็งนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติแบบ (Least Significant Difference, LSD) คัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบสูงสุด และสูตรควบคุม ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนการเตรียมถั่วเหลืองเพาะงอก แสดงดังแผนภูมิที่ 3.4



แผนภูมิที่ 3.4 ขั้นตอนการเตรียมถั่วเหลืองเพาะงอก

ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก แสดงดังแผนภูมิที่ 3.5



แผนภูมิที่ 3.5 ขั้นตอนการทำเต้าหู้แข็งนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

3.2.3 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก โดยนำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1 และเต้าหู้แข็งสูตรนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.2 มาทดสอบค่าดังต่อไปนี้

3.2.3.1 คุณสมบัติทางเคมีที่ทำการประเมิน

- 1) สารกาบา โดยวิธี In-house method based on TAS 4003-2012
- 2) โปรตีน โดยวิธี In-house method TC 014 based on AOAC (2019)

991.20

3) คาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labeling. Vergina : AOAC International; 1993. p.8

- 4) วิเคราะห์ความชื้น โดยวิธี In-house method based on AOAC (2023)

945.39 A

- 5) เถ้า โดยวิธี In-house method based on AOAC (2023) 945.39 B

6) ไขมัน โดยวิธี In-house method TC 01 based on AOAC (2019) 991.06

7) โยอาหาร โดยวิธี In-house method based on AOAC (2023) 978.10

3.2.3.2 คุณสมบัติทางกายภาพที่ทำการประเมิน ได้แก่

1) การประเมินค่าสี ในระบบ $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่องประเมิน Konica Minolta รุ่น CR-400 Series

2) การประเมินเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis (Texture analysis TA.XT2 plus stable micro system) โดยการทำกรวัดความแข็ง (hardness) และความยืดหยุ่น (springiness)

3.2.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก

การพิจารณายอมรับ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า ดังนี้ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก ที่ทำการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค จำนวน 150 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมายใช้กลุ่มตัวอย่าง อาจารย์ นักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และบุคคลทั่วไปในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ข้อมูลระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อเต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก และส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับเต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบข้อมูล และนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และมีเกณฑ์

ค่าเฉลี่ย 8.12 – 9.00 ชอบมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 7.23 – 8.11 ชอบมาก

ค่าเฉลี่ย 6.34 – 7.22 ชอบปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 5.45 – 6.33 ชอบเล็กน้อย

ค่าเฉลี่ย 4.56 – 5.44 บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

ค่าเฉลี่ย 3.67 – 4.55 ไม่ชอบเล็กน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.78 – 3.66 ไม่ชอบปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.89 – 2.77 ไม่ชอบมาก

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.88 ไม่ชอบมากที่สุด

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ทดสอบชิมและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่ กรกฎาคม 2567 – กุมภาพันธ์ 2568



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อศึกษาการทำผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาสูงจากน้ำถั่วเหลือง เพาะงอกเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม โดยผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็ง กาสูงจากน้ำถั่วเหลืองเพาะงอก

4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาสูง จากน้ำถั่วเหลืองเพาะงอก

4.4 ผลการศึกษากายารยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาสูงจากน้ำถั่วเหลืองเพาะงอก

4.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจำนวน 3 สูตรโดยประเมินคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ ชิมและให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point Hedonic Scale) ผู้ชิมจำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือก สูตรพื้นฐาน โดยลักษณะผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่เกิดการตกตะกอนจากสารแต่ละชนิด ได้แก่ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต และน้ำส้มสายชู ทำให้เต้าหู้แข็ง มีลักษณะแตกต่างกัน แสดงดัง ภาพที่ 4.1 และผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจำนวน 3 สูตร แสดงดัง ตารางที่ 4.1



สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่ต่างกัน 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	7.08±0.96 ^b	7.22±0.95 ^b	7.74±0.89 ^a
สี	7.24±0.91 ^{ab}	7.16±0.88 ^b	7.54±0.83 ^a
กลิ่น	7.24±0.91 ^b	7.16±0.92 ^b	7.70±0.93 ^a
รสชาติ	7.12±0.98 ^b	7.34±0.93 ^{ab}	7.58±0.99 ^a
เนื้อสัมผัส	7.16±0.81 ^b	7.36±0.82 ^{ab}	7.62±0.92 ^a
ความชอบโดยรวม	7.38±0.80 ^b	7.46±0.90 ^{ab}	7.76±0.90 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับคุณลักษณะกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง ผู้ทดสอบชิม 50 คน ได้ให้ความชอบเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนน สูตรที่ 3 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย คือ 7.74 7.54 7.70 7.58 7.62 และ 7.76 ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคะแนนด้านลักษณะปรากฏ และกลิ่นของเต้าหู้แข็งสูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้การตกตะกอนของที่เกิดจากการเติมน้ำส้มสายชูที่มีความเป็นกรด ส่งผลให้เกิดก้อนลิม (curd) จากค่าความเป็นกรดต่างที่ลดลง เมื่อค่า $pH = pI$ ทำให้ประจุสุทธิเป็น 0 จึงไม่เกิดแรงผลักระหว่างโมเลกุล ทำให้การละลายของโปรตีนลดลง และเกิดการตกตะกอน (ชมภูนุช เพื่อนภพ, ม.ป.ป.) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคยอมรับในสูตรที่ 3 มากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ด้วย สูตรที่ 3 เนื้อสัมผัสเนียน มีความนุ่ม ยืดหยุ่น และกลิ่นเฉพาะของเต้าหู้มีกลิ่นเพียงเล็กน้อยมากกว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ (อรรณพ ทศนอุดม และคณะ, 2557) โดยเต้าหู้แข็งที่ผลิตได้จะมีสีเหลืองอ่อน ปราศจากกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วเหลือง (soybean off-flavor) และมีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับเต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลืองจากผลที่ได้จึงเลือกสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งสูตรที่ 3 เพื่อทำการทดสอบขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็งกึ่งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลือง ที่แตกต่างกันจำนวน 3 ระดับ คือ 12 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 36 ชั่วโมง โดยนำไปประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมและให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point Hedonic Scale) ผู้ชิมจำนวน 50 คน โดยกระบวนการงอกของเมล็ดแห้งเมื่อได้รับปัจจัยภายนอกที่เหมาะสม ต้นอ่อนภายในเมล็ดหรือเอ็มบริโอ (embryo) ที่อยู่ในระยะพัก

ถูกกระตุ้นด้วยปัจจัยที่เอื้อต่อการงอก จะเจริญเติบโตทะลุเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) การงอกของ ถั่วเหลืองจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเมล็ด และสภาวะต่าง ๆ โดยมีน้ำหรือความชื้นเป็นปัจจัยหลัก ที่ช่วยกระตุ้นให้เมล็ดถั่วเหลืองเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือกระบวนการเมตาบอลิซึม (ชญาดา หลาวทอง, 2555) ลักษณะเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอก แสดงดังภาพที่ 4.2 ผลผลิตถั่วเหลืองที่งอกเต็มที่ ที่เมล็ดถั่วเหลืองผ่านการเพาะงอก แสดงดังภาพที่ 4.3 และผลการศึกษาคุนภาพทางประสาทสัมผัส ผลผลิตถั่วเหลืองที่งอกผ่านการเพาะงอกจำนวน 3 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอกเป็นเวลาแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.3 ผลผลิตถั่วเหลืองที่งอกเต็มที่ที่เมล็ดถั่วเหลืองผ่านการเพาะงอกเป็นเวลาแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลือง สำหรับการทำให้แห้งจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ			
	สูตร A (12 ชั่วโมง)	สูตร B (24 ชั่วโมง)	สูตร C (36 ชั่วโมง)	สูตรควบคุม
ลักษณะปรากฏ	7.48±0.88 ^b	7.98±0.74 ^a	7.54±0.86 ^{ab}	7.54±0.83 ^{ab}
สี ^{ns}	7.58±0.81	7.74±0.80	7.44±0.73	7.62±0.75
กลิ่น	7.50±0.81 ^b	7.92±0.56 ^a	7.44±0.86 ^b	7.46±0.73 ^b
รสชาติ	7.58±0.67 ^b	8.06±0.79 ^a	7.44±0.86 ^b	7.52±0.78 ^b
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.64±0.93	7.56±0.88	7.56±0.88	7.42±0.78
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.74±0.82	7.70±0.78	7.56±0.83	7.60±0.88

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับกับคุณลักษณะที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง ในคุณลักษณะนั้นไม่แตกต่างและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวแห้งจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก ที่ใช้เวลาเพาะงอกแตกต่างกันจำนวน 3 ระดับ คือ 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยผู้ชิมให้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในสูตร B ที่ระยะเวลาการเพาะงอก 24 ชั่วโมง มากกว่าสูตร A ที่ระยะเวลาการเพาะงอก 12 ชั่วโมงและ 36 ชั่วโมง ในระดับความชอบเล็กน้อย ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.98 7.74 7.92 และ 8.06 ตามลำดับ ส่วนด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้ชิมให้การยอมรับสูตร A ที่ระยะเวลาการเพาะงอก 12 ชั่วโมง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.64 และ 7.74 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ดังนั้นจึงเลือกตัวแห้งจากถั่วเหลืองเพาะงอกเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตัวแห้งจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอกต่อไป

4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

คุณภาพทางเคมี	เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน	เต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองที่เพาะงอก	เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
สารกาบา (mg/kg)	15.33	27.44	78.99
โปรตีน (กรัม)	11.92	11.55	-3.10
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.74	0.90	-48.27
ความชื้น (กรัม)	78.14	80.19	2.62
เถ้า (กรัม)	0.69	0.61	-11.59
ไขมัน (กรัม)	7.51	6.75	-10.11
ใยอาหาร (กรัม)	0.18	0.01	-94.44

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน พบว่ามีสารกาบา 15.33 มิลลิกรัม โปรตีน 11.92 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.74 กรัม ความชื้น 78.14 กรัม เถ้า 0.69 กรัม ไขมัน 7.51 กรัม และใยอาหาร 0.18 กรัม

ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก พบว่า มีสารกาบา 27.44 มิลลิกรัม โปรตีน 11.55 กรัม คาร์โบไฮเดรต 0.90 กรัม ความชื้น 80.19 กรัม เถ้า 0.61 กรัม ไขมัน 6.75 กรัม และใยอาหาร 0.01 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตา อมร และคณะ (2566) ซึ่งข้าวกล้องงอกที่แช่นํ้า 24 ชั่วโมงและแช่นํ้าตามอัตราการมีชีวิตสมบูรณ์จะให้ปริมาณกาบาส่งกว่าข้าวที่ไม่ได้บ่มเพาะงอกถึง 1.5 – 3.5 เท่า การลดต้นทุนค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เต้าหู้สูตรนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Guan et al. (2021) อาจเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตนมถั่วเหลืองดิบ สำหรับการผลิตเต้าหู้ เพราะถั่วเหลืองจะต้องแช่ บด และกรอง สำหรับการผลิตเต้าหู้โดยใช้ถั่วเหลืองดิบ จะต้องให้ความร้อนนมถั่วเหลืองก่อน จากนั้นจึงเติมสารตกตะกอนเพื่อทำเป็นเต้าหู้ จากนั้นจึงกดทับเต้าหู้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ เต้าหู้มีกากใยอาหาร โปรตีน ไขมัน และไอโซฟลาโวนสูง อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตเต้าหู้มักจะทำให้กากใยอาหารในนมถั่วเหลืองหายไป

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก

คุณภาพทางกายภาพ	ชนิดของเต้าหู้แข็ง	
	สูตรพื้นฐาน	สูตรนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก
ค่าสี		
L* ^{ns}	79.21±0.94	79.17±0.64
a*	-0.32±0.07 ^a	-1.30±0.15 ^b
b*	16.51±0.34 ^b	18.87±1.05 ^a
เนื้อสัมผัส		
Firmness (N)	31.14±7.12	11.23±1.69
Springiness (mm)	5.58±0.38	5.36±0.29

หมายเหตุ: ตัวอักษรกำกับคุณลักษณะที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

L* แสดงค่า สีดำ - ขาว มีค่าตั้งแต่ 0 – 100

a* แสดงค่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น +, สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น -

b* แสดงค่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น +, สีน้ำเงิน เมื่อ b* มีค่าเป็น -

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพระหว่างเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน และเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน มีค่าความสว่างมากที่สุด (79.21) ค่าสีเขียว (a*) เต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก มีค่า -1.30 และค่าสีเหลือง (b*) เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน มีค่า 16.51 ส่วนค่าความหนาแน่นของเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานอยู่ที่ 31.14 นิวตัน มากกว่าเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก ที่มีค่าความหนาแน่น 11.23 นิวตัน และค่าความนุ่มของเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานมีค่า 5.58 นิวตัน/มม. มีความใกล้เคียงกับเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอกมีค่า 5.36 นิวตัน/มม.

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก

นำผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอกมาทดสอบการยอมรับผู้บริโภคจำนวน 150 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมายใช้กลุ่มตัวอย่าง อาจารย์ นักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และบุคคลทั่วไปในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล ได้ผลดังต่อไปนี้

4.4.1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลกลุ่มเป้าหมายใช้กลุ่มตัวอย่าง อาจารย์ นักเรียน นักศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา และบุคคลทั่วไปในจังหวัดนครราชสีมา ด้านข้อมูลทั่วไป แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

n=150

ข้อมูลผู้บริโภค	จำนวน	ร้อยละ
1. ท่านบริโภคเต้าหู้หรือไม่		
บริโภค	150	100.00
ไม่บริโภค	0	0.00
2. เพศ		
ชาย	53	35.33
หญิง	97	64.67
รวม	150	100.00
3. อายุ		
15-20 ปี	92	61.33
21-25 ปี	19	12.67
26-30 ปี	10	6.67
31-35 ปี	9	6.00
36-40 ปี	12	8.00
มากกว่า 40 ปี	8.00	5.33
รวม	150	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	130	86.67
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	12	8.00
พนักงานบริษัทเอกชน	5	3.33
ธุรกิจส่วนตัว	3	2.00
รวม	150	100.00
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 2,000 บาท	79	52.67
2,001 – 5,000 บาท	23	15.33
5,001 – 10,000 บาท	8	5.33
10,001 – 15,000 บาท	5	3.33
15,001 – 20,000 บาท	16	10.67
20,001-30,000 บาท	7	4.67
มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป	12	8.00
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้บริโภคจำนวนร้อยละ 100.00 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 64.67 เพศชาย ร้อยละ 35.33 อยู่ในช่วงอายุ 15 – 20 ปี ร้อยละ 61.33 รองลงมาคือ 21 – 25 ปี ร้อยละ 12.67 ช่วงอายุ 36 – 40 ปี ร้อยละ 8.00 ตามลำดับ ตามลำดับ มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 86.67 รองลงมาคือ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 8.00 และ

พนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 3.33 ตามลำดับ รายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 52.67 รองลงมา คือ 2,001 – 5,000 บาท ร้อยละ 15.33 และ 15,001 – 20,000 บาท ร้อยละ 10.67 ตามลำดับ

4.4.2 ข้อมูลระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก

ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจสอบข้อมูล และนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปและสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ดังนี้ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง กาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ลักษณะปรากฏ	8.10	0.74	มากที่สุด
สี	8.00	0.58	มากที่สุด
กลิ่น	8.05	0.77	มากที่สุด
รสชาติ	8.04	0.81	มากที่สุด
เนื้อสัมผัส (นุ่ม)	8.06	0.65	มากที่สุด
ความชอบโดยรวม	8.33	0.72	มากที่สุด
รวม	8.10	0.71	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองพะงอก มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมายอาจารย์/ นักเรียน/ นักศึกษา และบุคคลทั่วไปใน จังหวัดนครราชสีมา โดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (นุ่ม) และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงความพึงพอใจ ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 8.10

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

n=150

ความคิดเห็น	จำนวน	ร้อยละ
1. ท่านรู้จักประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งหรือไม่		
1.1 รู้	115	76.67
1.2 ไม่รู้	17	11.33
1.3 ไม่แน่ใจ	18	12.00
รวม	150	100.00
2. ท่านรู้จักประโยชน์ของสารกาบาหรือไม่		
2.1 รู้	114	76.01
2.2 ไม่รู้	16	10.66
2.3 ไม่แน่ใจ	20	13.33
รวม	150	100.00
3. ถ้ามีเต้าหู้แข็งจากถั่วเหลืองเพาะงอกที่มีกาบาสูงท่านมีความสนใจผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่		
3.1 สนใจ	144	96.00
3.2 ไม่สนใจ	6	4.00
รวม	150	100.00
4. ท่านต้องการใช้ภาชนะบรรจุภัณฑ์แบบไหนในการบรรจุผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก (ขนาดน้ำหนัก 300 กรัม)		
4.1 ถุงพลาสติก	42	28.00
4.2 กล่องกระดาษ	72	48.00
4.3 ใบตอง	36	24.00
รวม	150	100.00
5. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกบรรจุกี่ชั้นในบรรจุภัณฑ์ที่ท่าน เลือกในข้อ (4)		
5.1 1 ชั้น	45	30.00
5.2 2 ชั้น	78	52.00
5.3 3 ชั้น	27	18.00
รวม	150	100.00
6. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก (ขนาดบรรจุ 1 ชั้น น้ำหนัก 300 กรัม) จำหน่ายในราคาเท่าไร		
6.1 20 บาท	37	24.67
6.2 25 บาท	68	45.33
6.3 30 บาท	45	30.00
รวม	150	100.00

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

n=150

ความคิดเห็น	จำนวน	ร้อยละ
7. ท่านคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกในสถานที่ใดจึงจะเหมาะสม		
7.1 ร้านสะดวกซื้อ	35	23.33
7.2 ซูเปอร์มาร์เก็ต	20	13.33
7.3 ศูนย์การค้า	19	12.67
7.4 ร้านขายของชำ	7	4.67
7.5 ร้านขายอาหารเจ	51	34.00
7.6 ร้านค้าออนไลน์	18	12.00
รวม	150	100.00
8. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกหรือไม่		
8.1 ซื้อ	134	89.33
8.2 ไม่แน่ใจ	16	10.67
8.3 ไม่ซื้อ	0	0.00
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 4.7 ข้อมูลความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก พบว่า รู้จักประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.67 สอดคล้องกับการศึกษาของ Liu et al. (2023) พบว่าผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับสุขภาพมีแนวโน้มให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง นอกจากนี้ การตลาดที่เน้นสรรพคุณด้านสุขภาพยังช่วยเพิ่มระดับความสนใจและความต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ได้ (Martinez & Choi, 2022) รู้จักประโยชน์ของสารกาบา ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.01 ความสนใจผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากถั่วเหลืองเพาะงอกที่มีกาบาสสูงระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.00 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tan et al. (2023) พบว่าความรู้และทัศนคติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมีผลต่อการยอมรับและการตัดสินใจซื้อ ซึ่งการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของกาบาต่อสุขภาพทำให้เพิ่มความน่าสนใจและการยอมรับของผู้บริโภคได้ (Chen & Wang, 2021) ต้องการใช้ภาชนะบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษในการบรรจุผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.00 ต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกบรรจุ 1 ชิ้นในบรรจุภัณฑ์ ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.00 ต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก (ขนาดบรรจุ 1 ชิ้น น้ำหนัก 300 กรัม) จำหน่ายในราคา 25 บาทระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.33 จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกในร้านขายอาหารเจ ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.00 และต้องการซื้อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 89.33

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งทั้ง 3 สูตร พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองดิบ น้ำส้มสายชูกลั่น และน้ำสะอาด เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้แข็ง

5.1.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะงอกถั่วเหลืองสำหรับการทำเต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก ที่เวลา 12 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกที่ ระดับ 24 ชั่วโมง ได้รับคะแนนสูงสุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกที่ระดับ 24 ชั่วโมง มาเป็นสูตรในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

5.1.3 ผลการศึกษา คุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก 100 กรัม พบว่า มีสารกาบา 27.44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โปรตีน 11.55 กรัม คาร์โบไฮเดรต 0.90 กรัม ความชื้น 80.19 กรัม เกล็ด 0.61 กรัม ไขมัน 6.75 กรัม และใยอาหาร 0.01 กรัม ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพระหว่างเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานและเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของเต้าหู้แข็งทั้ง 2 สูตร ค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน ค่าสีแดง (a^*) เต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก มีค่า -1.30 และค่าสีเหลือง (b^*) เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน มีค่า 16.51 ส่วนค่าความหนาแน่นของเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานอยู่ที่ 31.14 นิวตัน มากกว่าเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก ที่มีค่าความหนาแน่น 11.23 นิวตัน และค่าความนุ่มของเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐานมีค่า 5.58 นิวตัน/มม. มีความใกล้เคียงกับเต้าหู้แข็งจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกมีค่า 5.36 นิวตัน/มม.

5.1.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคมีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

จากการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ ความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก พบว่า กลุ่มผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก คิดเป็นร้อยละ 100 มีความสนใจผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 96 รองลงมาคือซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 89.33 และรู้จักประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง คิดเป็นร้อยละ 76.67 รู้จัก

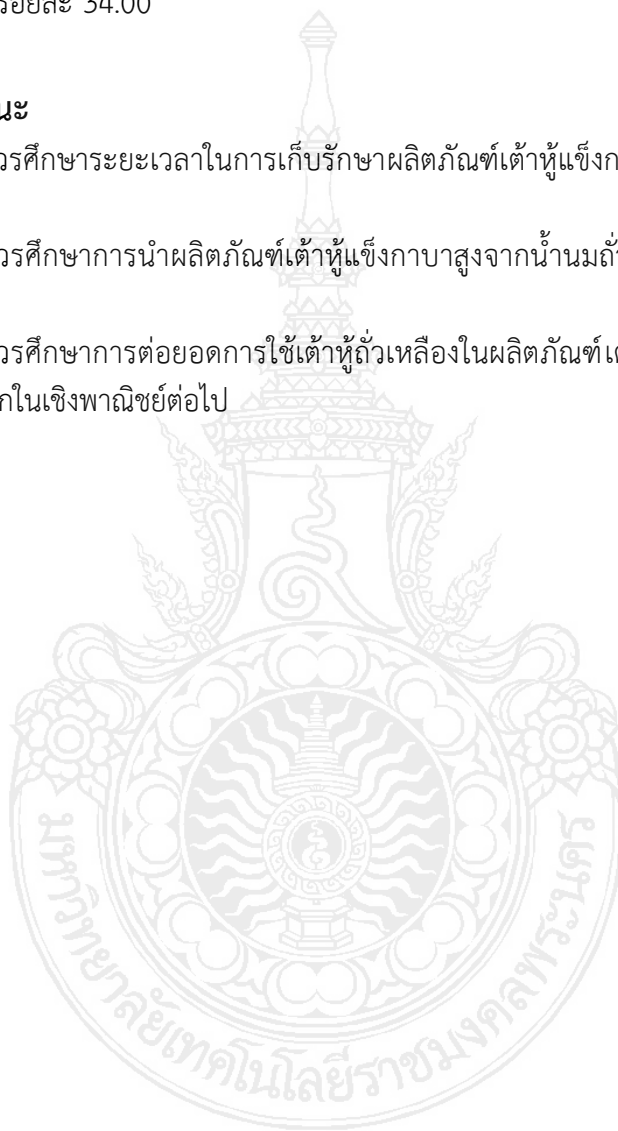
ประโยชน์ของสารกาบา ระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76.01 ต้องการใช้ภาชนะบรรจุภัณฑ์แบบ
กล่องกระดาษในการบรรจุผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอกระดับมากที่สุด
คิดเป็นร้อยละ 48.00 ต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก (ขนาด
บรรจุ 1 ชิ้น น้ำหนัก 300 กรัม) จำหน่ายในราคา 25 บาทระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.33
จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอกในร้านขายอาหารเจ ระดับ
มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.00

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมันถั่วเหลือง
เพาะงอก

5.2.2 ควรศึกษาการนำผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอกมาพัฒนา
ผลิตภัณฑ์ใหม่

5.2.3 ควรศึกษาการต่อยอดการใช้เต้าหู้ถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสูงจากน้ำมัน
ถั่วเหลืองเพาะงอกในเชิงพาณิชย์ต่อไป



เอกสารอ้างอิง

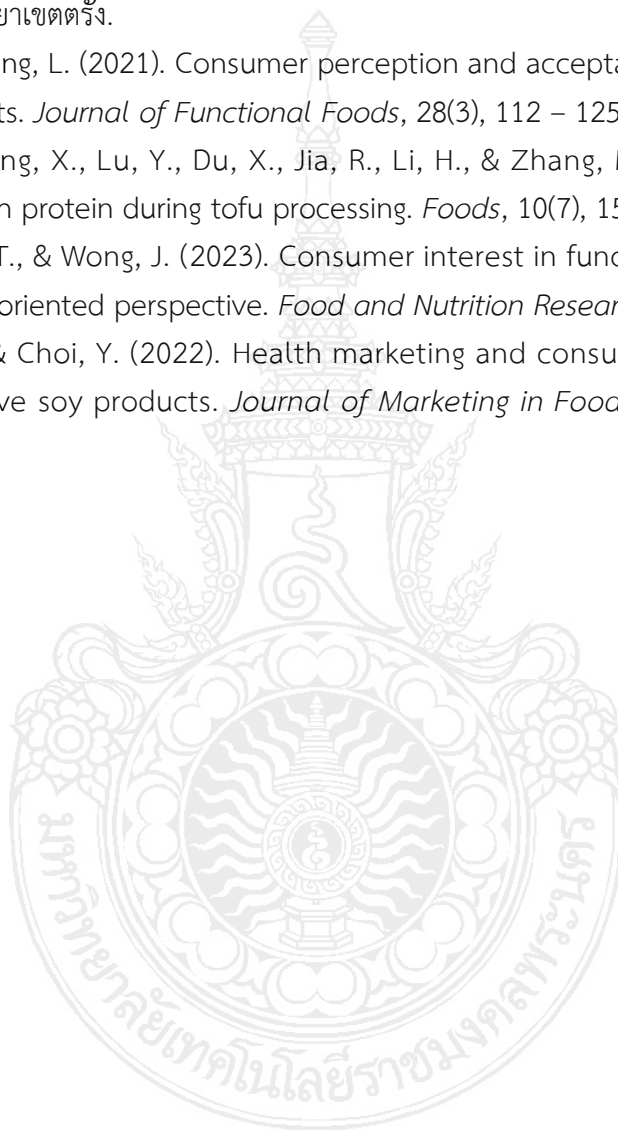
- กรกฎ เพ็ชรหัสธนะโยธิน, สุชน เสถียรยานนท์, และ จิตา อมร. (2561) นวัตกรรมการผลิตข้าวกล้องงอกให้สารกาบาสูง. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*, 27(1), 115 – 129.
- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (8 มิถุนายน 2567). กาบ. <http://otop.dss.go.th/index.php/home/26-interesting-articles/192-2018-09-10-07-49-42>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). *การเพาะผักงอก*. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมอนามัย. (2562). รู้ทัน..น้ำส้มสายชู. <https://multimedia.anamai.moph.go.th/help-knowledgs/vinegar/>
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561) ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการอาหารไทย
- จันทร์พร ทองเอกแก้ว. (2558). คุณประโยชน์ของสารกาบาที่มีต่อสุขภาพ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, 43(2), 205 – 211.
- ชมบุญชู ผื่อนภักพ. (ม.ป.ป.) ตอนที่ 7 Protien Denature [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ชญาดา หลาวทอง. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งกากั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในอาหาร. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทไม่ได้อ่าน]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ. (2542). วิทยาการเมล็ดพันธุ์พืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์เกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธัญพิสิษฐ์ ทองสะอาด. (2565). การทำเต้าหู้. [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ. วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา.
- จิตา อมร, อภิญญา ตั้งเพียร, เย็นหทัย แนนหนา และ สุชน เสถียรยานนท์. (2565). ผลของระยะเวลาในการแช่ต่ออัตราการมีชีวิตของเมล็ดและปริมาณกาบาของข้าวฮางอกและข้าวกล้องงอก. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*, 31(2), 55 – 69.
- ปาริฉัตร หงส์ประภาส. (2559). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เล่ม 2. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พรทิพย์ ธนตีกุล. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่วเหลืองเพาะงอกสำหรับผู้สูงอายุ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- พรรณภัทร คำลอย และ สุมาลิน มังคละ. (2556). เต้าหู้แข็งเสริมข้าวโพดสีม่วง. เกษตรศาสตร์วิจัย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- พระราชบัญญัติอาหาร. (2563, 9 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. 137 ตอนพิเศษ 237 ง. หน้า 18.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล. (2545). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้. *วารสารอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร*, 32(2), 92 – 97.

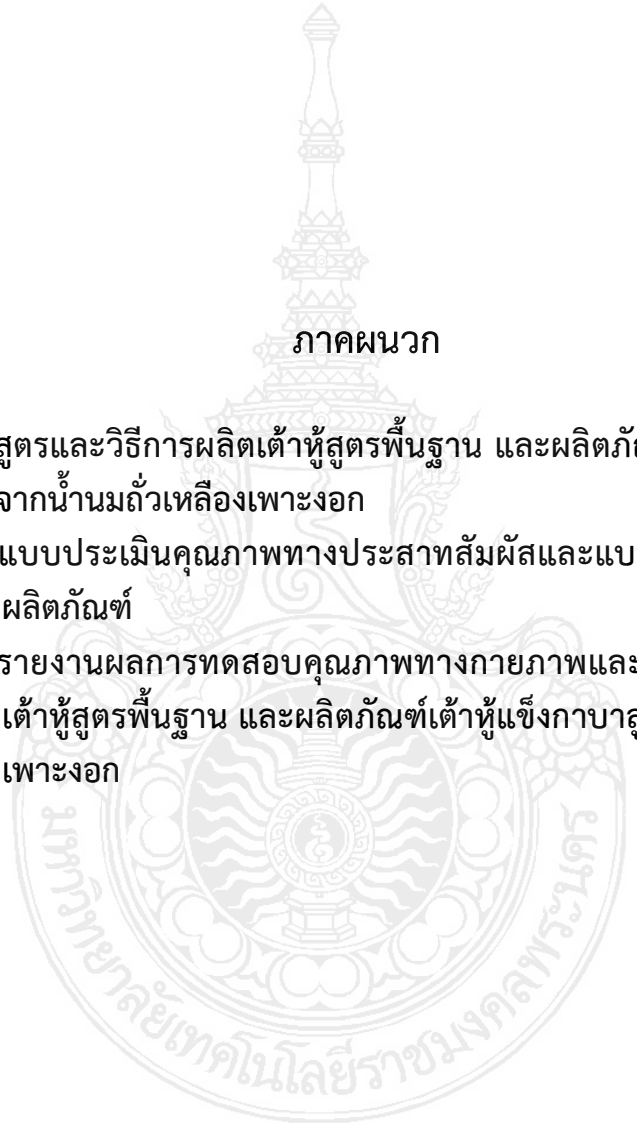
เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- มนรดา ฉัตรธรรม. (2565). เต้าหู้ถั่วเหลือง สดุดอาหารเพื่อสุขภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). วิทยสถาน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). เต้าหู้แผ่น. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, กรุณา วงษ์กระจ่าง, นิสากร มีจั่น, สยมพร ใจดี และ สุวิสาส์ กาญจนพิมล. (2556). การผลิตเครื่องดื่มผงจากถั่วเหลืองและงาคั่วที่ผ่านการเพาะงอก. ประชุมวิชาการ การเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6.
- มูลนิธิหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (ม.ป.ป.). ถั่วเหลือง สดุดโปรตีนของพืช. <https://www.thaiheartfound.org/Article/Detail/140174>
- แม่ชี นื่องมด. (2563). เต้าหู้โฮมเมด. <https://food.trueid.net/detail/mX4pLqdWwjPX>
- วัฒนา ธรรมบัญชา. (2559). ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณกรดแกมมา-แอมิโนบิวทีริก องค์ประกอบของสารที่ระเหยได้และคุณภาพของข้าวกล้องงอกพันธุ์ชัยนาท 1 หุงสุกในรีโอร์ตเพาซ์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิวัฒน์ หวังเจริญ. (2561). สถิติและการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศิริพร ดลภักนิยมกุล, วรางคณา สมพงษ์ และ สมโภช พจนพิมล. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้จากกากงาขาวผสมลูกเดี๋ย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี.
- ศุภมาศ กลิ่นขจร, นราทร สุขวิเศษ, และ สุปรียา สุขเกษม. (2566). สภาพที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณกาบาในข้าวโพดเพื่อผลิตเป็นอาหารสุขภาพ. วารสารวิชาการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, 41(1), 50 – 59.
- สถาบันค้นคว้าผลิตภัณฑ์อาหาร. (2527). ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. สยามออฟเซต.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (ม.ป.ป.). พืชน้ำมัน. (เล่มที่ 19)
- อภิสิทธิ์ คำเสมอ. (2566). การประกอบอาหาร. [เอกสารที่ไม่ได้ตีพิมพ์]. แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ. วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา.
- อรรณพ ทัดนอุดม, วรรณภา สระพินครบุรี และ เมธาวี อนุวัชกุล. (2557). การพัฒนากระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งจากถั่วดำ. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 42(1), 135 – 148.
- อัศพงษ์ อุประวรรณ, ญัฐพงศ์ พงษ์พรรณนา, สุพรรณิภา คำวัง และ ชนันภรณ์ ทองโรจน์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งเสริมงาขึ้นฉ่าย. วารสารวัฒนธรรมอาหารไทย. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต, 2(2), 33 – 42.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และ ชุตินุช สุจริต. (2556). ผลของอุณหภูมิในการแช่ งอก และ หุงต้มต่อปริมาณไทอะมีน GABA สารต้านอนุมูลอิสระ ในข้าวมอลต์และข้าวกล้องงอกนึ่งสังขี้ หยอดพัทลุง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.
- Chen, Y., & Wang, L. (2021). Consumer perception and acceptance of functional tofu products. *Journal of Functional Foods*, 28(3), 112 – 125.
- Guan, X., Zhong, X., Lu, Y., Du, X., Jia, R., Li, H., & Zhang, M. (2021). Changes of soybean protein during tofu processing. *Foods*, 10(7), 1594.
- Liu, S., Chen, T., & Wong, J. (2023). Consumer interest in functional soy products: A health-oriented perspective. *Food and Nutrition Research*, 30(2), 78 – 91.
- Martinez, R., & Choi, Y. (2022). Health marketing and consumer engagement with bioactive soy products. *Journal of Marketing in Food Industry*, 15(3), 150 – 165.





ภาคผนวก

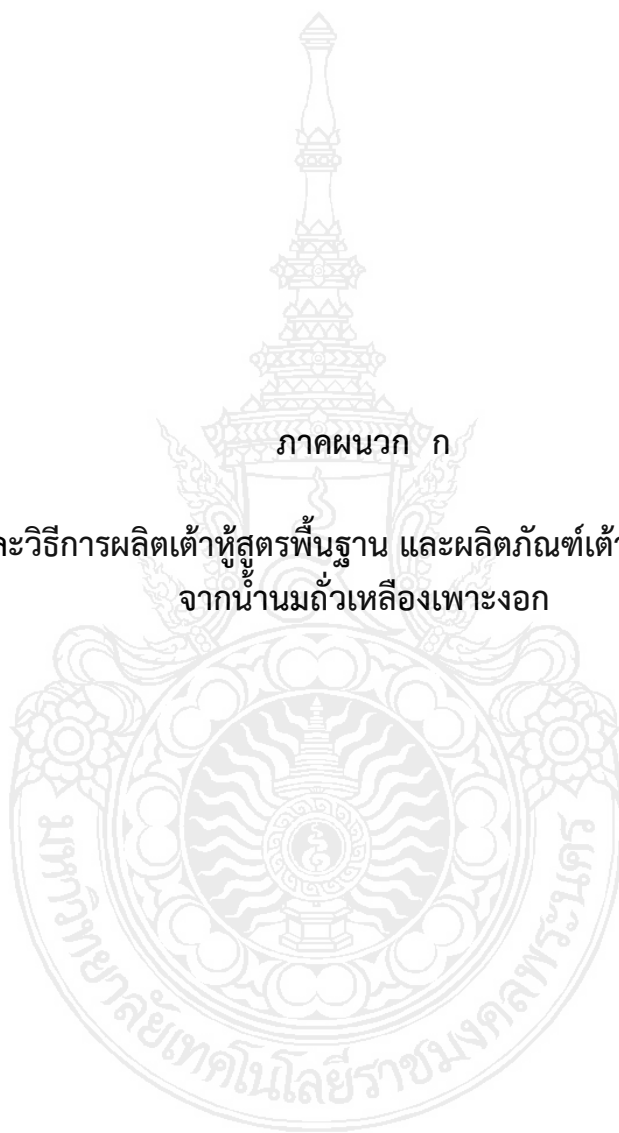
ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตเต้าหู้สูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูง
จากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับ
ผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของ
เต้าหู้สูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำนมถั่วเหลือง
เพาะงอก

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการผลิตเต้าหู้สูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบสูง
จากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก



ก.1 สูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง

ก.1.1 สูตรพื้นฐานที่นำมาผลิตศึกษา 3 สูตร ได้แก่ ัฎญพิลัษัฎฐ์ (2566), อภิลัษัฎฐ์ (2565) และ แม้ชี นัฎงมดดี channel (2563)

เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1

ส่วนผสม

กรัม

เมล็ดถั่วเหลืองดิบ

500

แม้กนีเซียมซัลเฟต

20

น้ำสะอาด

2,000

วิธีการทำ

1. เลือกเมล็ดถั่วที่เสียออก ล้างน้ำแล้วแช่ในน้ำร้อน 3 – 4 ชั่วโมง จนเมล็ดถั่วพองและอมน้ำเต็มที่
2. ใส่ถั่วและน้ำลงในโถปั่น ครั้งละ 1/3 ของโถปั่น ปั่นเข้าด้วยกันจนละเอียดทำจนหมด
3. กรองส่วนผสมด้วยผ้าขาวบาง
4. บีบน้ำนมถั่วเหลืองออกให้หมด
5. นำน้ำนมถั่วเหลืองมาต้ม โดยใช้ไฟกลางค่อนข้างแรง พอเดือดสักครู่ ปิดไฟ ยกลงแช่ในอ่างน้ำประมาณ 10 นาที จนอุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียส ยกหม้อออก
6. ใส่แม้กนีเซียมซัลเฟตลงในหม้อทีละน้อย คนให้เข้ากัน จนขึ้นและโปรตีนถั่วเหลืองจับตัวเป็นก้อน
7. ตั้งหม้อทิ้งไว้สักครู่ให้โปรตีนตกตะกอน
8. ตักโปรตีนถั่วเหลืองใส่พิมพ์ไม้ที่รองด้วยผ้าขาวบางจนเต็ม ห่อผ้าให้เรียบร้อย
9. ทับด้วยเชียงหรือของหนัก ๆ ประมาณ 30 นาที จะได้เต้าหู้แข็ง

ที่มา: ัฎญพิลัษัฎฐ์ ทองสะอาด (2566)

เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2

ส่วนผสม	กรัม
เมล็ดถั่วเหลืองดิบ	500
แคลเซียมซัลเฟต	20
น้ำสะอาด	3,000

วิธีการทำ

1. ล้างถั่วให้สะอาดแล้วแช่น้ำ 4 ชั่วโมง
2. นำถั่วและน้ำลงในโถปั่น ปั่นเข้าด้วยกันจนละเอียด
3. กรองส่วนผสมด้วยผ้าขาวบาง
4. บีบน้ำนมถั่วเหลืองออกให้หมด
5. นำน้ำนมถั่วเหลืองมาต้ม ให้เดือด แล้วปิดไฟปิดไฟ ยก
6. ใส่แคลเซียมซัลเฟตลงไป จนกระทั่งโปรตีนตกตะกอน
7. เทใส่พิมพ์ไม้ที่รองด้วยผ้าขาวบางจนเต็ม ห่อผ้าให้เรียบร้อย
8. กดทับด้วยเชือกหรือของหนัก จนกระทั่งเต้าหู้รวมตัวเป็นก้อนแข็ง

ที่มา: อภิสิริ คำเสมอ (2565)

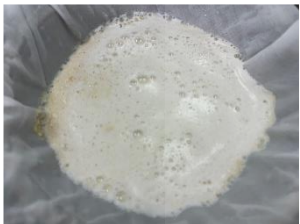
เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3

ส่วนผสม	กรัม
เมล็ดถั่วเหลืองดิบ	500
เติมน้ำส้มสายชูกลั่น 5 %	60
น้ำสะอาด	3,000

วิธีการทำ

1. นำถั่วเหลืองไปล้างน้ำเปล่าประมาณ 3 – 4 รอบหรือจนกว่าน้ำจะใส จากนั้นนำไปแช่น้ำประมาณ 4 ชั่วโมง (ใช้น้ำอุ่นใช้เวลา 2 ชั่วโมง)
2. นำถั่วเหลืองไปปั่นกับน้ำเปล่า แบ่งปั่นทีละนิด โดยสัดส่วนคือน้ำเปล่าต้องท่วมถั่วเหลือง
3. เมื่อครบแล้ว นำมากรองใส่หม้อที่จะใช้ต้ม กรองด้วยผ้าขาวบาง ค่อยบีบให้ได้น้ำออกมาให้เยอะที่สุด
4. จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง จากนั้นใส่น้ำที่เหลือลงไปให้หมด
5. เปิดแก๊สโดยใช้ไฟแรง พอน้ำเต้าหู้เริ่มร้อน ให้ปรับมาเป็นไฟกลาง ที่สำคัญคือต้องคนตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ด้านล่างไหม้ ใส่น้ำส้มสายชูลงไปตอนท้าย คนให้เข้ากัน
6. เมื่อเสร็จแล้วเทน้ำเต้าหู้ลงพิมพ์ที่รองด้วยผ้าขาวบาง คลุมด้วยผ้าขาวบางอีกที จากนั้นทับด้วยแผ่นและของหนักเพื่อให้เต้าหู้รีดน้ำออก เป็นเวลา 10 นาที

ที่มา: แม่ชี นื่องมดดี channel (2563)

		
1. เมล็ดถั่วเหลืองดิบ	2. เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำ	3. บดเมล็ดถั่วเหลืองให้ละเอียด
		
4. กรองนํ้านมถั่วเหลือง	5. นํ้านมถั่วเหลืองตั้งไฟให้เดือด	6. เติมน้ำที่ใช้ตกตะกอน
		
แมกนีเซียมซัลเฟต (เติมในข้อ 6 สูตรที่ 1)	แคลเซียมซัลเฟต (เติมในข้อ 6 สูตรที่ 2)	น้ำส้มสายชู (เติมในข้อ 6 สูตรที่ 3)
		
7. เทใส่พิมพ์เต้าหู้	8. กดทับเต้าหู้	9. เต้าหู้แข็ง

ภาพที่ ก.1.1 วิธีการทำเต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน

เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองพะงอก

ส่วนผสม	กรัม
เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการพะงอก 24 ชั่วโมง	500
เติมน้ำส้มสายชูกลั่น 5 %	60
น้ำสะอาด	3,000

วิธีการพะงอกเมล็ดถั่วเหลือง

1. ล้างเมล็ดถั่วเหลืองให้สะอาด
2. เทเมล็ดถั่วเหลืองลงถาดพะงอก
3. เกลี่ยเมล็ดถั่วเหลืองให้ทั่วถาดพะงอกแล้วรดน้ำให้ชุ่ม
4. ใช้ฟองน้ำปิดไว้ตามเวลาที่กำหนด เมื่อครบเวลาจึงค่อยเปิดออก แล้วนำไปทำเต้าหู้

วิธีการทำเต้าหู้แข็ง

1. นำถั่วเหลืองที่ผ่านการพะงอกมาล้าง แล้วปั่นกับน้ำสะอาด
2. เทใส่ผ้าขาวบางกรองเอาแต่น้ำมันถั่วเหลือง
3. เทน้ำถั่วเหลืองลงในกระทะทองเหลือง ต้มให้เดือด แล้วปิดไฟ เติมน้ำส้มสายชูลงไป คนให้เข้ากัน
4. เมื่อเสร็จแล้วเทน้ำเต้าหู้ลงพิมพ์ที่รองด้วยผ้าขาวบาง คลุมด้วยผ้าขาวบางอีกที จากนั้นทับด้วยแผ่นและของหนักเพื่อให้เต้าหู้รีดน้ำออก เป็นเวลา 10 นาที

		
1. เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอก	2. ล้างเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการเพาะงอก 1 ครั้ง	3. บดเมล็ดถั่วเหลืองให้ละเอียด
		
4. กรองน้ำนมถั่วเหลือง	5. น้ำนมถั่วเหลืองตั้งไฟให้เดือด	6. เติมน้ำที่ใส่ตะกอน
		
7. เทใส่พิมพ์เต้าหู้	8. กดทับเต้าหู้	9. เต้าหู้แข็ง
		
เต้าหู้แข็ง (เพาะงอก 12 ชั่วโมง)	เต้าหู้แข็ง (เพาะงอก 24 ชั่วโมง)	เต้าหู้แข็ง (เพาะงอก 36 ชั่วโมง)

ภาพที่ ก.1.2 วิธีทำเต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก

	
1. เตรียมถาดเพราะเมล็ด	2. ล้างเมล็ดถั่วเหลืองให้สะอาด
	
3. เกลี่ยเมล็ดถั่วเหลืองให้ทั่วถาดเพาะ แล้วรดน้ำให้ชุ่ม	4. ใช้ฟองน้ำปิดไว้ตามเวลาที่กำหนด เมื่อครบเวลาจึงค่อยเปิดออก แล้วนำไปทำเต้าหู้

ภาพที่ ก.1.3 วิธีการเพาะเมล็ดถั่วเหลือง

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

- แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจาก
น้ำนมถั่วเหลืองเพาะงอก

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ เค้าผู้สูตรพื้นฐาน

วัน/เดือน/ปี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้ระดับคะแนน ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 = ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 = ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉย ๆ) | |

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้ทดลอง

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ชื่อผลิตภัณฑ์ เต้าหู้แข็งสูตรที่ถั่วเหลืองผ่านการเพาะงอก

วัน/เดือน/ปี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้ระดับคะแนน ดังนี้

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 9 = ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 8 = ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 7 = ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบมาก |
| 6 = ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด |
| 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉย ๆ) | |

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (เนียน นุ่ม)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
ผู้ทดลอง

แบบสอบถาม

การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก

- เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม
- เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูง
จากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก
- สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก
2. แบบสอบถาม

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก โดยข้อมูลจากแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม และขอขอบพระคุณท่านที่ได้สละเวลาตอบแบบสอบถาม มา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความชอบผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ () ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านบริโภคเต้าหู้หรือไม่
() ไม่บริโภค () บริโภค
2. เพศ
() ชาย () หญิง
3. อายุ
() 15 - 20 ปี () 21 - 25 ปี
() 26 - 30 ปี () 31 - 35 ปี
() 36 - 40 ปี () มากกว่า 40 ปี
4. อาชีพ
() นักเรียน/นักศึกษา () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ
() พนักงานบริษัทเอกชน () ธุรกิจส่วนตัว
() อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

- () ต่ำกว่า 2,000 บาท () 2,001 – 5,000 บาท
 () 5,001 – 10,000 บาท () 10,001 – 15,000 บาท
 () 15,001 – 20,000 บาท () มากกว่า 20,001-30,000 บาท
 () มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป

6. ระดับการศึกษา

- () ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี () ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
 () ปริญญาโท () ปริญญาเอก

ส่วนที่ 2 ข้อมูลระดับความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง
 เพาะงอก

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้
 แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก ในด้านต่าง ๆ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 9 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย 3 = ไม่ชอบปานกลาง
 8 = ชอบมาก 5 = รู้สึกเฉย ๆ 2 = ไม่ชอบมาก
 7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็ง กาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลือง เพาะงอก	คะแนนความชอบ								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ลักษณะปรากฏ									
สี									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส (นุ่ม)									
ความชอบโดยรวม									

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ () ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงกับความคิดเห็น
 ของท่าน

1. ท่านรู้จักประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งหรือไม่

- () รู้ () ไม่รู้ () ไม่แน่ใจ () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2. ท่านรู้จักประโยชน์ของสารกาบาหรือไม่

- () รู้ () ไม่รู้ () ไม่แน่ใจ () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3. ถ้ามีเต้าหู้แข็งจากถั่วเหลืองเพาะงอกที่มีกาบาสสูงท่านมีความสนใจผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

() สนใจ () ไม่สนใจ

4. ท่านต้องการใช้ภาชนะบรรจุภัณฑ์แบบไหนในการบรรจุผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก

() ถุงพลาสติก

() กล่องกระดาษ

() ใบตอง

() อื่น ๆ โปรดระบุ.....



5. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกบรรจุกี่ชั้นในบรรจุภัณฑ์ที่ท่าน เลือกในข้อ (4)

() 1 ชั้น () 2 ชั้น () 3 ชั้น () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอก (ขนาดบรรจุ 1 ชั้น น้ำหนัก 300 กรัม) จำหน่ายในราคาเท่าไร

() 20 บาท () 25 บาท () 30 บาท () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

7. ท่านคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกในสถานที่ใด จึงจะเหมาะสม

() ร้านสะดวกซื้อ () ซูเปอร์มาร์เก็ต () ศูนย์การค้า () ร้านขายของชำ
() ร้านขายอาหารเจ () ร้านค้าออนไลน์ () อื่น ๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งจากกาบาสสูงจากนํ้านมถั่วเหลืองเพาะงอกหรือไม่

() ซื้อ

() ไม่แน่ใจ

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ค

รายงานผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์
เต้าหู้แข็งสูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งกึ่งกึ่งจากน้ำมันถั่วเหลืองเพาะงอก

ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชั้น 16 อาคารมหามกุฏ ถนนพญาไท
ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330



หมายเลขทะเบียน 1172/53

เลขที่รายงาน : C 0757/24
วันที่รายงาน : 27 ธันวาคม 2567
รหัสตัวอย่าง : 243150
หน้าที่ 1 ของจำนวน 1 หน้า

รายงานการทดสอบ

ชื่อผู้ขอรับบริการ : นายภัทรกร แก้วเขียว

ชื่อผู้ขอรับบริการ : วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา

272 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

ชื่อตัวอย่าง/รายละเอียดตัวอย่าง : เค้กชั้นเจี๋ยจากนํ้านมอ้วนหั่นชิ้นห่อพลาสติก / ก่อนที่ห่อด้วยฟิล์มพลาสติกอีกชั้น

บรรจุในกล่องพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 กล่อง น้ำหนักรวมกล่อง 550 กรัม

ผู้ส่งตัวอย่าง : ผู้ส่งตัวอย่างเป็นผู้ส่งตัวอย่าง

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ธันวาคม 2567

วันที่เริ่มทดสอบ : 24 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการที่ทดสอบ	ผล	วิธีทดสอบ
Total calories*	110.55 kcal/100g	Method of Analysis for Nutrition Labeling, Virginia : AOAC International; 1993, p.106
Total carbohydrate*	0.90 g/100g	Method of Analysis for Nutrition Labeling, Virginia : AOAC International; 1993, p.8
Moisture*	80.19 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 945.39 A
Ash*	0.61 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 945.39 B
Total fat	6.75 g/100g	In-house method TC 011 based on AOAC (2019) 922.06
Protein (N x 6.25)	11.55 g/100g	In-house method TC 014 based on AOAC (2019) 991.20
Crude fiber*	0.01 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 978.10
GABA (Gamma-aminobutyric acid)*	27.44 mg/kg	In-house method based on TAS 4003-2012

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

* - รายการที่อยู่นอกขอบข่ายที่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025 : 2017

ต้นสุดรายงาน

อนุมัติ โดย

ลงชื่อ

(นางวิไล ประทุมพร)

ผู้จัดการด้านวิชาการ

ห้องปฏิบัติการเคมี

ลงชื่อ

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ กักพล)

ผู้อำนวยการ

รายงานผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ห้ามทำสำเนาเฉพาะเพื่อบางส่วนโดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการฯ ทุกรายที่ส่งมอบ

P-QM-03 (R03/040667)-1

ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชั้น 16 อาคารมหามกุฏ ถนนพญาไท
ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330



ISO/IEC 17025

หมายเลขทะเบียน 1172/53

เลขที่รายงาน : C 0756/24

วันที่รายงาน : 27 ธันวาคม 2567

รหัสตัวอย่าง : 243149

หน้าที่ 1 ของจำนวน 1 หน้า

รายงานการทดสอบ

ชื่อผู้ขอรับบริการ : นายภัทรกร แก้วเขียว

ที่อยู่ผู้ขอรับบริการ : วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา

272 ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

ชื่อตัวอย่าง/รายละเอียดตัวอย่าง : เค้กซูแซ่ (Control) - ก่อนขึ้นห่อหุ้มพื้นผ้าสีเหลืองอ่อน

บรรจุในกล่องพลาสติกปิดสนิท จำนวน 1 กล่อง น้ำหนักรวมกล่อง 550 กรัม

ผู้ส่งตัวอย่าง : ผู้ส่งตัวอย่างเป็นผู้ส่งตัวอย่าง

วันที่รับตัวอย่าง : 20 ธันวาคม 2567

วันที่เริ่มทดสอบ : 24 ธันวาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการที่ทดสอบ	ผล	วิธีทดสอบ
Total calories*	122.23 kcal/100g	Method of Analysis for Nutrition Labeling, Virginia : AOAC International; 1993, p.106
Total carbohydrate*	1.74 g/100g	Method of Analysis for Nutrition Labeling, Virginia : AOAC International; 1993, p.8
Moisture*	78.14 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 945.39 A
Ash*	0.69 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 945.39 B
Total fat	7.51 g/100g	In-house method TC 011 based on AOAC (2019) 922.06
Protein (N x 6.25)	11.92 g/100g	In-house method TC 014 based on AOAC (2019) 991.20
Crude fiber*	0.18 g/100g	In-house method based on AOAC (2023) 978.10
GABA (Gamma-aminobutyric acid)*	15.33 mg/kg	In-house method based on TAS 4003-2012

หมายเหตุ : ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

* = รายการที่ทดสอบขอรับบริการได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025 : 2017

สิ้นสุดรายงาน

อนุมัติ โดย

ลงชื่อ

(นางวิไล ประชุมพร)

ผู้จัดการด้านวิชาการ

ห้องปฏิบัติการเคมี

ลงชื่อ

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ กักพล)

ผู้อำนวยการ

รายงานผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น

ห้ามทำสำเนาเฉพาะเพื่อขายบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการฯ ยกเว้นทำสำเนา

F-QM-031(0033048467)-1

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายภัทรกร แก้วเขียว
วัน เดือน ปีเกิด 20 กันยายน 2532
ที่อยู่ปัจจุบัน 286/11 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู)	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา	2560
คหกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (วิทยาเขตโชติเวช)	2555
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2553
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2551
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนขามทะเลสอวิทยา	2548

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งงาน	สถานที่ทำงาน	ปีที่ทำงาน
ครูผู้ช่วย	วิทยาลัยอาชีวศึกษาพระนครศรีอยุธยา	2560 - 2564
ครูชำนาญการ	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2564 - ปัจจุบัน