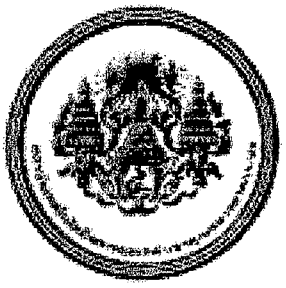


ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารตกตะกอนต่อคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้

(Effect of Coagulant on the Property of Tofu Flour)

โดย

นายปรัชญา วงศ์สิทธิ์ธนะกิจ รหัสประจำตัว 40044438

นายศุภมิตร แสนทวีสุข รหัสประจำตัว 40044459

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 16/3/51 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ดร.ยุพร พีชกมุทร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17488

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของสารตกตะกอนต่อคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้

(Effect of Coagulant on the Property of Tofu Flour)

T097022

นาย ปรัชญา วงศ์สิทธิ์ธนะกิจ

นาย ศุภมิตร แสนทวีสุข

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2544

ปพ.
ป 431 ผ
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97022
วัน,เดือน,ปี.....

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายปรัชญา วงศ์สิทธิ์ธนะกิจ และ นายศุภมิตร แสนทวีสุข.2544 :ผลของสารตกตะกอนต่อคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้(Effect of coagulant on the property of Tofu flour).ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ยุพร พืชกมุทร

บทคัดย่อ

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารโปรตีนสูงราคาถูก ซึ่งได้จากการตกตะกอนโปรตีนน้ำนมถั่วเหลืองด้วยสารตกตะกอนในการศึกษาครั้งนี้ สารตะกอนที่ใช้ในการทำเต้าหู้ คือ แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4.2H_2O$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$) นำเต้าหู้ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา5 ชั่วโมง จนได้เป็นแป้งเต้าหู้ เมื่อนำแป้งเต้าหู้ที่ได้จากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิดมาทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 5% 7% และ 9% ตามลำดับ ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า แป้งเต้าหู้ที่ผสมในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู ผู้บริโภคมีการยอมรับมากที่สุด และพบว่า แป้งเต้าหู้ที่ใช้แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$) เป็นสารตกตะกอน ผู้บริโภคมีการยอมรับมากที่สุด การศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีของแป้งเต้าหู้พบว่า มีปริมาณโปรตีน 48.63% ไขมัน 22.00% และความชื้น 8.17%ซึ่งเมื่อเทียบกับเนื้อหมูพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 3 เท่า การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเต้าหู้โดยเก็บไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ป้องกันแสงได้ ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าผู้บริโภคยอมรับได้ ผลผลิตของแป้งเต้าหู้เมื่อเทียบกับน้ำหนักถั่วเหลืองแห้งเท่ากับ 40 %

ปรัชญา วงศ์สิทธิ์ธนะกิจ ....

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

ศุภมิตร แสนทวีสุข

ลายมือชื่อนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษเรื่องผลของสารตกตะกอนต่อคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ยุพร พืชกมุทร ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งให้คำแนะนำและสละเวลารับฟังคำปรึกษาในทุกๆครั้งที่เข้าไปพบ ขอขอบคุณพี่วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ พี่ปรียาพร เขียวขำ และพี่บุณยกฤษ รัตนพันธุ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำวิธีและเทคนิคต่างๆในการทำปัญหาพิเศษ และพี่สุภาพร รัตนะมงคลกุล พี่ประจำห้องสมุดที่ให้ยืมหนังสือ จนทำให้รายงานฉบับนี้สมบูรณ์ขึ้นมาได้ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆน้องๆที่น่ารัก ที่ช่วยพิมพ์งานและช่วยทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ และที่สำคัญที่สุดคือคุณพ่อคุณแม่ที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังใจและเงินทุนสนับสนุนมาโดยตลอด ทางผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกๆท่านด้วยใจจริง

ปรัชญา วงศ์สิทธิ์ธนะกิจ

ศุภมิตร แสนทวีสุข

13 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1: คำนำ	1
บทที่ 2: วารสารปริทัศน์	3
บทที่ 3: อุปกรณ์การทดลอง ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
บทที่ 4: ผลการทดลอง	14
บทที่ 5: สรุปผล	21
บทที่ 6: วิจารณ์และเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก ก: ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นผสมแป้งเต้าหู้	26
ภาคผนวก ข: แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส	43
ภาคผนวก ค: วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ	45
ภาคผนวก ง: รูปภาพในกระบวนการผลิตแป้งเต้าหู้	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง (ร้อยละ)	5
2	ค่าสีของแป้งเค้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนทั้ง 3 ชนิด	14
3	แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแป้งเค้าหู้เปรียบเทียบกับค่าของSoy Protein Isolate	15
4	เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ไขมัน และความชื้นของแป้งเค้าหู้กับเค้าหู้แข็ง	16
5	แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเค้าหู้ที่ทำจากเค้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน $CaSO_4.2H_2O$ มาทดแทนเนื้อสัตว์ในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น	17
6	แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเค้าหู้ที่ทำจากเค้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน $MgSO_4.7H_2O$ มาทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น	17
7	แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเค้าหู้ที่ทำจากเค้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaCl_2$ ทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น	18
8	แสดงคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เติมแป้งเค้าหู้ที่ทำจากเค้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิดทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7%ของน้ำหนักเนื้อหมู	19
ตารางภาคผนวก ก		
1	วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซนต์แป้งเค้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต	27
	- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบDuncan	28
2	วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซนต์แป้งเค้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแมกนีเซียมซัลเฟต	31
	- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบDuncan	32
3	วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซนต์แป้งเค้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแคลเซียมคลอไรด์	35
	- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบDuncan	36
4	วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของสารตกตะกอนแต่ละชนิด	39
	- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบDuncan	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการผลิตเต้าหู้แข็ง	11
2	แสดงผลผลิตที่ได้ในการทำแป้งเต้าหู้	20
ภาคผนวก ง		
1	ภาพของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์	52
2	ภาพของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์เพื่อทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักหมู	52
3	เครื่องวัดสี (Charometer ยี่ห้อMinolta)	53
4	เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dyer)	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

คำนำ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย นอกจากจะช่วยทำให้ร่างกายเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ โปรตีนยังช่วยให้การทำงานของอวัยวะต่างๆ เป็นไปอย่างปกติ แหล่งของโปรตีนที่สำคัญคือ โปรตีนจากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อ นม ไข่ เป็นต้น แต่เนื่องจากในปัจจุบันโปรตีนจากเนื้อสัตว์มีราคาสูงมากขึ้น ผู้บริโภคที่มีรายได้น้อยไม่สามารถหาซื้อโปรตีนจากแหล่งดังกล่าวได้ ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้รับสารอาหารประเภทโปรตีนไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ดังนั้นโปรตีนจากแหล่งอื่นที่มีราคาถูกจึงควรได้รับการส่งเสริม ซึ่งโปรตีนจากถั่วถือว่าเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพและราคาถูกโดยเฉพาะถั่วเหลืองจัดว่าเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีโปรตีนอยู่ในปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับถั่วชนิดอื่นๆ

ถั่วเหลืองสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลายประเภท อาทิเช่น นมถั่วเหลือง (Soybean milk) อาหารเสริมสุขภาพ ขนมต่างๆ เครื่องปรุงรส (ซอส , เต้าเจี้ยว , เทมเป้ เป็นต้น) (สมชาย , 2538) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทยการบริโภคถั่วเหลืองหรือผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองยังนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ในเอเชีย โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศจีนและญี่ปุ่น ในประเทศเหล่านี้ถั่วเหลืองถือได้ว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญที่สุด โดยนิยมนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ เต้าหู้ (Tofu) (Kohyama ,Yoshida and Nishinari , 1992)

soy protein concentrate สามารถผลิตในรูปอื่นๆได้เช่นจาก เต้าหู้ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่องของแป้งเต้าหู้ เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำโปรตีนจากถั่วเหลืองมาใช้ผสมอาหารทดแทนเนื้อสัตว์ในปริมาณต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มคุณลักษณะบางประการแก่อาหาร นอกจากนั้น ยังเป็นการลดต้นทุนการผลิต โดยไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลงกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงชนิดของสารตกตะกอนที่มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้
2. เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำแป้งเต้าหู้มาใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์ Emulsion Meat

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทดแทนการใช้ isolated soy protein ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์
2. ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของโปรตีนจากถั่วเหลือง
3. ส่งเสริมแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพและราคาถูก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

วารสารปริทัศน์

เต้าหู้ คนญี่ปุ่นเรียกว่า โตฟู (tofu) คนเวียดนามเรียก แดนฟู (dan fu) คนจีนเรียก เตาฟู (teou fu) หรือ เตาฟูโฮ (tou fu ho) และฝรั่งเรียก soybean curd

ลักษณะของเต้าหู้สดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมี 3 ชนิด คือ เต้าหู้แข็ง หรือเต้าหู้เหลือง เต้าหู้อ่อน และเต้าฮวย เต้าหู้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน สารที่ใช้การตกตะกอนเต้าหู้ได้ เช่น $MgSO_4.7H_2O$ $CaSO_4.2H_2O$ $CaCl_2.2H_2O$ และGlucono Delta Lactone ส่วนรูปร่าง ลักษณะเฉพาะของเต้าหู้แต่ละชนิด ก็มีลักษณะแตกต่างกันตามแม่พิมพ์หรือภาชนะที่ใช้ใส่หรือประเพณีนิยมของผู้บริโภค เต้าหู้สดที่มีคุณภาพดีต้องไม่มีกลิ่น รสจืด และมีสีขาวนวล

2.1 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ (สิระ ,2534)

โปรตีนของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีน 35-40 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพไม่สมบูรณ์ คือ มีปริมาณของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (Sulfur Containing amino acid) ที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดอะมิโน เมทิลโอนีน+ซิสตีน (Methionine+Csytein) น้อย แต่มีปริมาณกรดอะมิโนไลซีน(Lysin) สูง โปรตีนในถั่วเหลืองจะถูกสะสมอยู่ในเซลล์ของเนื้อถั่วเหลือง โดยสะสมกันในลักษณะที่เรียกว่า Protein bodies หรือ Storage Proteins ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 2-20 ไมครอน แต่ส่วนใหญ่มีขนาด 5-8 ไมครอน และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 200,000-600,000 ในสภาวะธรรมชาติ โมเลกุลของโปรตีนขนาดใหญ่เหล่านี้ยังสามารถจับตัวกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ได้อีกด้วยการเชื่อมกันของ disulfer linkage

ไขมันของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองบระกอบด้วยไขมันร้อยละ 21 น้ำมันถั่วเหลืองมีความสำคัญมากต่อโภชนาการของมนุษย์ คุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองสูงกว่าน้ำนมจากสัตว์และสูงกว่าไขมันเนยเนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ กรดLinoleic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 25.0-64.8 และกรด Linolenic ร้อยละ 0.3-12.1 ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้จะช่วยทำให้ร่างกายทำงานเป็นปกติและเลซิทินที่มีอยู่ในถั่วเหลืองมีประโยชน์ต่อร่างกายมาก คือ ทำหน้าที่เป็นสาร antioxidant

คาร์โบไฮเดรตของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 34 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก galactants pentosan และ hemicellulose ซึ่งร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก มีรายงานว่าเพียงร้อยละ 40 ของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถั่วเหลืองต่างจากพวก legumes ตรงที่ว่ามีแป้งน้อยมาก หรือไม่มีเลย ซึ่งทำให้ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวานอย่างยิ่ง ส่วนน้ำตาลอิสระ(free sugar) ซึ่งละลายน้ำ ได้แก่ sucrose raffinose และ stachyose (สมชาย,2538)

ไวตามินและแร่ธาตุในถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเป็นอาหารที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยไวตามินและเกลือแร่ต่างๆ ไวตามินที่อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ Thaimine(B1) Riboflavin(B2) Niacin ไวตามินD E และK นอกจากมีไวตามินแล้ว ถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วย ไบโอติน(Biotin) โคลีน(Choline) และโพแทสเซียม(Potassium) สำหรับแคลเซียมนั้นเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเจริญเติบโตของกระดูกในร่างกาย โพแทสเซียมร่างกายต้องการในการเสริมสร้างเนื้อ และทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ธาตุฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมองและธาตุเหล็กสำคัญในการบำรุงโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง (ร้อยละ)

ชื่อผลิตภัณฑ์	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า	เกลือ
ฟองเต้าหู้	7.1	51.7	25.4	11.9	3.9	-
น้ำเต้าหู้	92.5	3.4	1.5	2.1	0.5	-
ซีอิ๊ว	70-80	4.5-8.5	0.15	8.1	ไม่มีข้อมูล	17-23
แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม	5.0	46.6	22.1	21.1	5.2	-
แป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน	7.0	59.0	0.9	26.7	6.4	-
เต้าเจี้ยว	30-63	5-12	3-8	1-6	17-20	15-19
เต้าหู้ยี้	70.4	10.0	3.5	6.6	9.5	6.7
เต้าหู้แข็ง	68.4	11.9	6.5	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	-
เต้าหู้อ่อน	86.7	6.3	0.15	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	-
เต้าฮวย	92.7	2.7	0.06	4.2	0.43	-
ถั่วเน่า-สด	61.8	17.9	6.6	5.3	4.6	ไม่มีข้อมูล
ถั่วเน่า-แห้ง	12.0	43.9	17.6	13.5	4.6	ไม่มีข้อมูล

ที่มา: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

2.2 การสร้างอิมัลชัน

อิมัลชัน (emulsion)หมายถึง การผสมและอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ ทั้งนี้โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสม ในรูปของหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่าเป็น disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่าเป็น continuous phase และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดดังกล่าวประมาณ 0.1 ถึง 0.5 ไมโครเมตร (Mm) เท่านั้น

ในไส้กรอกประเภทอิมัลชันนั้น โปรตีนของเนื้อจะถูกสกัดละลาย (solubilize) ออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่ร่วมกันกับตัวถูกละลายอื่นๆ และน้ำซึ่งอาจเรียกกัน ทั้งหมดนี้ว่าเป็น continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรกและเราเรียกไขมันว่าเป็น disperse phase นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิมัลชันโดยทั่วๆ ไปแล้วมักจะอยู่ได้ไม่นานถ้าขาด emulsifying หรือ stabilizing agent เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการ emulsifying agent มาลดแรงนี้ลงและทำให้สภาพของอิมัลชันอยู่ได้นาน ในอิมัลชันของผลิตภัณฑ์เนื้อนั้นโปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมานั้นเองที่จะไปทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ซึ่งเป็นรูปแบบของอิมัลชันที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโมเลกุลของ emulsifying agent โดยส่วนที่เป็น hydrophobic ของโมเลกุลจะสัมผัสอยู่กับไขมันภายใน และส่วน hydrophilic ก็จะสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมัน และถ้าในระบบนั้นมี emulsifying agent มากพอเพียงก็จะให้ ทั้งระบบนั้นเป็นอิมัลชันที่คงทนได้นาน ซึ่งแสดงอิมัลชันของไส้กรอกโดยเส้นที่เป็นขีดสั้นๆ ทั้งหมดนั้น หมายถึงโปรตีนไมโอซิน ซึ่งถูกทำละลายออกมานอกเส้นใยกล้ามเนื้อแล้ว เส้นทึบยาวแสดงโปรตีนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน จะเห็นได้ว่าหยดไขมัน (fat droplets) นั้นจะถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโปรตีน ไมโอซิน ซึ่งทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนั้น ไม่สามารถทำหน้าที่ ดังกล่าวได้จึงลอยตัวอยู่โดยอิสระและไม่มีผลใดๆ ต่อความเป็นอิมัลชันเลย จากภาพนี้จึงแสดงได้ว่าถ้ามีโปรตีนไมโอซิน (หมายความรวมถึงโปรตีนแอคตินและอื่นๆ ด้วย) ถูกสกัดละลายออกมามากพอแล้ว ก็จะทำให้อิมัลชันมีความคงทน ดังนั้น เมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จแล้วก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มี เนื้อสัมผัสดีสม่ำเสมอ และดึงดูดใจผู้บริโภคด้วยประการทั้งปวง ส่วนการที่จะสามารถละลายโปรตีน ไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อย เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ ก่อนชั่วระยะหนึ่ง จึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีอยู่เสมอตลอดมา

2.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้

2.3.1 ถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family leguminosae และ Subfamily Papiliokdeae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันเป็นทางการในปัจจุบันคือ Glycine max pea Manchum bean และ Soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด (กองส่งเสริมพืชพันธุ์,2531)

การเลือกถั่วเหลืองที่นำมาใช้ทำเต้าหู้เพื่อที่จะให้ได้เต้าหู้ที่มีผลผลิตสูง(yield)และได้เนื้อเต้าหู้ที่เหมาะสม จะต้องเลือกถั่วเหลืองที่ไม่เก็บไว้นานหลายเดือนหรือเป็นถั่วเหลืองเก่า หรือเก็บไว้ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม จะทำให้ค่า NSI(Nitrogen Solubility Index)ต่ำลงทำให้การสกัดเอาโปรตีนออกมาในนมถั่วเหลืองน้อยลง(ณรงค์,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ถั่วเหลืองสายพันธุ์ สจ.4 ซึ่งในขณะที่เป็นต้นอ่อนจะมีสีม่วง ใบเลี้ยงสีเขียว ลำต้นเป็นแบบไม่ทอดยอด ใบย่อยแต่ละใบเป็นใบชนิดกว้าง คือตรงฐานใบกว้างจะค่อยๆเรียวแหลมที่ปลายใบ ใบค่อนข้างหนา สีเข้ม มีขนสีน้ำตาลปกคลุมทั่วไป และขนมีลักษณะตั้ง ดอกสีม่วง เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะแก่ ฝักจะเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลือง และเมื่อฝักแก่จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม เมล็ดมีลักษณะค่อนข้างกลม ผิวมีสีเหลืองค่อนข้างจะด้าน ตาสีน้ำตาล ขนาดเมล็ดใหญ่ คือ มีน้ำหนัก 100 เมล็ด หนัก 14-15 กรัม ลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์นี้คือ มีความต้านทานต่อดรดราสนิม เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดกลม มีเปลือกสีอ่อน ตาค่อนข้างมีสีน้ำตาลอ่อน (กรมส่งเสริมพืชพันธุ์ ,2531) เหมาะสำหรับทำเต้าหู้หลอด แต่ถั่วเหลืองพันธุ์นี้มีถั่วหินปะปนอยู่มากทำให้มีปัญหาในการบด (ณรงค์ ,2538)

2.3.2 น้ำ

น้ำที่เหมาะควรมีอุณหภูมิต่ำ สะอาด รสดี และมีราคาไม่แพง น้ำที่ใช้อาจมาจากแหล่งแหล่งใดก็ได้ แต่ถ้าเป็นน้ำบ่อจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำประปา ทั้งนี้เพราะว่าน้ำประปามีอุณภูมิสูงและมักจะมีคลอรีนผสมอยู่ระหว่าง 0.025-2.00 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งอาจจะทำให้เต้าหู้มีกลิ่นผิดปกติและเนื้อนิ่มกว่าปกติ ถ้าจำเป็นต้องใช้น้ำประปาควรผ่านกระบวนการกำจัดคลอรีนเสียก่อน โดยนำไปกรองผ่านผงถ่าน นอกจากนี้ถ้าจำเป็นจะต้องใช้น้ำจากแหล่งอื่นๆควรมีการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อน น้ำควรมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำ และมีปริมาณคลอโรฟอร์มไม่เกิน 2 ต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร

2.3.3 สารตกตะกอน

ในกระบวนการผลิตเจลเต้าหู้ขั้นตอนที่สำคัญคือการเติมสารตกตะกอนเพื่อให้เกิดเจล Watanabe และคณะ (1964) แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารตกตะกอนจะมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่มีอยู่ในน้ำนม สารเคมีที่ใช้กันอยู่มีหลายชนิด คือ

สารประกอบคลอไรด์ ได้แก่ แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.2H_2O$) แคลเซียม ($CaCl_2$)น้ำทะเล สารพวกนี้จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสหอมอมหวาน เนื้อแข็งเหมาะในการทำเต้าหู้ทอด (Aburage Tofu) (สมจิตและเพลินใจ , 2538)

สารประกอบซัลเฟต สารประกอบแคลเซียมซัลเฟต เป็นสารประกอบที่อยู่ในรูปของยิปซั่ม ชาวจีนส่วนใหญ่ใช้ในรูปของปูนพลาสเตอร์ ซึ่งได้จากการเผายิปซั่มที่อุณหภูมิสูงกว่า 46 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสูญเสียน้ำไปเป็นผลึก คนจีนเรียกสารประกอบชนิดนี้ว่า “เจี๊ยะกอ” สารประกอบแคลเซียมซัลเฟตมักจะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วถ้าสัมผัสกับอากาศไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 ปี วันชัย(2527) พบว่า แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ให้เต้าหู้มีลักษณะที่ดีและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียมซัลเฟตเองก็มีราคาถูกหาได้ง่าย การใช้แคลเซียมซัลเฟตในอัตราที่น้อย คือน้อยกว่า 0.008 โมล่าร์ จะไม่เกิดการจับตัวเป็นเต้าหู้ แต่อาจจะทำให้ได้น้ำนมนั้นมีลักษณะข้นขึ้นมาบ้างและถ้าใช้ปริมาณ 0.01 โมล่าร์ ของแคลเซียมซัลเฟตจะเกิดเป็นตะกอนบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์ โดยที่ไม่สามารถนำมากดเป็นเต้าหู้ได้ ระดับการใช้ที่ควรจะใช้คืออยู่ในช่วง 0.02-0.04 โมล่าร์ ในการเตรียมทำเต้าหู้หลอดจะต้องนำสารประกอบแคลเซียมซัลเฟตมาละลายน้ำก่อน และต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสกับน้ำเกิน 30 วินาที มิฉะนั้นปฏิกิริยาจะต้องลดลงอย่างรวดเร็ว (ณรงค์ ,2528) นอกจากนี้สารประกอบแคลเซียมซัลเฟตจะทำให้เต้าหู้ที่ได้มีเนื้อนิ่มซึ่งเหมาะในการทำเต้าหู้อ่อน เต้าฮวย ปริมาณที่ใช้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถั่วแห้ง สารอีกตัวหนึ่งคือ แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)หรือดีเกลือเป็นสารสีขาวรสขมเฝื่อน เหมาะในการทำเต้าหู้แข็ง (สมจิตและเพลินใจ ,2538)

แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$) เป็นสารตกตะกอนที่ให้เต้าหู้ที่มีลักษณะหยาบ เป็นเม็ดเล็กๆ และแข็ง เหมาะสำหรับใช้ทำเต้าหู้แข็ง

สารกลูโคโนเดลต้าแลคโทน (GDL) จะนำไปผสมกับนมถั่วเหลืองที่มีอุณหภูมิต่ำแล้วนำไปต้มให้ร้อน สารประกอบชนิดนี้จะเปลี่ยนไปเป็นกรดกลูโคนิค ซึ่งอาจทำให้นมถั่วเหลืองตกตะกอน เป็นกระบวนการตกตะกอน ที่คล้ายๆ กับกรดที่เกิดจากจุลินทรีย์ สารกลูโคโนเดลต้าแลคโทนเป็นผลึกสีขาว ละเอียด ไม่มีกลิ่นรส เตรียมจากแป้งข้าวโพดโดยการหมักด้วยจุลินทรีย์ การทำงานของสารกลูโคโนเดลต้าแลคโทนแตกต่างไปจากการทำงานของสารประกอบแคลเซียมซัลเฟตมาก กล่าวคือ สารแลคโทนจะให้โปรตอนซึ่งทำให้โปรตีนตกตะกอน ในขณะที่สารประกอบซัลเฟตนั้นตัวอิออนของแคลเซียมทำให้โปรตีนตกตะกอน โดยปกติจะนิยมใช้สารกลูโคโนเดลต้าแลคโทนกับการผลิตเต้าหู้หลอด ไม่นิยมใช้กับเต้าหู้แข็งกับเต้าฮวย เต้าหู้หลอดที่ได้มีลักษณะเหมือนเจลลี่ นุ่ม ไม่มีกลิ่นรส ปริมาณที่ใช้ประมาณ 1.1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถั่วแห้งหรือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ของนมถั่วเหลือง ก่อนใช้ควรละลายในน้ำเย็นเล็กน้อยก่อนใส่ลงในนมถั่วเหลือง แต่ไม่ควรทิ้งไว้นานเกิน 10 นาที ในปัจจุบันนิยมใช้สารแลคโทนผสมกับแคลเซียมซัลเฟตในอัตราส่วน 8ต่อ 2 กล่าวกันว่าของผสมนี้จะทำให้เต้าหู้หลอดมีรสดีกว่าการใช้สารแลคโทนแต่เพียงอย่างเดียว (ณรงค์ , 2528)

กรดที่นิยมใช้มีทั้งกรดอินทรีย์ และกรดแร่ เช่น กรดแลคติค น้ำส้ม กรดเกลือ กรดมะนาว เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำผลไม้ในการตกตะกอนด้วย เช่น น้ำส้มคั้น น้ำมะนาว น้ำสับปะรด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะกรอบ หักง่าย มีรสเฝื่อนเล็กน้อย (สมจิตและเพลินใจ ,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ขั้นตอนการทำเต้าหู้

การทำเต้าหู้มีความเข้มข้นพอเหมาะ ลักษณะของเต้าหู้จะเป็นไปตามความต้องการและคงที่ สม่ำเสมอได้ก็จะต้องเตรียมน้ำเต้าหู้ให้มีความข้นและใสคงที่ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำและอัตราส่วนของน้ำที่ใช้เป็นเกณฑ์ กล่าวคือถั่วที่แช่นั้นจะต้องแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะใช้เวลา 16 ชั่วโมงหรือค้างคืน 1 คืน ซึ่งจะทำให้ถั่วมีลักษณะนิ่มตัวดีและน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นเป็น 35 % จากนั้นจะนำมาบดในอัตราส่วนของน้ำที่พอเหมาะขณะบดคือ ถ้าใส่น้ำขณะบดมากกว่าถั่วที่ถูกบดจะหยาบ ทำให้โปรตีนในช่วงการสกัดน้อยลงและเป็นผลให้เต้าหู้มีเนื้อหยาบด้วย อัตราส่วนของถั่วต่อน้ำในขั้นสุดท้ายที่พอเหมาะคือ น้ำต่อถั่วเป็น 5 ต่อ 1 (โดยน้ำหนัก) โดยขั้นตอนการทำอาจกล่าวโดยสรุปดังนี้

1. การเตรียมน้ำถั่วเหลือง ล้างถั่วให้สะอาด แช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะใช้เวลา 16 ชั่วโมงหรือค้างคืน 1 คืน ล้างให้สะอาดอีกครั้ง บดถั่วเหลืองให้ละเอียดระหว่างบดเติม $CaCO_3$ และเติมน้ำทีละน้อยในขณะบดถั่วเหลือง ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการบดถั่วเหลืองและกำจัดกลิ่นถั่วเหลืองให้ลดลง

2. ได้น้ำนมถั่วเหลือง ปรับปริมาตรอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำเป็น 1:5 ต้มน้ำนมถั่วเหลืองให้เดือด 90°C เป็นเวลา 3 นาที

3. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิน้ำนมถั่วเหลืองลดลงเหลือ 80°C แล้วเติมสารตกตะกอน ($CaSO_4.2H_2O$ 3% $MgSO_4.7H_2O$ 3% $CaCl_2$ 3% ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง) คนให้เข้ากันนาน 30 วินาที แล้วปล่อยให้ตกตะกอนเป็นเวลา 30 นาที

4. เทใส่พิมพ์ที่รองรับด้วยผ้าขาวบาง การกำจัดน้ำเวย์ ต้องกำจัดออกไปส่วนหนึ่งก่อนที่จะน้ำก้อนโปรตีนใส่ลงในพิมพ์ ซึ่งจะทำให้เต้าหู้จับตัวเป็นก้อนได้ดี

5. การกดทับ จะทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อนแข็ง และลดความชื้นระยะแรกจะกดทับด้วยน้ำหนักน้อยแล้วค่อยๆเพิ่มน้ำหนัก ระยะเวลากดทับประมาณ 2 – 5 ชั่วโมง

6. ได้เต้าหู้แข็ง

2.5 โปรตีนถั่วเหลืองผง (Soy Protein Flour) (เกษตรศาสตร์ ,2531)

2.5.1 Soy Flour and Grits เตรียมได้โดยการบด defatted soy flaked ทั้ง flour และ grits มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกันคือมีโปรตีนประมาณร้อยละ 50 แต่แตกต่างกันที่ขนาดคือ Soy grits จะมีขนาดใหญ่กว่า 100 mesh ส่วน Soy flour มีขนาด 100 mesh หรือละเอียดกว่า

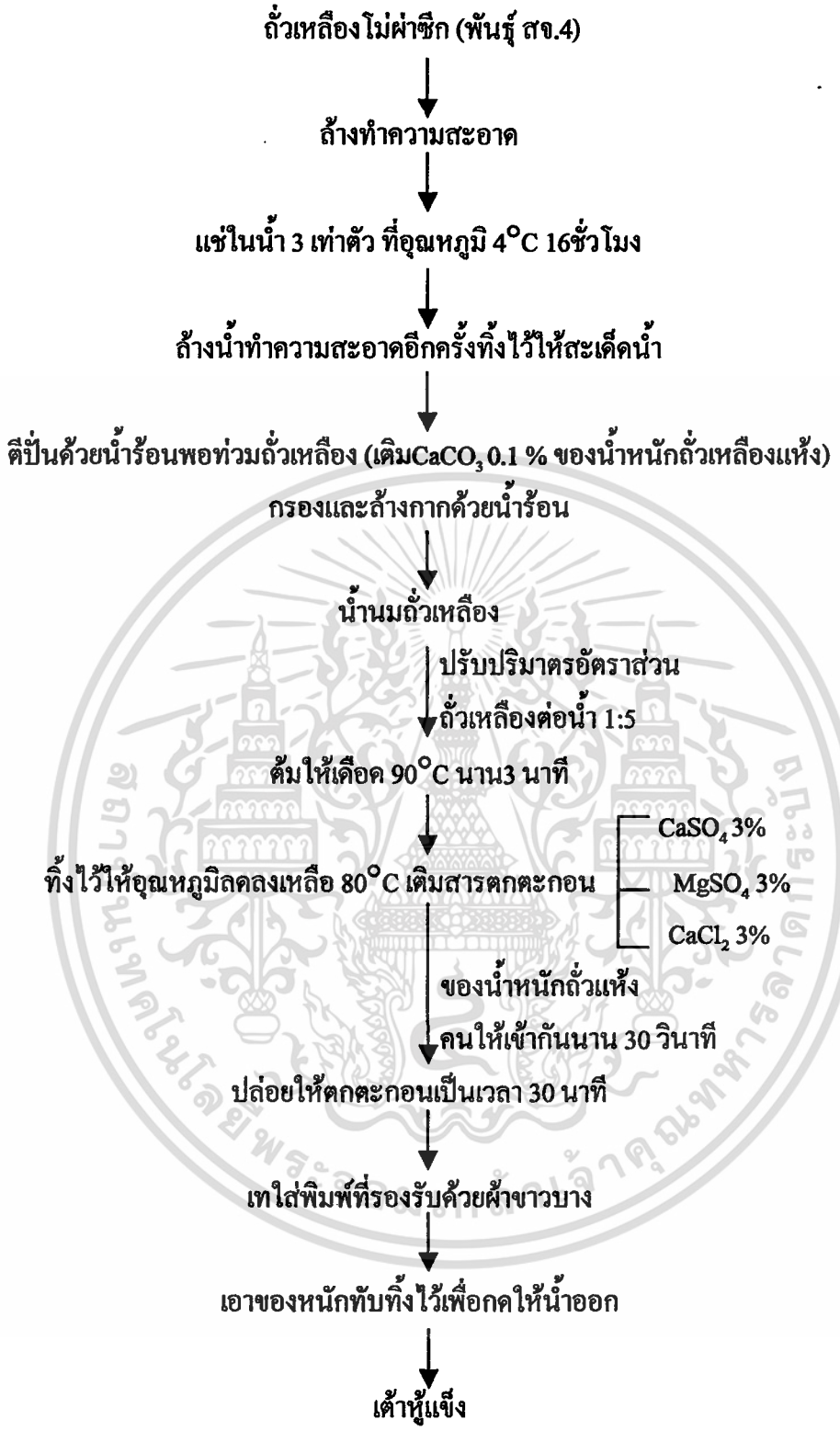
2.5.2 Soy Protein Concentrate (SPC) มีโปรตีนประมาณร้อยละ 70 (drybasis) เตรียมได้โดยสกัดเอาน้ำตาลที่ละลายน้ำเถ้าและสารอื่นๆ (minor constituents) ออกจาก defatted soy flakes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ Soy flour ในทางการค้ามีวิธีการเตรียม SPC 3 วิธีคือ โดยการใช้ความร้อน ใช้กรดเจือจางและใช้ alcohol leach

2.5.3 Soy Protein Isolate (SPI) เตรียมได้โดยการสกัด Soy flake ด้วยด่างหรือน้ำ แล้วนำไปตกตะกอนด้วยกรด นำ curd ที่ได้หลังจากการกรองหรือ Centrifuge มาล้างน้ำแล้วทำแห้งในรูป isoelectric form หรือจะนำ curd ไปทำให้เป็นกลางก่อนที่จะนำไปทำแห้งให้อยู่ในรูป water-dispersible sodium proteinate ซึ่งทั้งสองวิธีนี้จะได้โปรตีนมากกว่าร้อยละ 90 (drybasis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่1 แสดงขั้นตอนการผลิตเต้าหู้แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.1 ทดลองเปรียบเทียบชนิดของสารตกตะกอนในการทำเต้าหู้แข็ง

การผลิตเต้าหู้แข็งมีขบวนการผลิตดังรูปที่1 โดยการดัดแปลงมาจากน้ำทิพย์ (2540) ในการทดลองใช้อัตราส่วนของถั่วเหลืองกับน้ำเท่ากับ1:5 (น้ำหนักแห้ง) โดยศึกษาสารตกตะกอนที่ใช้ในการทำเต้าหู้ 3 ชนิด คือ แคลเซียมซัลเฟต($CaSO_4.2H_2O$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$) และแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$) นำเต้าหู้ที่ได้ไปทำการอบแห้งตามการทดลองในข้อที่ 2

3.2 การผลิตแป้งเต้าหู้

นำเต้าหู้แข็งที่ใช้สารตกตะกอนทั้งสามชนิดในข้อหนึ่ง มาบดขยี้ลงบนภาชนะ อบที่อุณหภูมิ 70°C นาน 5 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบแบบลมร้อน (Tray dryer) จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบด(เครื่องบดข้าว)ขนาด 0.25 mesh เก็บแป้งเต้าหู้ที่บดได้ในภาชนะที่ปิดสนิท ก่อนนำไปทำการทดลอง

3.3 การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเต้าหู้

3.3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งเต้าหู้

คุณสมบัติทางกายภาพที่ศึกษา ได้แก่ สี และการแพร่กระจาย (ตามภาคผนวก ค)

3.3.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของแป้งเต้าหู้

คุณสมบัติทางเคมีที่ศึกษาได้แก่ ความชื้น ไขมัน และโปรตีน (ตามภาคผนวก ค)

3.3.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษา

ศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยนำแป้งเต้าหู้ใส่ไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันแสงได้ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 1เดือน ตรวจผลด้วยการดมกลิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ศึกษาการใช้แป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์emulsion meat

3.4.1 นำแป้งเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิด มาใส่ทดแทนเนื้อในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น หาอัตราส่วน ที่เหมาะสมที่สามารถทดแทนได้

3.4.2 นำลูกชิ้นที่ผลิตได้ในข้อที่ 3.4.1 มาทำการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อทดสอบการยอมรับจากผู้ชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งเต้าหู้

4.1.1 ค่าสีของแป้งเต้าหู้ ทำการวัดสีของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนทั้ง 3 ชนิด โดยใช้เครื่องวัดสี ซึ่งบอกค่าสีเป็นค่า L a และ b มีค่าดังนี้

ตารางที่2 ค่าสีของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนทั้ง 3 ชนิด

ค่าสี	แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตะกอน		
	แคลเซียมซัลเฟต	แมกนีเซียมซัลเฟต	แคลเซียมคลอไรด์
L	87.79^{a}	84.07^{c}	85.92^{b}
a	1.86^{c}	3.04^{a}	2.28^{b}
b	14.69^{b}	17.83^{a}	16.62^{a}
E	89.03^{a}	85.99^{c}	87.52^{b}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ค่า L หมายถึงความสว่าง ถ้ามีค่ามาก แสดงว่า ตัวอย่างมีความขาวมาก ค่า a หมายถึงสีแดง และสีเขียว ถ้ามีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีสีแดง แต่ถ้ามีค่าเป็นลบ แสดงว่าเป็นสีเขียว ค่า b หมายถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้ามีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีสีเหลือง ค่าเป็นลบแสดงว่ามีสีน้ำเงิน

จากการวัดสีพบว่า แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิด มีสีที่แตกต่างกันโดย แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนจะขาวมากที่สุดและมีสีแดงเล็กน้อย

แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน จะขาวน้อยที่สุด แต่มีสีแดงและสีเหลืองมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ไร้สารตกตะกอนแคลเซียมคลอไรด์ มีสีขาวและสีแดงปานกลาง และมีสีเหลืองมากใกล้เคียงกับแป้งน้ำเต้าหู้ที่ใช้แมกนีเซียมซัลเฟต

4.1.2 การวัดการละลายของแป้งเต้าหู้

การวัดการละลายของแป้งเต้าหู้จะใช้ค่าดูดกลืนแสงเป็นตัวบอกค่าการละลายโดยการนำส่วนที่ใสของน้ำที่ละลายแป้งเต้าหู้ที่ผ่านการเหวี่ยงแล้วมาวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer เปรียบเทียบกับส่วนที่ใสของน้ำที่มีSPI ละลายอยู่ที่ผ่านการเหวี่ยงแล้ว ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้มีค่าดังนี้

ตารางที่3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของแป้งเต้าหู้เปรียบเทียบกับค่าของSoy Protein Isolate

ลักษณะคุณสมบัติ	แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน			Soy Protein Isolate
	แคลเซียมซัลเฟต	แมกนีเซียมซัลเฟต	แคลเซียมคลอไรด์	
ค่าการดูดกลืนแสง	0.0273[b]	0.0237[b]	0.0233[b]	0.044[a]

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนหมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

จากการศึกษาพบว่า ค่าการดูดกลืนแสงของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับค่าของ Soy Protein Isolates และค่าดูดกลืนแสงของแป้งเต้าหู้ทั้ง 3 ตัวอย่าง มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้ศูนย์ แสดงว่า การละลายของแป้งเต้าหู้ไม่ค่อยดีซึ่งสามารถบอกได้ว่าแป้งเต้าหู้มีความสามารถในการละลายไม่ค่อยดี

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของแป้งเต้าหู้

คุณสมบัติทางเคมีของแป้งเต้าหู้ที่ศึกษาคือ โปรตีน ไขมัน และความชื้น แสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนในแป้งเต้าหู้มีค่าสูงถึง 48.63 % เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารประเภทที่ให้โปรตีนสูง พบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อหมูถึง 3 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ไขมัน และความชื้นของแป้งเต้าหู้กับเต้าหู้แข็ง

ลักษณะคุณสมบัติ	แป้งเต้าหู้ (%)	เต้าหู้แข็ง(%) *
โปรตีน	48.63	11.90
ไขมัน	22.00	6.50
ความชื้น	8.17	68.40

* ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2537

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งเต้าหู้

ศึกษาอายุการเก็บรักษาแป้งเต้าหู้ภายในระยะเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C พบว่า ผู้โภคยอมรับกลิ่นของแป้งเต้าหู้ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C

4.4 ผลการศึกษาการใช้แป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์ emulsion meat

การศึกษาการใช้แป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์ emulsion meat โดยผลิตภัณฑ์ emulsion meat ที่ใช้ คือ ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นจะทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Hedonic scale มีปัจจัยคุณภาพ 5 ปัจจัย คือ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบRCBD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสการใช้แป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น จะทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส 2 ครั้ง

4.4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสครั้งที่1 เพื่อหาปริมาณของแป้งเต้าหู้ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ในการนำไปทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้น โดยแบ่งตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ตามชนิดของสารตกตะกอนที่ใช้ในการทำเต้าหู้ และแต่ละกลุ่มจะมีตัวอย่างที่ใช้แป้งเต้าหู้เติมลงไปในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 5% 7% และ 9% ของน้ำหนักเนื้อหมู ดังแสดงในตารางที่ 5 6 และ7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5 แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaSO_4.2H_2O$ มาทดแทนเนื้อสัตว์ในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณแป้งเต้าหู้ที่เติมลงไปในส่วนผสมลูกชิ้น		
	5%	7%	9%
สี	3.80^{a}	3.75^{a}	3.65^{a}
กลิ่น	3.25^{a}	3.75^{a}	3.25^{a}
เนื้อสัมผัส	3.20^{b}	3.75^{a}	3.40^{ab}
รสชาติ	3.25^{a}	3.35^{a}	3.30^{a}
ความชอบโดยรวม	3.35^{a}	3.70^{a}	3.40^{a}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากตารางที่5 ปริมาณแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaSO_4.2H_2O$ที่ทดแทนในเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 5% 7% และ9% ของน้ำหนักเนื้อหมู พบว่า สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อหมู ที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ 5% ของน้ำหนักเนื้อหมู และลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ 9% ของน้ำหนักเนื้อหมู ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญ

สรุปได้ว่าปริมาณแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaSO_4.2H_2O$ ทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ตารางที่6 แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$MgSO_4.7H_2O$ทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณแป้งเต้าหู้ที่เติมลงในส่วนผสมลูกชิ้น		
	5%	7%	9%
สี	3.70^{a}	3.40^{a}	3.55^{a}
กลิ่น	3.25^{b}	3.85^{a}	3.55^{ab}
เนื้อสัมผัส	3.50^{a}	3.85^{a}	3.50^{a}
รสชาติ	3.95^{a}	3.40^{a}	3.30^{a}
ความชอบโดยรวม	3.20^{ab}	3.85^{a}	3.65^{ab}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97022

จากตารางที่6 พบว่า สี เนื้อสัมผัส และรสชาติ ไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวม ลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู 5% ของน้ำหนักเนื้อหมู และไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ 9% ของน้ำหนักเนื้อหมู

สรุปได้ว่า ผู้บริโภคยอมรับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทดแทนเนื้อหมูที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมูมากที่สุด

ตารางที่7 แสดงคะแนนของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaCl_2$ทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณแป้งเต้าหู้ที่เติมลงในส่วนผสมลูกชิ้น		
	5%	7%	9%
สี	3.60^{a}	3.70^{a}	3.40^{a}
กลิ่น	3.05^{b}	3.65^{a}	3.25^{b}
เนื้อสัมผัส	3.40^{a}	3.70^{a}	3.55^{a}
รสชาติ	3.05^{a}	3.40^{a}	3.10^{a}
ความชอบโดยรวม	3.20^{b}	3.75^{a}	3.40^{b}

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

จากตารางที่7 พบว่า สี เนื้อสัมผัส และรสชาติไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในด้านกลิ่นและความชอบโดยรวม ลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ทดแทนเนื้อหมู 7% ของน้ำหนักเนื้อหมูมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ 5%ของน้ำหนักเนื้อหมู และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ 9%ของน้ำหนักเนื้อหมู

สรุปได้ว่า ผู้บริโภคยอมรับลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทดแทนเนื้อหมูที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมูมากที่สุด

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อวางแผนการทดลองแบบRCBD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDMRT พบว่าผู้บริโภคยอมรับ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิดที่ทดแทนเนื้อหมูที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมูมากที่สุด และที่ 9%ของน้ำหนักเนื้อหมู ผู้บริโภคยังสามารถยอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับได้อยู่ ดังนั้นจึงใช้ปริมาณแป้งเต้าหู้ที่เติมลงไปในส่วนผสมลูกชิ้นเพื่อทดแทนเนื้อหมูที่ 7%ของน้ำหนักเนื้อหมูมาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อหาแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนชนิดใดที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

4.4.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อหาแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนชนิดใดที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

นำแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิดมาทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู แล้วนำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังตารางที่6

ตารางที่8 แสดงคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิดทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู

ปัจจัยคุณภาพ	ลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิด(7% ของน้ำหนักหมู)		
	$CaSO_4.2H_2O$	$MgSO_4.7H_2O$	$CaCl_2$
สี	3.58^a	3.50^a	3.48^a
กลิ่น	3.13^b	3.48^a	2.90^b
เนื้อสัมผัส	3.25^b	3.78^a	3.28^b
รสชาติ	3.40^b	3.80^a	3.45^b
ความชอบโดยรวม	3.40^b	3.88^a	3.40^b

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

เมื่อวางแผนการทดลองแบบRCBD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDMRT พบว่า สีของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในด้านกลิ่นเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน $MgSO_4.7H_2O$มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับแป้งเต้าหู้ที่ใช้$CaSO_4.2H_2O$ และ $CaCl_2$ เป็นสารตกตะกอนซึ่งแป้งเต้าหู้ทั้งสองตัวนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อกัน

แสดงว่าผู้บริโภคยอมรับสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของลูกชิ้นที่ใช้แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$MgSO_4.7H_2O$ ในการทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่5 6 7 และ8 สรุปได้ว่าแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน $MgSO_4.7H_2O$ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดเมื่อนำไปทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมู

4.5 ผลผลิตจากการทำแป้งเต้าหู้

การทำแป้งเต้าหู้ มีวัตถุดิบเริ่มต้น คือ ถั่วเหลือง โดยในแต่ละขั้นตอนการทำแป้งเต้าหู้ วัตถุดิบจะเปลี่ยนไป ผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ แป้งเต้าหู้ ผลผลิตที่ได้จากการทำแป้งเต้าหู้ในแต่ละขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่2 แสดงผลผลิตที่ได้ในการทำแป้งเต้าหู้

4.6 ค่าใช้จ่ายในการทำแป้งเต้าหู้

4.6.1 ราคาของแป้งเต้าหู้เปรียบเทียบกับราคาของถั่วเหลืองแห้ง

ถั่วเหลืองแห้งมีราคา	22	บาท/กิโลกรัม
แป้งเต้าหู้มีราคา	55	บาท/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17488

บทที่ 5

สรุป

1. การวัดสีของแป้งเต้าหู้ พบว่า แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaSO_4.2H_2O$ มีค่า L= 87.79 a = 1.86 b = 14.69 และE = 89.03 แป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน $MgSO_4.7H_2O$ มีค่า L = 84.07 a = 3.04 b = 17.83 และE = 85.99 และแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$CaCl_2$ มีค่า L = 85.97 a = 2.28 b = 16.62 และE = 87.52

2. แป้งเต้าหู้มีค่าการดูดกลืนแสงต่ำ แสดงว่าความสามารถในการละลายของแป้งเต้าหู้ไม่ดี

3. แป้งเต้าหู้มีปริมาณโปรตีน 48.63% ไขมัน 22.00% และความชื้น 8.17%

4. ผู้บริโภคยอมรับแป้งเต้าหู้ที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุปิดสนิท ป้องกันแสงได้ ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C ได้

5. จากการทดลองพบว่า ผู้บริโภคยอมรับแป้งเต้าหู้ที่เติมในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7% ของน้ำหนักเนื้อหมูมากที่สุด

6. ลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอน$MgSO_4.7H_2O$ ผู้บริโภคยอมรับมาก ที่สุด

7. ผลผลิตของแป้งเต้าหู้เท่ากับ 40% เมื่อเทียบกับน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 6

วิจารณ์และเสนอแนะ

1. จากการทดลอง พบว่า แป้งเต้าหู้มีการแพร่กระจายต่ำ แสดงว่าการละลายไม่ค่อยดี เนื่องจากใช้เครื่องอบแบบลมร้อน(Tray dyer) ซึ่งใช้เวลาในการทำแห้งเต้าหู้นาน และอุณหภูมิต่ำ ทำโปรตีนเสียสภาพ ดังนั้น ถ้าทำการทดลองต่อไป อาจทดลองใช้การอบแห้งแบบ Freeze Dry เพื่อรักษาคุณภาพโปรตีน

2. ถ้ามีการปรับปรุงสูตรเครื่องเทศ อาจสามารถเพิ่มปริมาณของแป้งเต้าหู้ ที่ใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ได้เพิ่มขึ้น

3. ในการทดลองได้ใช้วิธีการเติมแป้งเต้าหู้เพื่อทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นโดยตรง ซึ่งมีอีกวิธี คือ การใช้แป้งเต้าหู้แทน Soy Protein Isolate ในการทำ fat emulsion เพื่อเติมในส่วนผสมลูกชิ้น

4. แป้งเต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนสูง จึงน่าจะนำไปใส่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการโปรตีนสูง เช่น อาหารสำหรับเด็ก ซึ่งเป็นวัยที่กำลังเจริญเติบโต ต้องการสารอาหารจำพวกโปรตีนเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองส่งเสริมพืชพันธุ์.2531.เอกสารวิชาการเรื่องถั่วเหลือง.กรุงเทพมหานคร,กรมส่งเสริมการเกษตร

เกษตรศาสตร์,มหาวิทยาลัย.2531.ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันทพนิต.2529.วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.กรุงเทพมหานคร.

ณรงค์ นิยมวิทย์.2528.เต้าหู้หลอด.วารสารอาหาร.ปีที่15,ฉบับที่4:224-244

น้ำทิพย์ วงศ์ประทีป.2540.การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเจลจากโปรตีน
ถั่วเหลือง.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุหลัน พิทักษ์ผล.2534.อุตสาหกรรมอาหารจากถั่วเหลืองในประเทศไทย.วารสารอาหาร.ปีที่21
,ฉบับที่1:1-7

วันชัย สมชิต.2527.คุณสมบัติของถั่วเหลืองและอาหารจากถั่วเหลือง.ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์
ในประเทศไทย.กรุงเทพฯ.สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.หน้า 1-48

วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร.2527.การใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมแทนเนื้อสัตว์ใน
ไส้กรอก.วิทยาสารเกษตรศาสตร์.ปีที่18,ฉบับที่ 3:162-164

ศุกฤตย์ ไทยอุดม.2538.การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำบัวบก Centella asiatica (Linn.)Urban ผง
สำเร็จรูป. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

สมจิตร อ่อนเหม และ เพลินใจ ตั้งคณะกุล.2538.ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง.เอกสารประกอบการฝึก
อบรมเทคนิคการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพให้แก่บุคลากร สถาบันราชภัฏ,สถาบัน
ค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย ประภาวัติ.2538.ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง.เอกสารประกอบการฝึกอบรม
เทคนิคการถนอมอาหารและควบคุมคุณภาพให้แก่บุคลากร สถาบันราชภัฏ,สถาบันค้นคว้า
และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย ประภาวัติ.2533.การเตรียมเต้าหู้หลอดผง เต้าฮวยผง และการทดสอบการยอมรับ.
โภชนาสาร.ปีที่24,ฉบับที่ 3:115-123

สิระ พงษ์รักษ์.2534.การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในส่วนผสมเนื้อสัตว์.ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต.
กรุงเทพฯ.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Kohyama,K.;Sano,Y.,and Doi,E.1995.Rheological Characteristics and Gelation Mechanism of
Tofu (Soybean Curd).J.Agri.Food Chem.43:1808-1812

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hou,H.J.;Chang,K.C.,and Shin,M.C.1997.Yield and Texture Properties of Soft Tofu as Affected by Coagulation Method.Journal of Food Science.62(4):824-827

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นผสมแป้งเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นผสมแป้งเต้าหู้ของเปอร์เซ็นต์แป้งเต้าหู้แต่ละชนิด

ตารางภาคผนวกที่1 วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซ็นต์แป้งเต้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Between Groups	1.433333333	2	0.716666667	1.217585693	0.30352405
	Within Groups	33.55	57	0.588596491		
	Total	34.98333333	59			
COLOUR	Between Groups	0.233333333	2	0.116666667	0.198507463	0.82051808
	Within Groups	33.5	57	0.587719298		
	Total	33.73333333	59			
FLAVOR	Between Groups	0.1	2	0.05	0.082608696	0.92082137
	Within Groups	34.5	57	0.605263158		
	Total	34.6	59			
TEST	Between Groups	3.333333333	2	1.666666667	1.784037559	0.17720905
	Within Groups	53.25	57	0.934210526		
	Total	56.58333333	59			
TEXTURE	Between Groups	5.633333333	2	2.816666667	4.646888567	0.01350391
	Within Groups	34.55	57	0.606140351		
	Total	40.18333333	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบ Duncan

ACCEPT

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.35
9	20	3.4
7	20	3.7
Sig.		0.17914748

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

COLOUR

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
9	20	3.65
7	20	3.75
5	20	3.8
Sig.		0.564672346

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLAVOR

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.25
9	20	3.3
7	20	3.35
Sig.		0.705211164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

TEST

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.25
9	20	3.25
7	20	3.75
Sig.		0.127697573

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXTURE

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	20	3	
9	20	3.4	3.4
7	20		3.75
Sig.		0.109744608	0.16058791

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

หมายเหตุ

5 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 5%

7 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 7%

9 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่2 วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซ็นต์แป้งเต้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแมกนีเซียมซัลเฟต

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Between Groups	4.433333333	2	2.216666667	3.683673469	0.031294
	Within Groups	34.3	57	0.601754386		
	Total	38.73333333	59			
COLOUR	Between Groups	0.9	2	0.45	0.755522828	0.474411
	Within Groups	33.95	57	0.595614035		
	Total	34.85	59			
FLAVOR	Between Groups	2.233333333	2	1.116666667	1.770514604	0.179479
	Within Groups	35.95	57	0.630701754		
	Total	38.18333333	59			
TEST	Between Groups	3.6	2	1.8	2.614012739	0.082003
	Within Groups	39.25	57	0.688596491		
	Total	42.85	59			
TEXTURE	Between Groups	1.633333333	2	0.816666667	1.094007051	0.341799
	Within Groups	42.55	57	0.746491228		
	Total	44.18333333	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบ Duncan

ACCEPT

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	20	3.2	
9	20	3.65	3.65
7	20		3.85
Sig.		0.071810961	0.41829199

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

COLOUR

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
7	20	3.4
9	20	3.55
5	20	3.7
Sig.		0.25237268

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLAVOR

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	2.95
9	20	3.3
7	20	3.4
Sig.		0.095262046

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

TEST

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	20	3.25	
9	20	3.55	3.55
7	20		3.85
Sig.		0.257717133	0.25771713

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXTURE

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.5
9	20	3.5
7	20	3.85
Sig.		0.232932457

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

หมายเหตุ

5 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 5%

7 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 7%

9 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่3 วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปอร์เซ็นต์แป้งเต้าหู้ที่เติมสารตกตะกอนแคลเซียมคลอไรด์

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCEPT	Between Groups	3.1	2	1.55	2.78267717	0.070293799
	Within Groups	31.75	57	0.557017544		
	Total	34.85	59			
COLOUR	Between Groups	0.933333333	2	0.466666667	0.89261745	0.41522935
	Within Groups	29.8	57	0.522807018		
	Total	30.73333333	59			
FLAVOR	Between Groups	1.433333333	2	0.716666667	1.03286979	0.362549633
	Within Groups	39.55	57	0.693859649		
	Total	40.98333333	59			
TEST	Between Groups	3.733333333	2	1.866666667	2.71082803	0.075054668
	Within Groups	39.25	57	0.688596491		
	Total	42.98333333	59			
TEXTURE	Between Groups	0.433333333	2	0.216666667	0.40425532	0.669372141
	Within Groups	30.55	57	0.535964912		
	Total	30.98333333	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบ Duncan

ACCEPT

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
PERCENT		1	2
5	20	3.2	
9	20	3.4	3.4
7	20		3.75
Sig.		0.400309563	0.1435906

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

COLOUR

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
PERCENT		1
9	20	3.4
5	20	3.6
7	20	3.7
Sig.		0.221803529

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLAVOR

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.05
9	20	3.1
7	20	3.4
Sig.		0.21598641

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

TEST

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5	20	3.05	
9	20	3.25	3.25
7	20		3.65
Sig.		0.449106038	0.1329577

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXTURE

Duncan

PERCENT	N	Subset for alpha = .05
		1
5	20	3.4
9	20	3.55
7	20	3.6
Sig.		0.421260439

Means for groups in homogencous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

หมายเหตุ

5 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 5%

7 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 7%

9 คือ สูตรที่เติมแป้งเต้าหู้ 9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นผสมแป้งเต้าหู้ของสารตกตะกอนแต่ละชนิด

<u>ตารางภาคผนวกที่4</u> วิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของสารตกตะกอนแต่ละชนิด

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ACCECT	Between Groups	6.016666667	2	3.008333333	5.90809903	0.003594
	Within Groups	59.575	117	0.509188034		
	Total	65.59166667	119			
COLOUR	Between Groups	0.216666667	2	0.108333333	0.22735426	0.79699
	Within Groups	55.75	117	0.476495726		
	Total	55.96666667	119			
FLAVOR	Between Groups	3.8	2	1.9	3.18025751	0.045193
	Within Groups	69.9	117	0.597435897		
	Total	73.7	119			
TEST	Between Groups	6.716666667	2	3.358333333	5.46108409	0.005402
	Within Groups	71.95	117	0.614957265		
	Total	78.66666667	119			
TEXTURE	Between Groups	7.016666667	2	3.508333333	6.1772009	0.002816
	Within Groups	66.45	117	0.567948718		
	Total	73.46666667	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและคะแนนการยอมรับแบบ Duncan

ACCECT

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	40	3.4	
2	40	3.4	
3	40		3.875
Sig.		1	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000

COLOUR

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05
		1
2	40	3.475
3	40	3.5
1	40	3.575
Sig.		0.546062655

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLAVOR

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	40	3.4	
2	40	3.45	
3	40		3.8
Sig.		0.772869319	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000

TEST

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2	40	2.9	
1	40	3.125	
3	40		3.475
Sig.		0.201978683	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXTURE

Duncan

TRT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1	40	3.25	
2	40	3.275	
3	40		3.775
Sig.		0.882319309	1

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000

หมายเหตุ

1 คือ สารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต

2 คือ สารตกตะกอนแมกนีเซียมซัลเฟต

3 คือ สารตกตะกอนแคลเซียมคลอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อผู้ชิม..... เพศ. .....อายุ. .....

วันที่..... ชุดที่.....

ข้อปฏิบัติของผู้ชิม

1. ชิมตัวอย่างโดยเรียงจากซ้ายไปขวา
2. ในระหว่างการชิมแต่ละตัวอย่างใช้น้ำบ้วนปากเพื่อป้องกันการสับสนในระหว่างตัวอย่าง
3. คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์คือ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความชอบรวม
4. พิจารณาคะแนนจาก 1- 5 โดยแบ่งคะแนนตาม
    1. ไม่ชอบมาก
    2. ไม่ชอบ
    3. เฉยๆ
    4. ชอบ
    5. ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ทางเคมี

1.1 การหาโปรตีน

อุปกรณ์

1. ขวด kjeldahl flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
3. เครื่อง condenser
4. เครื่องย่อยโปรตีน
5. erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. กระบอกน้ำกลั่น
7. ชุดไตเตรท

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริค เข้มข้น (conc.H_2SO_4 93 -98 %) reagent grade
2. กรดบอริค (Boric acid) 4% เตรียมจากละลายผลึกของกรดบอริค 20 กรัม ในน้ำ กลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและทิ้งไว้ให้เย็น ปริมารตร 1000 ml.เก็บสารละลายในขวดจุกแก้ว
3. กรดไฮโดรคลอริค 0.1 N.
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 % เตรียมจากละลายเกร็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัมในน้ำกลั่น 350 มล.
5. Catalyst :

โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 1

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) 7

ผสมทั้ง 2 อย่างเข้าด้วยกันในอัตราส่วน 1:7 (รวม 48 กรัม)

6. Mixed indicator

- เตรียม 0.1 % Bromocresol green ใน 95 % แอลกอฮอล์ และ 0.1 % Methyl red ใน 95 % แอลกอฮอล์
- ผสม 10 มล. Bromocresol green กับ 2 มล. Methyl red ในขวดหยด สารละลายดังกล่าว 4 หยดมีปริมาตร 0.05 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในขวด Kjeldahl flask 250 มล. อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด ตัวอย่างที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เพราะมีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อสัตว์ และธัญพืช

2. เติม catalyst 7 กรัม กรดซัลฟูริค เข้มข้น 20 มล. และ boiling chips

3. นำ Kjeldahl flask ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดควันที่ดี ใช้ความร้อนต่ำประมาณ 5 นาที ก่อนเร่งความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยโปรตีนจนได้สารละลาย สีฟ้าใส (นานประมาณ 1 ชั่วโมง) ขณะย่อยโปรตีนหมุนขวดเป็นระยะ ๆ

4. รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมดควันของไอกรดก่อนเติมน้ำกลั่น 30 มล. โดยแยกเติมทีละ 5 มล. พร้อมเขย่าขวด

5. เทสารละลายทั้งหมดลงใน volume flask 100 ml. ล้างขวดย่อยโปรตีนด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง แล้วเทลงในขวดปรับปริมาตร จนถึงขีดบอก

6. ทำ blank (ตั้งแต่ ข้อ 1 ถึง 6) โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

7. เปิดชุดกลั่นโปรตีนและผ่านน้ำเย็นเข้า-ออก condensor เปิดสวิสซ์เตาของชุดกลั่น ให้มีความร้อนเพียงพอในขณะเริ่มต้นกลั่น และป้องกันการไหลย้อนกลับของสารละลายที่ใช้เก็บแอมโมเนีย

8. ดูดกรดบอริค 60 มล. ใน Erlenmeyer flask 500 ml. ที่แห้งและสะอาดหยด mixed indicator 4 หยด เขย่า ให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condensor จุ่มในสารละลาย

9. ดูดสารละลายในข้อ 5 มา 5 มล. ลงในขวดกลั่น ล้างไปเปตด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งลงในขวดกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 % จำนวน 3 มล. ประกอบเข้าชุดกลั่น

10. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่าน condensor ลงสู่สารละลายบอริคสีของสารละลายเปลี่ยนจากม่วง-น้ำเงิน (bluish purple) ไปเป็นเขียว-น้ำเงิน (bluish green) การเปลี่ยนสีเป็นอย่างรวดเร็วประมาณ 20-30 วินาทีเมื่อสารละลายบอริค เปลี่ยนสีประมาณ 5 นาที ลดระดับของ Erlenmeyer flask ให้ปลาย condensor อยู่เหนือระดับของของเหลว 1 ซม. ล้างปลาย condensor ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริค 0.1 N. จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นใสไม่มีสี

ข้อแนะนำ

อาจไตเตรทจนเป็นสีชมพู ลบปริมาตรของไฮโดรคลอริคออก 0.02 มล. จะทำให้สังเกต end point ได้ง่ายขึ้นเนื่องจากสีชมพูจะเข้มข้นเมื่อหยดไฮโดรคลอริดเกินเพียงหยดเดียว

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับ blank

2. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน = $\frac{(A - B) \times CD \times 100}{G \times 1000}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์โปรตีน = (% ไนโตรเจน) x 6.25

เมื่อ A = มล.ของสารละลายไฮโดรคลอริค ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = มล.ของสารละลายไฮโดรคลอริค ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

C = ความเข้มข้น (N) ของกรดไฮโดรคลอริค

D = 14

G = น้ำหนักของตัวอย่าง

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

<u>อุปกรณ์</u>

1. thimble
2. ชุดสกัดไขมัน soxhled
3. extraction tube
4. hot air oven
5. tong
6. desiccator
7. ตาชั่ง

<u>สารเคมี</u>

1. petroleum ether

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10 กรัม ใน thimble ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลีหรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง

2. บรรจุ thimble ในชุดสกัดไขมัน soxhlet โดย thimble อยู่ใน extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ condenser ส่วนด้านล่างต่อกับ round bottom flask ชนิด 2 หรือ 3 คอ

3. ตวง anhydrous ether 150 ml. ในขวดแก้วก้นกลม ต่อสายยางนำน้ำเข้า-ออกจาก condenser ก่อนเปิดสวิสซ์ของเตา heating mantle ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม (เช่น 150 หยดต่อนาที) เพื่อให้ไอของ anhydrous ether ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างต่อเนื่อง นาน 16 ชั่งโมง

4. แยก anhydrous ether ออกด้วย vacuum evaporator นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที ไล่ ether จนหมดนำไปทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักของ crude fat

5. เตรียมบีกเกอร์แห้งสะอาดทราบน้ำหนักมาก่อนสำหรับชั่งน้ำมันที่สกัดได้ ในกรณีที่ปริมาณน้ำมันน้อยให้ชั่งน้ำมันที่สกัดได้ในภาชนะเดิม

6. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน = $\frac{\text{น.น. บีกเกอร์และไขมัน - น.น. บีกเกอร์}}{\text{น.น.ตัวอย่าง}} \times 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การหาความชื้น

อุปกรณ์

1. aluminium can
2. hot air oven
3. ตาชั่งละเอียด
4 desiccator
5. tong
6. ช้อนตักสาร

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อการหาความชื้น เช่น เมล็ดควรบดก่อน เมล็ดหรือธัญญพืชที่ชื้นเกิน กว่าจะอบได้ควรอบเล็กน้อยในเวลาสั้นๆ หรือที่เรียกว่า pre-drying จากนั้นจึงบดและนำไปหาความชื้นด้วยวิธีปกติ
2. ชั่งน.น. aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
3. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด (10^{-4} กรัม)
4. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิแตกต่างกันเช่นตัวอย่างผลไม้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (16-18 ชั่วโมง) ตัวอย่างผักอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (3 ชั่วโมง) ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (3-4 ชั่วโมง) เมล็ดข้าง โพดข้าวเจ้าถั่วเหลืองบดและอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง
5. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก (บางครั้งอาจต้องนำตัวอย่างไปอบต่อจนมีน้ำหนักคงที่หรือแตกต่าง ประมาณ 0.003-0.005 กรัมเท่านั้น)
6. อาหารที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิด volatile หรือที่มีน้ำตาลประกอบอยู่มากมักมีน้ำหนักคงที่ ควรอบในอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 4 วันแทน
7. ตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบแห้งแล้วให้นักศึกษาเก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไขมัน กรณีที่ต้องการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเถ้า ควรเลือกใช้ porcelain dish แทน aluminium can
8. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น = $\frac{\text{น.น. สด - น.น. แห้ง}}{\text{น.น. สด}} \times 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.1 การวัดค่าสี (ดัดแปลงมาจาก Pilar cano และ คณะ,1990)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี (chomameter ยี่ห้อ minolta)

วิธีการทดลอง

1. ทำการ calibrate เครื่องวัดสีโดยใช้ตลับเซลามิกสีขาวที่มีมากับเครื่อง
2. ตั้งค่าการวัดของเครื่องเป็นระบบ L , a , b
3. นำตัวอย่างใส่ในภาชนะนำมาวัด

2.2 การวิเคราะห์สมบัติการละลาย [ดัดแปลงมาจาก Abdel Kareem และBrennan (1975):Al-Tinary และIsmail(1985) อ้างในAl-Kahtani และ Hanssan(1990)]

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องCentrifuge
2. เครื่องSpectrophotometer
3. หลอดCentrifuge
4. Cuvet
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. แท่งแก้ว

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 $\pm$0.2 กรัม เติมลงในน้ำกลั่น 50°C 100 มิลลิลิตร
2. คนตัวอย่างให้ละลายโดยใช้แท่งแก้ว นาน 15 วินาที
3. ดูดสารละลายออกจากตะกอน ลงในหลอดCentrifuge ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปcentrifuge ที่ 1800 rpm นาน 3 วินาที
4. ดูดส่วนที่ใส่ด้านบนออก
5. นำไปส่วนที่ใสไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 642.5 นาโนเมตร โดยถ้าค่าดูดกลืนแสงมีค่าต่ำแสดงว่าอนุภาคของตัวอย่างมีการละลายในน้ำเพียงเล็กน้อย ถ้ามีค่าใกล้เคียง 1 แสดงว่าอนุภาคของตัวอย่างมีการละลายสู่น้ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รูปภาพในกระบวนการผลิตแป้งเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 ภาพของแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์

ภาพที่ 2 ภาพของลูกชิ้นที่เติมแป้งเต้าหู้ที่ทำจากเต้าหู้ที่ใช้สารตกตะกอนแคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์เพื่อทดแทนเนื้อหมูในส่วนผสมลูกชิ้นที่ 7%ของน้ำหนักหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 เครื่องวัดสี (Charometer ยี่ห้อ Minolta)

ภาพที่ 4 เครื่องอบแบบลมร้อน (Tray dyer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้