การผลิตผลิตภัณฑ์เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

Production of Packed Soft Tofu from Vegetable Soybean

ธิติมา จันทโกศล[1], นภารัตน์ เทวฤทธิ์[1], และพรรทิรา พูลทรัพย์[1]

Thitima Jantakoson, Naparat Tewarit and Pantira Pulsub

Abstract

To Study of production of packed soft tofu from vegetable soybean. Raw material was prepared by soaking in 0.25 percent of sodium bicarbonate for 2 hr to get rit of beany flavor. This research was to study of four factors, of protein coagulation. Firstly, the optimal amount of total solid at 4 levels were 11, 12, 13 and 14 percent .Secondly , optimal concentrations of calcium sulfate were 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 percent. Thirdly, suitable temperature for protein coagulation 70, 80 and 90 °c. Fourthy, timing of protein coagulation were 30, 40 and 50 minutes.The results showed that the optiomal levels of the four factors for production of packed soft tofu were 13 percent of total solid, 2 percent of calcium sulfate and heated at 70 °c for 50 minites of protein coagulation of tofu, which was produced with these conditions, has low water loss, fine texture, high firmness, and less coating on tongue causing high favourite for consumers.

Keywords : Vegetable Soybean, Packed Soft Tofu, Calcium su

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด โดยการนำเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการกำจัดกลิ่นถั่วโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.25 นาน 2 ชั่วโมง มาศึกษากรรมวิธีการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด โดยการศึกษาปริมาณของแข็งที่เหมาะสมในการผลิต คือ ร้อยละ 11 12 13 และ 14 ศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีน คือ ร้อยละ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการตะกอน

[1]โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Food Science and Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songkhla 90000 Thailand.

โปรตีน คือ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส และศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีน คือ 30 40 และ 50 นาที พบว่า สภาวะในการผลิตเต้าหู้ที่เหมาะสมทำได้โดยการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 ใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 นำมาตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที จะทำให้ได้เต้าหู้ที่มีปริมาณการสูญเสียน้ำต่ำ ลักษณะเนื้อสัมผัสเนียน มีความแน่นเนื้อสูง และมีการเคลือบลิ้นต่ำ ส่งผลให้เต้าหู้หลอดที่ได้มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมสูงที่สุด

คำสำคัญ : ถั่วเหลืองฝักสด, เต้าหู้หลอด, แคลเซียมซัลเฟต

บทนำ

เต้าหู้อ่อน (Soft tofu หรือ Silken tofu หรือ Kinugoshi tofu) ทำจากน้ำนมถั่วเหลืองซึ่งมีปริมาณของแข็งอยู่ร้อยละ 10-12 ผลิตภัณฑ์ที่ได้ประกอบด้วยความชื้นประมาณร้อยละ 88-90 และโปรตีนร้อยละ 6 มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มคล้ายเนยแข็งชนิดอ่อน แต่ก็ยังมีความแข็งพอที่จะคงรูปร่างอยู่ได้ภายหลังถูกตัด (Liu, 1997 อ้างโดย ชูศักดิ์ รับพร, 2547) การผลิตเต้าหู้อ่อนทางการค้าสามารถใช้กลูโคโนเดลต้าแลคโตน (glucono-δ-lactone, GDL) หรือสารละลายแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต (calcium sulfate dihydrate) ความเข้มข้นต่ำ ๆ โดยผสมสารละลายของสารตกตะกอนกับน้ำนมถั่วเหลืองให้เข้ากัน บรรจุภาชนะและปิดผนึก หลังจากนั้นแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นานประมาณ 50 นาที เพื่อทำให้โปรตีนถั่วเหลืองเกิดการตกตะกอน แล้วนำไปแช่ในน้ำเย็น เก็บรักษาในตู้เย็น เต้าหู้ชนิดนี้เมื่อน้ำนมถั่วเหลืองเกิดการตกตะกอนจะไม่มีการแยกเอาเวย์ (whey) ออกจากเคิร์ด (curd) ทำให้มีปริมาณสารอาหารอยู่ในเต้าหู้อ่อนสูง และมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม (Murphy และคณะ, 1997)

ถั่วเหลืองฝักสด (Vegetable soybean) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งอาหารโปรตีน แคลเซียม วิตามินเอ วิตามินบี และวิตามินซี มีรสหวานอร่อย สามารถนำมาบริโภคในระยะก่อนถั่วจะแก่โดยฝักจะเต่งตึง และเมล็ดยังมีสีเขียว (สุวิมล กะตากูล, 2543 อ้างโดย สุรพล มนัสเสรี, 2541) ถั่วเหลืองฝักสดมีขนาดเมล็ดใหญ่ (มากกว่า 250 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้ง/เมล็ด) (Murphy และคณะ, 1997) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไทย (วีรชัย ศรีวัฒนพงศ์, 2547) โดยมีแหล่งปลูกถั่วเหลืองฝักสดของไทยกระจายอยู่ในจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคเหนือ เช่น กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ และน่าน ส่วนใหญ่ปลูกเพื่อการส่งออก (วรรณภา เสนาดี, 2548) การใช้ประโยชน์ถั่วเหลืองฝักสด เช่นเดียวกับผักจึงทำให้ถั่วเหลืองฝักสดแตกต่างจากถั่วเหลืองไร่ โดยสิ้นเ[illegible]รพล มนัสเสรี, 2541) ถั่วเหลืองไร่ต้องผ่านการทำแห้งให้อยู่ในรูปของเมล็ดแห้งก่อน

นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในระหว่างการทำแห้งเมล็ดถั่วเหลืองไร่ อาจทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะอย่างยิ่งเกิดการสูญเสียวิตามินบี และซี ในระหว่างกระบวนการทำแห้งและอาจทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มีอยู่ภายในเมล็ดถั่วอันเนื่องมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lipoxygenase) (นิกร ชาติดำ, 2534) นอกจากนี้การนำถั่วเหลืองไร่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยังเป็นการเพิ่มขั้นตอนในการแปรรูป เนื่องจากมีลักษณะเป็นถั่วเมล็ดแห้ง ทำให้ก่อนการแปรรูปจำเป็นต้องมีขั้นตอนการแช่น้ำเพื่อทำให้เมล็ดถั่วมีลักษณะคืนตัวและนิ่มลงเป็นระยะเวลานานประมาณ 16 ชั่วโมง(ชาญวิทย์ ประเสริฐวชิรากุล และวีรเทพ เทพสุวรรณ, 2543) แต่อย่างไรก็ตามถั่วเหลืองฝักสดมักนิยมรับประทานในระยะฝักเต่งตึง เมล็ดยังมีสีเขียว จึงทำให้ยังมีอายุเก็บรักษาสั้น จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการเก็บรักษา (สุวิมล กะตากูล, 2543 อ้างโดย สุรพล มนัสเสรี, 2541) ดังนั้นหากมีการนำถั่วเหลืองฝักสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เต้าหู้หลอด เช่นเดียวกับถั่วเหลืองไร่จะสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ และยังเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองฝักสดให้มีความหลากหลายมากขึ้น

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด (Vegetable soybean) พันธุ์กำแพงแสน 292 ซึ่งเก็บในช่วงอายุการเก็บเกี่ยว 60-65 วัน จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ถุงโพลีโพรพีลีน (Polypropylene) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว
3. สารเคมีที่ใช้สำหรับตกตะกอนโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองฝักสด ได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต (Calcium sulfate dihydrate ; $CaSO_4.2H_2O$) โดยใช้เกรดสำหรับอาหาร
4. สารเคมีสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้เกรดสำหรับวิเคราะห์
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ตรา Memmert รุ่น WE14 ประเทศเยอรมัน

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมต่อการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

นำเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดมาทำการกำจัดกลิ่นถั่วโดยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.25 แล้วนำมาเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 4 ระดับ คือ ปริมาณของแข็ง ร้อยละ 11 12 13 และ 14 ตามลำดับ ทำการผลิตเต้าหู้หลอด โดยใช้วิธีการผลิตดังภาพที่ 1 แล้วนำเต้าหู้ที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

- วัดปริมาณการสูญเสียน้ำของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด
- ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบแบบ QDA ในด้านความเนียน การเคลือบลิ้น และ ความแน่นเนื้อ และทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน แล้วทำการคัดเลือกปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ทำให้เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดมีคะแนนความชอบรวมมากที่สุดมาทำการทดลองในข้อ 2 ต่อไป

2. ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมต่อการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีน คือ แคลเซียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดโดยการใช้แคลเซียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 โดยน้ำหนักของน้ำนมถั่วเหลือง ตามลำดับ ทำการผลิตและตรวจสอบคุณลักษณะของเต้าหู้หลอดที่ผลิตได้เช่นเดียวกับข้อ 1 แล้วทำการคัดเลือกความเข้มข้นของแคลเซียมซัลเฟตที่ทำให้เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดมีคะแนนความชอบรวมมากที่สุดมาทดลองในข้อ 3 ต่อไป

เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด

↓

ล้างทำความสะอาดและทำการกำจัดกลิ่นถั่ว

↓

ล้างด้วยน้ำสะอาดในอัตราส่วนถั่วเหลืองฝักสด : น้ำ เท่ากับ 1: 3

↓

เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้มีปริมาณของแข็งตามที่กำหนด โดยบดเมล็ดถั่วกับน้ำด้วยเครื่องปั่นความเร็ว ระดับ 1 นาน 2 นาที

↓

กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น

↓

นำของเหลวที่ได้ไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที โดยกวนตลอดเวลา

↓

ลดอุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้เหลือที่ 35 องศาเซลเซียส

↓

เติมแคลเซียมซัลเฟต แล้วคนด้วยความเร็วสม่ำเสมอ นาน 25 วินาที

↓

บรรจุใส่ถุง และปิดผนึก

↓

แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที

↓

ทำให้เย็นแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง

ภาพที่ 1 กรรมวิธีพื้นฐานในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Shen และคณะ (1991)

3. ศึกษาอุณหภูมิในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีนโดยทำการตกตะกอนที่สภาวะอุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 2 แล้วคัดเลือกสภาวะอุณหภูมิในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดที่ทำให้เต้าหู้หลอดมีคะแนนความชอบรวมมากที่สุดมาทดลองในข้อ 4 ต่อไป

4. ศึกษาผลของระยะเวลาในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ทำการศึกษาระยะเวลาในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสม โดยกำหนดเป็น 3 ระยะเวลา คือ 30 40 และ 50 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 3 แล้วคัดเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีนที่ทำให้เต้าหู้หลอดถั่วเหลืองฝักสดมีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลองชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely randomized design, CRD) การทดลองเกี่ยวข้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบรูณ์ (Randomized completely block design, RCBD) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

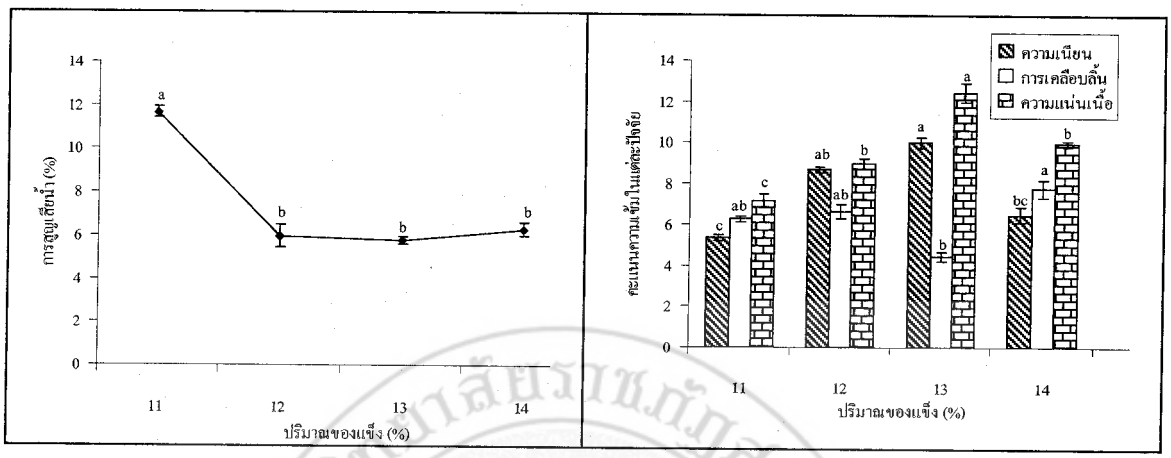
1. ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดโดยศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมด 4 ระดับ คือ ร้อยละ 11 12 13 และ 14

1.1 การวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ พบว่า เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 5.78 ส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น เนียน และสามารถคงรูปร่างอยู่ได้ ดังภาพที่ 2 (a) ทั้งนี้เนื่องจากเจลมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในโครงข่ายโปรตีนไว้ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนกับน้ำที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมทำให้โปรตีนสามารถอุ้มน้ำได้ดี แต่เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 11 และ 12 มีปริมาณโปรตีนน้อยและปริมาณน้ำมากเกินไปทำให้โปรตีนสามารถอุ้มน้ำได้น้อย ลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้จะนิ่ม เละ และเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่มีปริมาณของแข็ง

ร้อยละ 14 มีปริมาณโปรตีนมากและมีปริมาณน้ำน้อยเกินไปทำให้โครงสร้างของเจลที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสหยาบ และแห้ง ไม่ชุ่มฉ่ำ ส่งผลให้การเคลือบลิ้นสูงขึ้นด้วย



(a) (b)

ภาพที่ 2 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำ (a) ; คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA (b) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด ตัวอักษรที่เหมือนกันบนเส้นกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA พบว่า เต้าหู้หลอดที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 มีคะแนนความเข้มในด้านการเคลือบลิ้นต่ำ ความเนียน และความแน่นเนื้อสูงที่สุด ($P<0.05$) ดังภาพที่ 2 (b) สอดคล้องกับการทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) พบว่า เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมสูงกว่าทุกชุดการทดลอง ($P<0.05$) ดังตารางที่ 1

ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของแข็งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณโปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด โดยปริมาณของแข็งในเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดมีมากก็จะทำให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นด้วย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้หลอดที่ผลิตได้มีคุณสมบัติในการเกิดเจลได้ดี มีค่าความยืดเกาะ ค่าความแข็ง และค่าความยืดหยุ่นเพิ่มสูงขึ้น (Cai และคณะ, 1997 อ้างโดย ชูศักดิ์ รับพร, 2547) ในขณะที่ชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 11 และ 12 มีคะแนนความชอบในด้านความแน่นเนื้อต่ำ เนื่องจากมีปริมาณของแข็งน้อยเกินไปทำให้มีปริมาณโปรตีนน้อยส่งผลให้มีความสามารถในการเกิดเจลได้น้อย จึงทำให้เจลที่ได้ไม่สามารถคงรูปร่างอยู่ได้ เต้าหู้หลอดที่ได้จึงมีลักษณะนิ่ม เละ ส่วนชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 14 มีลักษณะ

เนื้อสัมผัสหยาบ และการเคลือบลิ้นสูง เนื่องจากมีปริมาณของแข็งที่มากเกินไป ทำให้โปรตีนเกิดการรวมกลุ่มมากเป็นอนุภาคขนาดใหญ่เกินไป จะเห็นได้ว่าปริมาณของแข็งร้อยละ 13 เป็นปริมาณของแข็งที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ตารางที่ 1 ผลของปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดต่อคะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ของน้ำนมถั่วเหลืองฝักสด

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%)	คะแนนความชอบ				
	ลักษณะปรากฏ	ความเนียน	การเคลือบลิ้น	ความแน่นเนื้อ	ความชอบรวม
11	6.00 ^{b}	6.00 ^{a}	6.73 ^{ab}	5.80 ^{ab}	6.13 ^{b}
12	6.13 ^{b}	6.26 ^{a}	6.26 ^{b}	5.66 ^{b}	6.13 ^{b}
13	7.13 ^{a}	6.13 ^{a}	7.16 ^{a}	7.00 ^{a}	7.33 ^{a}
14	5.80 ^{b}	6.03 ^{a}	6.06 ^{b}	5.40 ^{b}	5.73 ^{b}

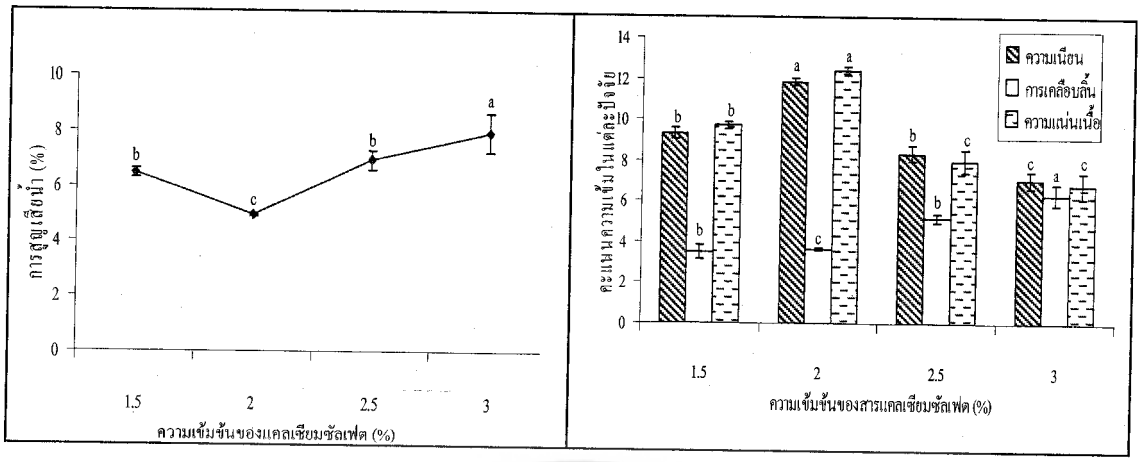
ตัวอักษรที่เหมือนกันบนเส้นกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. ผลของความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมต่อการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการศึกษาความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด โดยการเติมแคลเซียมซัลเฟต 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 ตามลำดับ ทำการผลิตเต้าหู้หลอดเช่นเดียวกับข้อ 1 โดยใช้ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 13

2.1 การวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ พบว่า เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่เติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีการสูญเสียปริมาณน้ำน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4.92 ในขณะที่เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่เติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 2.5 และ 3.0 ตามลำดับ มีการสูญเสียน้ำมากกว่า ดังภาพที่ 3 (a) แสดงให้เห็นว่า การใช้แคลเซียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.0 ทำให้เกิดการรวมตัวกันของสายโพลีเปปไทด์กลายเป็นสายโพลีเปปไทด์ที่มีขนาดใหญ่และรวมตัวกันเป็นกลุ่มของสายโพลีเปปไทด์ที่แน่นขึ้นทำให้โครงข่ายร่างแห มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีเกิดการตกตะกอนที่สมบูรณ์ ส่วนที่แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตน้อยเกินไปทำให้มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีการตกตะกอน และการใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 3.0 มีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตมากเกินไป ทำให้เกิดการตกตะกอนอย่างรวดเร็วเกินไป โปรตีนจะตกตะกอนไม่สมบูรณ์ มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบ



(a) (b)

ภาพที่ 3 ผลของความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำ (a) ; คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA (b) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด ตัวอักษรที่เหมือนกันบนเส้นกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA พบว่า เต้าหู้หลอดที่เติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีคะแนนความเข้มในด้านการเคลือบลิ้นต่ำ ความเนียน และความแน่นเนื้อสูงที่สุด ($P<0.05$) ดังภาพที่ 3 (b) จากการทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) พบว่า เต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่เติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ดังตารางที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมซัลเฟตมีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้เป็นอย่างมาก ปริมาณแคลเซียมซัลเฟตที่เหมาะสมจะสามารถตกตะกอนโปรตีนได้สมบูรณ์ (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2545) โดยจะได้เวย์ใสสีเหลืองปนเขียวแยกตัวออกจากตะกอนโปรตีน ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมต่ำกว่าเต้าหู้หลอดที่เติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 เนื่องจากปริมาณความเข้มข้นแคลเซียมซัลเฟตน้อยเกินไป น้ำที่แยกตัวออกมาจากผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะขุ่น การตกตะกอนของโปรตีนเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์และคุณภาพไม่ดี ส่วนเต้าหู้หลอดที่มีการเติมแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 3.0 เนื่องจากมีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตมากเกินไป ปฏิกิริยาการเกิดตะกอนจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ปริมาตรของเต้าหู้จะลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เต้าหู้ที่ได้มีลักษณะแข็ง และมีรสฝาดของแคลเซียม

ซัลเฟต (เพลินใจ ตั้งคณะกุล, 2545) จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนร้อยละ 2.0 เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีนต่อคะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ของเต้าหู้จากหลอดถั่วเหลืองฝักสด

ความเข้มข้นของสารตกตะกอนโปรตีน (%)	คะแนนความชอบ				
	ลักษณะปรากฏ	ความเนียน	การเคลือบลิ้น	ความแน่นเนื้อ	ความชอบรวม
1.5	6.80 [b]	6.60 [a]	6.50 [a]	6.43 [b]	6.76 [b]
2.0	7.86 [a]	7.10 [a]	6.63 [a]	6.90 [a]	7.20 [a]
2.5	5.93 [c]	6.00 [b]	5.90 [b]	5.73 [c]	5.80 [c]
3.0	5.66 [c]	5.90 [b]	5.76 [c]	5.80 [c]	5.93 [c]

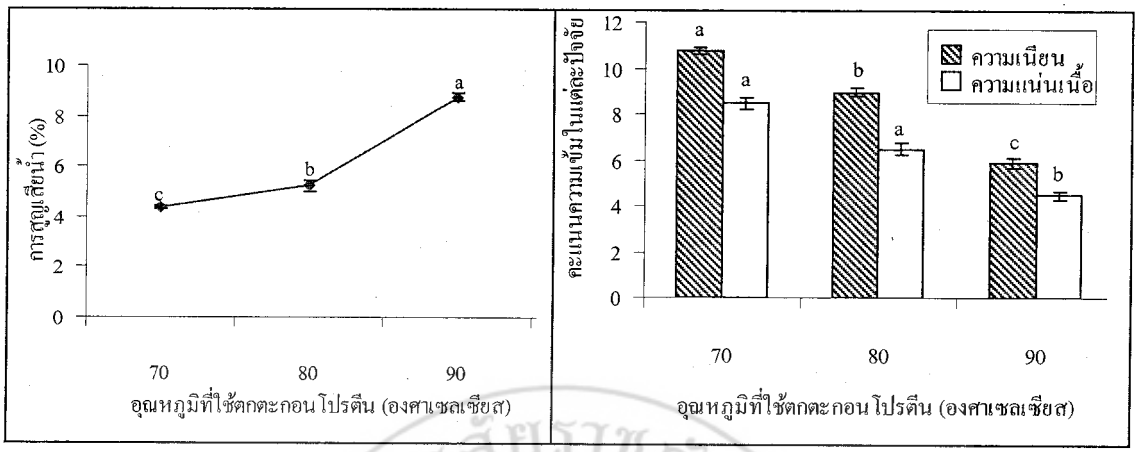
ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด โดยการศึกษาระดับอุณหภูมิที่ใช้การตกตะกอนโปรตีน 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที พบว่า เต้าหู้หลอดที่ตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น เนียน การเกิดเจลได้ดี ส่วนเต้าหู้หลอดที่ได้จากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที พบว่า เต้าหู้หลอดสามารถเกิดเจลได้ แต่มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างหยาบ ไม่เรียบเนียน

3.1 การวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของเต้าหู้หลอดถั่วเหลืองฝักสด

จากการวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ พบว่า การให้ความร้อนในการตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที เต้าหู้หลอดมีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4.35 แสดงว่า เต้าหู้ที่ผลิตได้มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของเต้าหู้หลอด ดังภาพที่ 4 (a)



(a) (b)

ภาพที่ 4 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำ (a) ; คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA (b) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด ตัวอักษรที่เหมือนกันบนเส้นกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA พบว่า เต้าหู้ที่ตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที มีคะแนนความเข้มในด้านความเนียนมีค่ามากกว่าชุดการทดลองอื่น ($P<0.05$) ส่วนคะแนนความเข้มในด้านความแน่นเนื้อมีค่าสูงกว่าเต้าหู้หลอดที่ให้ความร้อนในการตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เล็กน้อย ($P\geq0.05$) ส่วนในชุดการทดลองที่ตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จะมีคะแนนความเข้มใน 2 ปัจจัยดังกล่าวต่ำที่สุด ($P<0.05$) ดังภาพที่ 4 (b)จากการทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่ตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมสูงที่สุด รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 80 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนโปรตีนที่สูงส่งผลให้โปรตีนที่อยู่ในเต้าหู้มีพลังงานมากจนเกิดการตกตะกอนอย่างรวดเร็ว เต้าหู้ที่ได้จึงมีโครงข่ายร่างแหขนาดเล็กเกินไป ส่งผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง เนื้อสัมผัสแข็ง ส่วนการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนโปรตีนที่ต่ำเกินไปจะทำให้การตกตะกอนของโปรตีนเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ เต้าหู้จึงมีโครงข่ายขนาดใหญ่ซึ่งส่งผลให้น้ำในเต้าหู้มีปริมาณที่มากเกินไปจนไม่สามารถคงรูปร่างเป็นเต้าหู้ได้ (Liu, 1997 อ้างโดย ชูศักดิ์ รับพร, 2547) จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นที่สภาวะอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ตารางที่ 3 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนต่อคะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

อุณหภูมิที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีน (องศาเซลเซียส)	คะแนนความชอบ				
	ลักษณะปรากฏ	ความเนียน	การเคลือบลิ้น	ความแน่นเนื้อ	ความชอบรวม
70	7.69 [a]	7.69 [a]	7.46 [a]	7.62 [a]	8.00 [a]
80	6.00 [b]	6.62 [b]	6.39 [b]	6.46 [b]	6.31 [b]
90	6.31 [b]	7.00 [ab]	6.31 [b]	6.23 [b]	6.54 [b]

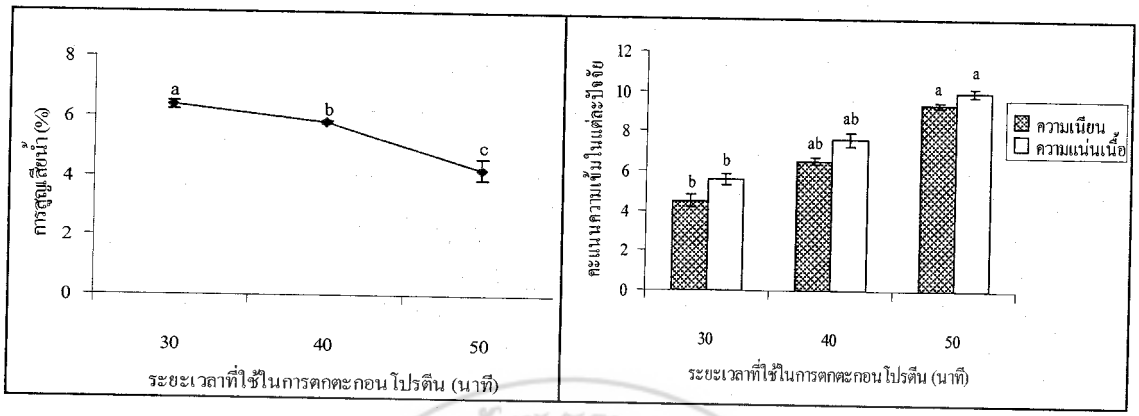
ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีนของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดโดยทำการตกตะกอนโปรตีนที่ระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และทำการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีน 3 ระยะเวลา คือ 30 40 และ 50 นาที พบว่า เต้าหู้หลอดที่ตกตะกอนโปรตีนที่สภาวะอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่น การเกิดเจลดี และสามารถคงรูปร่างอยู่ได้ ส่วนเต้าหู้ที่ตกตะกอนโปรตีนที่สภาวะอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 40 นาที พบว่า มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่ม และเละมากกว่า ดังภาพที่ 5

4.1 การวัดปริมาณการสูญเสียน้ำของเต้าหู้หลอดถั่วเหลืองฝักสด

จากการวัดปริมาณการสูญเสียน้ำ พบว่า เต้าหู้หลอดที่ตกตะกอนโปรตีนที่สภาวะอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 4.23 ดังภาพที่ 5 (a) แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนที่ระยะเวลาเพียงพอทำให้โครงข่ายร่างแหสามารถอุ้มน้ำได้ดีเกิดการตกตะกอนที่สมบูรณ์ คงรูปร่างได้ดี



ภาพที่ 5 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนต่อร้อยละของการสูญเสียน้ำ (a) ; คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ QDA (b) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด ตัวอักษรที่เหมือนกันบนเส้นกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ พบว่า คะแนนความเข้มในด้านความเนียน และความแน่นเนื้อมีค่ามากกว่าในชุดการทดลองอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 5 (b) จากการทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) พบว่า เต้าหู้หลอดที่ตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4

ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วงเวลาที่ทำให้เกิดการตกตะกอนโปรตีนของเต้าหู้ที่สั้นเกินไปมีผลให้เต้าหู้อ่อนที่ได้เกิดการตกตะกอนไม่สมบูรณ์และเกิดเจลที่ไม่สามารถคงรูปร่างอยู่ได้ โดยขั้นตอนการเกิดเจลเริ่มจากโปรตีนเกิดการแปลงสภาพ และขั้นตอนต่อไปเป็นการรวมมวล ถ้าการรวมมวลเกิดขึ้นเร็วมากเจลจะมีลักษณะทึบและเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการหดตัว ขณะที่ถ้าการรวมมวลเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เจลอาจมีลักษณะละเอียด ทึบน้อยลง และยืดหยุ่นได้ โดยปกติแล้วเต้าหู้อ่อนจะใช้เวลาประมาณ 30-50 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เพียงพอและเหมาะสมที่จะทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ เกิดการรวมมวล และสร้างโครงข่ายของเจลที่สมบูรณ์ได้ (Liu, 1997 อ้างโดย ชูศักดิ์ รับพร, 2547) จะเห็นได้ว่าระยะเวลานาน 50 นาที เป็นระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ตารางที่ 4 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนต่อคะแนนความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ของเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

ระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีน(นาที)	คะแนนความชอบ				
	ลักษณะปรากฏ	ความเนียน	การเคลือบลิ้น	ความแน่นเนื้อ	ความชอบรวม
30	5.87 [b]	5.93 [bc]	5.80 [b]	5.53 [b]	5.80 [b]
40	7.07 [a]	6.87 [b]	6.60 [a]	6.80 [a]	7.00 [ab]
50	7.67 [a]	7.26 [a]	6.63 [a]	7.13 [a]	7.33 [a]

ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด สามารถทำการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดได้ดังนี้ (ภาพที่ 6)

เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด

↓

ล้างและแช่สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 0.25 ในอัตราส่วนเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด : สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เท่ากับ 1 : 3 นาน 2 ชั่วโมง

↓

ล้างด้วยน้ำสะอาดในอัตราส่วนถั่วเหลืองฝักสด : น้ำ เท่ากับ 1 : 3

↓

เตรียมน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 โดยบดเมล็ดถั่วกับน้ำด้วยเครื่องปั่นความเร็ว ระดับ 1 นาน 2 นาที

↓

กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น

↓

นำของเหลวที่ได้ไปพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที โดยกวนตลอดเวลา

↓

ลดอุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้เหลือที่ 35 องศาเซลเซียส

↓

เติมสารแคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 คนด้วยความเร็วสม่ำเสมอ นาน 25 วินาที

↓

บรรจุใส่ถุง และปิดผนึก

↓

แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที 0.25 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

↓

ทำให้เย็นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน

ภาพที่ 6 กรรมวิธีการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด

บทสรุป

จากการศึกษากรรมวิธีในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสม โดยการศึกษาปริมาณของแข็ง ความเข้มข้นของสารตกตะกอน อุณหภูมิ และระยะเวลาในการตกตะกอนโปรตีน พบว่าสภาวะในการผลิตเต้าหู้หลอดจากถั่วเหลืองฝักสด สามารถทำได้โดยการเตรียมน้ำนมถั่วเหลืองฝักสดให้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 13 ใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้นร้อยละ 2.0 ทำการตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที จะทำให้ได้เต้าหู้ที่มีปริมาณการสูญเสียน้ำต่ำ ลักษณะเนื้อสัมผัสเนียน มีความแน่นเนื้อสูง และมีการเคลือบลิ้นต่ำ ส่งผลให้เต้าหู้หลอดที่ได้มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความเนียน การเคลือบลิ้น ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมสูงที่สุด

คำนิยม

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง ขอขอบคุณอาจารย์สุรพล มนัสเสรี และคุณพิพัฒน์ สุวรรณศรี ที่อนุเคราะห์เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด พร้อมทั้งให้ข้อมูลบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับถั่วเหลืองฝักสด

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ รับพร. 2547. ผลของการใช้ความดันสูงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้อ่อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ชาญวิทย์ ประเสริฐวชิรากุล และวีรเทพ เทพสุวรรณ. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าหู้หลอด. โครงงานนักศึกษา. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

นิกร ชาติดำ. 2534. การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากน้ำนมถั่วเหลือง. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

เพลินใจ ตั้งคณะกุล. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 32(2) : 92-97.

วีระชัย ศรีวัฒนพงศ์. 2547. ถั่วเหลืองฝักสด : พืชที่มีอนาคต. บทความเผยแพร่ช่วงข่าวเกษตร ตอนที่ 20 หนังสือพิมพ์เชียงใหม่นิวส์ ประจำวันที่ 22 ธ.ค. 2547.

วรรณภา เสนาดี. 2548. เยี่ยมลานนาเกษตรอุตสาหกรรมผู้ส่งออกถั่วเหลืองฝักสดแช่แข็งรายใหญ่. เคหะการเกษตร. 29(2) : 198-206.

สุรพล มนัสเสรี. 2541. ศึกษาศักยภาพการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภคภาคใต้ตอนล่าง รายงานการวิจัย. สถาบันราชภัฏสงขลา. สงขลา.

Murphy, P.A., Chen, H., Hauck, C.C. and Wilson, I.A. 1997. Soybean protein composition and tofu quality. Food Technol. 51(3) : 86-110.

Shen, C.F., Deman, L., Buzzell, R.I. and Deman, L. 1991. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics. Glucono-delta-lactone coagulant. J. Food Sci. 56 : 109-112.