

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำเสนอตามลำดับดังนี้ คือ ถั่วเหลือง เต้าหู้ เต้าฮวย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถั่วเหลือง (soy bean)

1. ประโยชน์ของถั่วเหลือง

1.1 ประโยชน์ทางด้านอาหาร ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่มีมากเกือบไม่แพ้เนื้อสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าอาหารจากอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ประเภท	พลังงาน (Kcal)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	แคลเซียม (mg)	ฟอสฟอรัส (mg)	เหล็ก (mg)
ถั่วเหลืองคิบ	411	34.0	18.7	26.7	245	500	10.0
เต้าหู้เหลือง	148	13.5	6.7	8.5	160	230	14.0
เต้าหู้อ่อน	46	4.3	1.9	2.9	250	53	14.0
ถั่วแระคัม	168	17.8	4.7	13.7	194	330	0.4
ไข่ไก่	160	12.3	11.7	1.4	126	204	1.6
เนื้อหมู	108	19.6	3.3	0	-	-	-
ปลาทูน่า	136	24.9	4.0	0	163	640	3.0
เนื้อไก่	127	23.6	3.6	0	-	20	2.8

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2527 : 1-20

1.2 ประโยชน์ทางด้านเภสัช ถั่วเหลืองนอกจากจะมีคุณค่าทางอาหารสูงแล้วยังพบว่า ถั่วเหลืองมีสารพฤกษเคมี (phytochemical) หลายชนิดที่ช่วยป้องกันและรักษาโรค ได้แก่ (คักนางค์ ทองสุข. 2542 : 212-213 และสรจักร ศิริบริรักษ์. 2542 : 105-108)

1.2.1 สารเลซิทีน (lecithin) ช่วยเสริมสร้างประสาทและบำรุงต่อมไร้ท่อ

1.2.2 สารซาโปนิน (saponins) ช่วยควบคุมปริมาณคอเลสเตอรอล

ปัญหาในด้านทุพโภชนา โดยเฉพาะโรคขาดโปรตีนและแคลอรี นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้หลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารเสริมเด็กอ่อน อุตสาหกรรมทำขนมอบ อุตสาหกรรมการทำน้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น

2.1.8 ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (full fat soy) เป็นอาหารสัตว์ที่อุดมด้วยไขมันในปริมาณสูง เหมาะที่จะใช้เลี้ยงลูกสุกรแรกเกิดจนถึงอายุประมาณ 1 เดือน หรือน้ำหนักประมาณ 15 กิโลกรัม ซึ่งจะช่วยให้ลูกสุกรโตเร็ว

2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมัก (fermented product) ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มักจะใช้เป็นสารชูรสอาหาร ทำให้อาหารมีรสและกลิ่นน่ารับประทานขึ้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่

2.2.1 ซีอิ้ว ใช้เป็นเครื่องจิ้มและเครื่องปรุงอาหารแทนน้ำปลาหรือเกลือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารจีนและอาหารมังสวิรัต

2.2.2 เต้าเจี้ยว นำมาใช้ประกอบอาหารประเภทผัด ซุป ทอด และใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำจิ้ม

2.2.3 เต้าหู้ยี้ รับประทานกับข้าวต้ม และใช้ทำเป็นส่วนประกอบของน้ำจิ้มประเภทสุกี้

3. พันธุ์ถั่วเหลือง ในปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิต เพิ่มคุณภาพเมล็ด และปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งพันธุ์ที่นิยมปลูกแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 พันธุ์ถั่วเหลืองที่นิยมปลูก

ชื่อพันธุ์	ปี พ.ศ. ที่รับรอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำมัน (%)	โปรตีน (%)	ความต้านทานต่อโรค
สง. 4	2519	280	13-15	18	39	ทนทานต่อโรคราสนิม
สง. 5	2523	275	13-15	19	42	ทนทานต่อโรคราสนิม
นครสวรรค์ 1	2529	245	18-19	21	39	ต้านทานปานกลางต่อโรคใบจุดนูนอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง
สุโขทัย 1	2529	245	14-16	21	39	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน และไวรัสใบด่าง
มข. 35	2537	305	16-17	20	47	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน และโรคราน้ำค้าง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์	ปี พ.ศ. ที่รับรอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำมัน (%)	โปรตีน (%)	ความต้านทานต่อโรค
สุโขทัย 2	2538	320	14-16	22	38	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน ไวรัสใบ ค่าง และราน้ำค่าง
เชียงใหม่ 60	2530	300	15-17	20	44	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน และไวรัส ใบค่าง และทนทานต่อโรคราสนิม
จักรพันธ์ 1	2541	285	11-12	22	41	ต้านทานปานกลางต่อโรคใบจุดนูน
เชียงใหม่ 2	2541	235	15-16	19	35	ต้านทานปานกลางต่อโรคราน้ำค่าง และใบจุดนูน
ถั่วเหลืองผิว คำ สุโขทัย 3	2542	300	12-14	24	43	ต้านทานปานกลางต่อโรคใบจุดนูน
เชียงใหม่ 3	2543	330	12-13	22	39	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน ราน้ำค่าง ไวรัสใบค่าง และทนทานต่อโรค ราสนิม
เชียงใหม่ 4	2543	325	11-12	21	40	ต้านทานต่อโรคใบจุดนูน ราน้ำค่าง และทนทานต่อโรคราสนิม

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร. 2550 : เว็บไซต์

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์นั้นมีปริมาณโปรตีนและน้ำมันแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองพันธุ์ มข.35 มีปริมาณโปรตีนสูงสุด คือ ร้อยละ 47 ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ 2 มีปริมาณโปรตีนต่ำสุด คือ ร้อยละ 35 ส่วนปริมาณน้ำมัน พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองผิวคำ สุโขทัย 3 มีปริมาณน้ำมันสูงสุด คือ ร้อยละ 24 ส่วนพันธุ์ สจ. 4 มีปริมาณน้ำมันต่ำสุด คือ ร้อยละ 18

4. องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนในถั่วเหลือง โปรตีนในถั่วเหลืองส่วนใหญ่จะเก็บไว้ใน cotyledon โปรตีนหลักเป็น กลอบูลิน (globulin) ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า 100 Kdal จากการใช้ ultra-centrifugation สำหรับแบ่งชั้นโปรตีนถั่วเหลืองบนอัตราความสัมพัทธ์ของสัมประสิทธิ์การตกตะกอน ($S_{20,w}$) ของโปรตีน (S คือ สัมประสิทธิ์การตกตะกอน ซึ่งแสดงถึงอัตราเร็วของการตกตะกอน ค่า S นี้จะขึ้นกับขนาดและรูปร่างของโมเลกุลโปรตีน โดยจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุลเพิ่มขึ้น แต่จะไม่เป็นปฏิภาคโดยตรง เนื่องจากมีความเสียดทานที่เกิดขึ้นกับตัวทำละลายและรูปร่างของโมเลกุล) ทำให้สามารถออกแบบโปรตีนถั่วเหลืองเป็น 2S, 7S, 11S และ 15S แต่ที่พบส่วนใหญ่

คือ 7S และ 11S มีรายละเอียด ดังนี้ (พรพรรณ พัวไพบูลย์. 2548 : 6-7)

4.1 โปรตีนชนิด 2S จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 22 ที่สำคัญได้แก่ สารยับยั้งเอนไซม์ทริปซิน (trypsin inhibitors) ซึ่งสามารถทำลายได้โดยใช้ความร้อนเพื่อให้ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้มากขึ้น

4.2 โปรตีนชนิด 7S มีอยู่ประมาณร้อยละ 37 ในจำนวนนี้ครึ่งหนึ่งจะเป็น glycoprotein ที่สำคัญได้แก่ hemagglutinins, lipoxigenases, β -amylase และ 7S-globulin

4.3 โปรตีนชนิด 11S มีอยู่ประมาณร้อยละ 31 ซึ่งเป็น 11S- globulin

4.4 โปรตีนชนิด 15S มีอยู่ประมาณร้อยละ 11 โปรตีนชนิดนี้มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนัก 600,000 คาลตัน

ซึ่งชนิดของโปรตีนทั้งหมดนี้ สรุปได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลือง

ชนิดของโปรตีน	ปริมาณ (%)	องค์ประกอบ	น้ำหนักโมเลกุล (Kdal)
2S	22	Trypsin Inhibitors	8 – 21.5
		Cytochrome C	12
7S	37	Hemagglutinins	110
		Lipoxigenases	102
		β -amylase	61.7
		7S-globulin	180 – 210
11S	31	11S- globulin	350
15S	11	-	600

ที่มา : พรพรรณ พัวไพบูลย์. 2548 : 7

ถั่วเหลืองจะสะสมโปรตีนไว้ในรูปของ protein bodies หรือ storage proteins ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 20 ไมครอน แต่ส่วนใหญ่มีขนาด 5 – 8 ไมครอน และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 200,000 – 600,000 คาลตัน ในธรรมชาติโมเลกุลของโปรตีนขนาดใหญ่เหล่านี้สามารถจับตัวกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นด้วยการเชื่อมกันของพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide linkage polymer) (วรรณณี พฤษศิริสมบัติ. 2541 : 10)

เมื่อนำน้ำนมถั่วเหลืองไปตกตะกอนทำเป็นเต้าหู้ เต้าหู้จะมีลักษณะเป็นอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับ

ชนิดของโปรตีน กล่าวคือ เจลของโปรตีน 11S จะมีลักษณะเนื้อแน่น ส่วนเจลของโปรตีน 7S จะมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่า ดังนั้นถ้าเมล็ดถั่วเหลืองมีอัตราส่วนของโปรตีน 11S ต่อ 7S ในปริมาณสูง ก็จะทำให้ได้เต้าหู้ที่มีลักษณะเนื้อแน่น แข็ง (วรรณิ พฤษศิริสมบัติ. 2541 : 11)

เต้าหู้ (tofu or doufu or soy bean curd)

1. ความหมายและประวัติ

1.1 ความหมาย

“เต้าหู้” หมายถึง อาหารที่ทำจากน้ำนมถั่วเหลืองโดยทำให้น้ำนมถั่วเหลืองจับตัวกันเป็นก้อน และกดทับใส่พิมพ์ให้เป็นก้อน ซึ่งวิธีการทำก็คล้ายคลึงกับการทำเนยแข็งจากนมวัว (<http://tofu.researchtoday.net/about-tofu.htm>)

1.2 ประวัติการกำเนิดเต้าหู้ ไม่มีใครทราบแน่ชัดว่ามีการทำเต้าหู้มาตั้งแต่สมัยใด เพียงแต่ทราบว่ามีการทำและบริโภคเต้าหู้มาตั้งแต่สมัยจีนโบราณ และมีการเผยแพร่เข้าไปในประเทศญี่ปุ่น ตลอดจนถึงประเทศต่าง ๆ ในกลุ่มเอเชีย มีความเชื่อเกี่ยวกับกำเนิดเต้าหู้อยู่ 3 ทฤษฎี ดังนี้ (<http://tofu.researchtoday.net/about-tofu.htm>)

1.2.1 ทฤษฎีที่ 1 มีความเชื่อว่าเจ้าชายหลิวอัน (Liu-An) แห่งราชวงศ์ฮั่น ทางตอนเหนือของจีน เป็นผู้ค้นพบการทำเต้าหู้ เมื่อประมาณ 164 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

1.2.2 ทฤษฎีที่ 2 มีความเชื่อว่าการค้นพบกรรมวิธีการทำเต้าหู้ ซึ่งเป็นการค้นพบโดยบังเอิญเมื่อต้มน้ำนมถั่วเหลืองและมีการเติมเกลือทะเลลงไป ซึ่งในเกลือทะเลมีเกลือแคลเซียมและเกลือแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ เกลื่อนี้จะทำให้น้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็นก้อนคล้ายเจล

1.2.3 ทฤษฎีที่ 3 มีความเชื่อว่าคนจีนโบราณได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็นก้อน (กลายเป็นเต้าหู้) โดยพัฒนามาจากวิธีการทำเนยแข็ง (โปรตีนในนมวัวจับตัวเป็นก้อน) ของพวกมองโกลเลียหรือชาวหมู่เกาะอินเดียตะวันออก

2. ชนิดของเต้าหู้ เต้าหู้ที่มีขายในประเทศไทยมีหลายชนิด ได้แก่ (วชิราพร รักษ์สมเพชร. 2542 : 11-12 และวันทนีย์ ป้อมบุบผา. 2547 : 11-12)

2.1 เต้าหู้อ่อน (soft tofu) เต้าหู้ชนิดนี้เกิดจากการทำให้น้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอนในขณะที่น้ำนมถั่วเหลืองมีอุณหภูมิสูง ทำให้โปรตีนตกตะกอนและอุ้มน้ำไว้ได้ดี นำตะกอนมาเทใส่

พิมพ์แล้วกดน้ำออกเล็กน้อย สารตกตะกอนสำหรับเต้าหู้ชนิดนี้คือ แคลเซียมซัลเฟต (calcium sulphate ; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ คนจีนเรียกว่า “เจี๋ยกะอ”)

2.2 เต้าหู้หลอด (packaged tofu) เต้าหู้ชนิดนี้เกิดจากการต้มน้ำนมถั่วเหลืองให้เดือด และทำให้น้ำนมถั่วเหลืองเย็นแล้วจึงเติมสารตกตะกอน จากนั้นบรรจุในภาชนะหรือบรรจุถุง แล้วนำไปทำให้ร้อนขึ้น โพรตีนที่มีสารตกตะกอนอยู่ด้วยเมื่อโดนความร้อนจะจับกันเป็นก้อนและอุ้มน้ำไว้ได้ดี สารตกตะกอนสำหรับเต้าหู้ชนิดนี้ในทางอุตสาหกรรมมักจะนิยมใช้กลูโคโน เดลต้า แลคโตน (glucono delta lactone : GDL) สารชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนไปเป็นกรดกลูโคนิก (gluconic acid) แต่ถ้าเป็นระดับครัวเรือนนิยมใช้แคลเซียมซัลเฟต

2.3 เต้าหู้แข็ง (hard tofu) เป็นเต้าหู้ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าเต้าหู้อ่อน ในการทำเต้าหู้แข็งบางรายอาจจะมีการทำเหมือนเต้าหู้อ่อนแต่บีบน้ำออกจากก้อนเต้าหู้มากกว่าเต้าหู้อ่อน แต่บางรายอาจจะเปลี่ยนสารตกตะกอนเป็นแมกนีเซียมซัลเฟต (magnesium sulphate ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ชื่อสามัญ คือ ดีเกลือ)

2.4 เต้าหู้แห้ง (dried tofu) เป็นเต้าหู้ที่สามารถเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากเป็นเต้าหู้ที่ไม่มีน้ำอยู่ด้วย การทำเต้าหู้แห้งนี้สามารถเติมวิตามินที่เหมาะสมลงไปหรืออาจจะแต่งสี กลิ่น ให้คล้ายคลึงเนื้อก็ได้ เต้าหู้แห้งมีสีได้หลายสีตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อน ไปจนถึงสีน้ำตาลเข้ม และมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มเหนียว ซึ่งในการนำไปปรุงอาหารบริโภคจะต้องนำไปแช่น้ำให้นุ่มก่อน

เต้าหู้นอกจากจะนำไปทำกับข้าวแล้ว ยังนำไปทำเป็นขนมหวานได้อีกด้วย เช่น เต้าฮวย ซึ่งมีวิธีการทำเหมือนเต้าหู้อ่อน เพียงแต่ไม่การกดเอาน้ำออก เมื่อจะรับประทานก็นำไปผสมกับน้ำแข็ง หรือมีการผสมน้ำตาล กรดผลไม้ และเครื่องปรุงอื่น ๆ ผสมกับน้ำนมถั่วเหลือง ก่อนที่จะทำให้น้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็นก้อน เช่น เต้าหู้ผสมถั่วลิสง (peanut tofu) เต้าหู้ผสมอัลมอนด์ (almond tofu) เต้าหู้ผสมมะม่วง (mango tofu) เต้าหู้ประเภทนี้บางทีไม่ได้ทำจากน้ำนมถั่วเหลือง แต่ทำจากนมวัวหรือกะทิ แล้วใช้วุ้น (agar) เจลาติน (gelatin) อะกาโรส (agarose) เป็นตัวทำให้เกิดเจล (<http://en.wikipedia.org/wiki/Tofu>)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้ การทำเต้าหู้ ผลผลิตที่ได้จะเป็นอย่างไร จะดีหรือไม่ ขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ดังนี้ (เพลินใจ ดังคณะกุล. 2545 : 93-96)

3.1 พันธุ์ของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะมีสีเปลือก (seed coat) สีงอก (hilum) และปริมาณสารอาหารแตกต่างกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้ที่ผลิต ดังนี้

3.1.1 ถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีงอกสีด้า เปลือกสีเข้ม จะให้เต้าหู้ที่มีสีคล้ำไม่น่ารับประทาน แต่ในปัจจุบันในการทำน้ำนมถั่วเหลืองและเต้าหู้จะนิยมใช้ถั่วเหลืองซึ่งเอาเปลือก

เต้าหู้ตกลงและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ ดังนั้นจึงควรต้มน้ำนมถั่วเหลืองประมาณ 10 – 15 นาที เพื่อให้ น้ำนมถั่วเหลืองคงคุณค่าทางโภชนาการไว้สูงสุด

3.5 ชนิดของสารตกตะกอน (coagulant) สารตกตะกอนที่ต่างกันจะทำให้เต้าหู้มีลักษณะแตกต่างกัน มีผลงานวิจัยหลายฉบับได้ศึกษาการทำเต้าหู้โดยใช้สารตกตะกอนต่างชนิดกัน พบว่า เต้าหู้ที่ได้มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น การใช้แคลเซียมซัลเฟต จะได้เต้าหู้ที่มีลักษณะดี คือ เนื้อนุ่ม เนียนอยู่ตัว ยืดหยุ่น เต้าหู้ที่ได้มีน้ำหนักรวม ปริมาณไนโตรเจนสูง แต่มีข้อเสียเนื่องจากแคลเซียมซัลเฟตละลายน้ำได้น้อย จึงเกิดการนอนกัน ทำให้เต้าหู้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ส่วนการใช้แมกนีเซียมซัลเฟต การตกตะกอนของโปรตีนจะเกิดขึ้นเร็วมาก ตะกอนจับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ เมื่อตัดกลึงพิมพ์ทำเป็นเต้าหู้จะได้เต้าหู้ที่มีเนื้อแน่น เหนียวเหมือนยาง ส่วนแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) และแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) จะได้เต้าหู้เนื้อแข็ง เปราะ ผลงานวิจัยยังพบว่าซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) มีสมบัติอุ้มน้ำได้ดี จึงส่งผลให้เต้าหู้นุ่ม อยู่ตัว ไม่แข็ง นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้สารตกตะกอนชนิดอื่น เช่น แคลเซียมแอสซิเตต แคลเซียมกลูโคเนต กลูโคโน แคลต้า แล็กโตน ฯลฯ

3.6 ความเข้มข้นของสารตกตะกอน ปริมาณของสารตกตะกอนมีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้เป็นอย่างมาก (แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นกับชนิดของสารตกตะกอนด้วย) หากใช้สารตกตะกอนในปริมาณที่เหมาะสมจะตกตะกอนโปรตีนได้หมด จะเกิดน้ำใสสีเหลืองอ่อน (เวย์ : whey) แยกตัวออกจากตะกอน ถ้าใช้น้อยเกินไปโปรตีนจะตกตะกอนไม่หมด เวย์จะขุ่น และเต้าหู้จะมีปริมาณมากเนื่องจากอมน้ำได้มาก เต้าหู้ที่ได้คุณภาพไม่ดี ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้สารตกตะกอนมากเกินไป ปฏิกิริยาการเกิดตะกอนจะเกิดขึ้นเร็ว ปริมาตรของเต้าหู้จะลดลง มีลักษณะแข็ง และมีรสฝาดขมของสารตกตะกอน การทำเต้าหู้อ่อนและเต้าหู้ยว จะใช้แคลเซียมซัลเฟต ประมาณ 2.7 % ของน้ำหนัก ถั่วเหลืองแห้ง การทำเต้าหู้แข็งนิยมใช้แคลเซียมซัลเฟตผสมกับแมกนีเซียมซัลเฟต อัตราส่วน 4 : 1 โดยจะใช้ประมาณ 2.5 % ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง และการทำเต้าหู้หลอดจะใช้กลูโคโน แคลต้า แล็กโตน ประมาณ 1.1 % ของน้ำหนักถั่วเหลืองแห้ง

3.7 อุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอน อุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองขณะเติมสารตกตะกอน จะมีผลต่อปริมาตรและเนื้อสัมผัสของตะกอน กล่าวคือ ถ้าเติมสารตกตะกอนลงในน้ำนมถั่วเหลือง (หลังจากเคี้ยวแล้ว) ที่อุณหภูมิสูงกว่า $80^{\circ}C$ ตะกอนจะเกิดขึ้นเร็ว มีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ ไม่เกาะกัน เมื่อตัดส่วนของตะกอนมาใส่พิมพ์ จะได้เต้าหู้เนื้อแน่น หยวบ ได้ปริมาตรต่ำ แต่ถ้าเติมสารตกตะกอนลงในน้ำนมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิประมาณ $70^{\circ} - 75^{\circ}C$ จะเกิดตะกอนอย่างช้า ๆ ตะกอนมีลักษณะเป็นก้อนเล็ก ๆ เบา ๆ และเกาะกัน เมื่อตัดใส่พิมพ์ทำเป็นเต้าหู้ จะได้เต้าหู้ที่มี

เนื้อแน่น ยึดหยุ่น ฉะนั้นในการทำเต้าหู้เมื่อต้มน้ำนมถั่วเหลืองให้เดือดนาน 10 – 15 นาที อุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองจะสูงประมาณ 98°C ก่อนเติมสารตกตะกอน ต้องทำให้อุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองลดลงเหลือ $70^{\circ} - 75^{\circ}\text{C}$ จึงเติมสารละลายของสารตกตะกอน ระหว่างการคน (กวน) ให้เกิดตะกอนจะต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองให้อยู่ในช่วง $70^{\circ} - 75^{\circ}\text{C}$ จนกว่าการเกิดตะกอนจะเสร็จสิ้น (มีน้ำใสสีเหลืองอ่อนแยกออกมา)

3.8 ผลของการผสม (mixing) ในการตกตะกอน การทำเต้าหู้แต่ละชนิดจะใช้เทคนิคในการผสมสารตกตะกอนที่แตกต่างกัน เช่น การทำเต้าหู้อ่อนหรือเต้าหู้ยวจะใช้วิธีเทน้ำนมถั่วเหลืองที่ร้อนจัดลงในสารแขวนลอยของสารตกตะกอนให้เร็วและแรงเพียงครั้งเดียว โดยอาศัยแรงกระแทกของน้ำนมถั่วเหลืองก่อให้เกิดการผสมเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างสารแขวนลอยกับน้ำนมถั่วเหลือง ทำให้ปฏิกิริยาการตกตะกอนโปรตีนเกิดอย่างสมบูรณ์ จากนั้นห่อผ้าใส่พิมพ์ทับเอาน้ำออกบางส่วนจะได้เป็นเต้าหู้อ่อน ในการทำเต้าหู้หลอดจะใช้สารละลาย GDL เติลงในน้ำนมถั่วเหลืองที่เย็น (น้ำนมถั่วเหลืองต้มให้เดือดและทำให้เย็น) ผสมให้เข้ากัน แล้วจึงบรรจุใส่ถุงพลาสติก นำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 80°C เป็นเวลาประมาณ 20 – 30 นาที จนโปรตีนจับตัวเป็นก้อน ส่วนเต้าหู้แข็งจะใช้วิธีเทสารละลายสารตกตะกอนลงในน้ำนมถั่วเหลืองที่มีอุณหภูมิประมาณ $70^{\circ} - 75^{\circ}\text{C}$ แล้วใช้ไม้พายค่อย ๆ คน ตะกอนจะเกิดอย่างช้า ๆ (การคนแรง ๆ และนานจะทำให้ตะกอนแตกกระจาย มีช่องอากาศเกิดขึ้นมาก น้ำหนักและความชื้นของตะกอนจะลดลง) จากนั้นตักตะกอนใส่ผ้า ใส่ลงในพิมพ์ กดทับน้ำออก จะได้เต้าหู้แข็ง (มีบางรายทำเต้าหู้อ่อนด้วยวิธีเดียวกันนี้ เพียงแต่เปลี่ยนสารตกตะกอน)

3.9 การกดทับน้ำ ในการทำเต้าหู้แข็งและเต้าหู้อ่อนจำเป็นต้องมีการกดทับน้ำส่วนเกินออกและการกดทับจะทำให้โปรตีนจับกันเป็นก้อน ในการกดทับนั้นจำเป็นต้องใช้น้ำหนักกดทับที่เหมาะสมและเวลาที่ใช้ในการกดทับจะต้องเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเต้าหู้ที่ต้องการผลิต กล่าวคือ ถ้าเป็นเต้าหู้อ่อนจะกดทับด้วยน้ำหนักน้อย ๆ ก่อนประมาณ 2 – 4 กรัม/ตารางเซนติเมตร ประมาณ 5 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนักเป็น 15 กรัม/ตารางเซนติเมตร นาน 10 – 15 นาที หากเป็นเต้าหู้แข็งจะใช้น้ำหนัก 20 – 30 กรัม/ตารางเซนติเมตร นาน 20 – 30 นาที

4. กลไกในการเกิดเจลโปรตีน การทำเต้าหู้เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากเจลของโปรตีนถั่วเหลือง ได้มีผู้เสนอกลไกเกี่ยวกับการเกิดเจลของโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลือง ดังนี้

4.1 กลไกที่ 1 Lee และ Rha (วรรณิ พฤษศิริสมบัติ, 2541 : 11) ได้เสนอกลไกในการเกิดเจลจากการใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนว่า “เจลโปรตีนเกิดจากการ cross-link ระหว่างโมเลกุลโปรตีน โดยแคลเซียมไอออนจะจับกับประจุลบของโปรตีนด้วยพันธะ ไอออนิก และกรดไฟติก

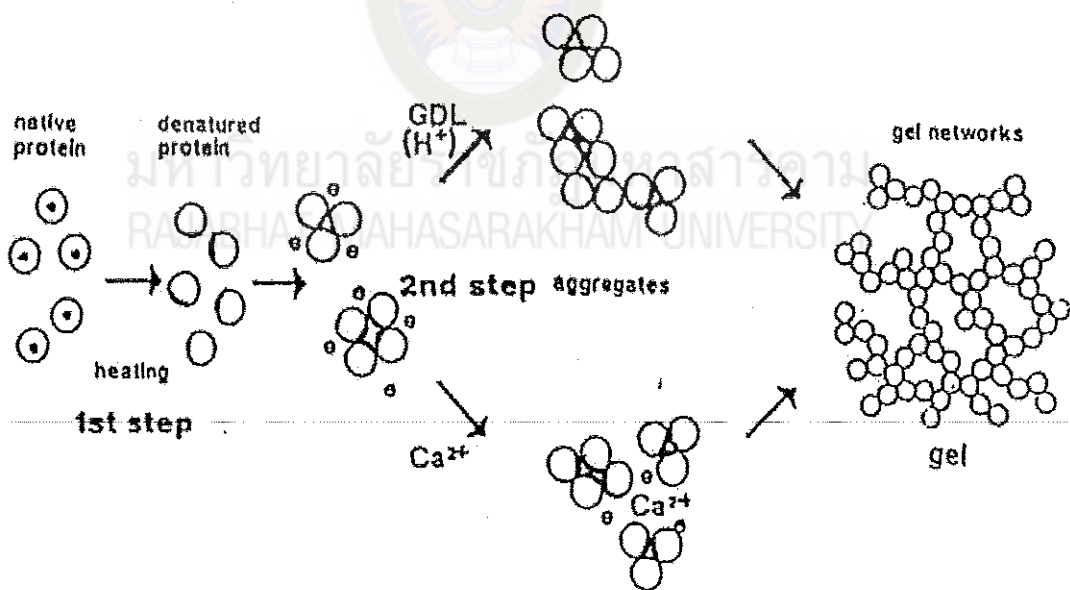
(phytic acid) จะทำตัวเหมือนสะพานเชื่อมในการเกิดเจลโปรตีน”

4.2 กลไกที่ 2 Kohyama, Sano และ Doi (วรรณิ พฤษศิริสมบัติ. 2541 : 11-12) ได้เสนอกลไกในการเกิดเจลโปรตีนในนมถั่วเหลืองเมื่อเติมสารตกตะกอน (แคลเซียมซัลเฟต หรือ GDL) ลงไปว่า การเกิดเจลโปรตีนประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 ขั้นที่ 1 เมื่อโปรตีนได้รับความร้อนจากการต้มให้นมถั่วเหลือง โปรตีนจะเสียสภาพธรรมชาติไปส่วนหนึ่ง ซึ่งจากการเสียสภาพธรรมชาตินี้จะทำให้โปรตีนหันด้านที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ซึ่งแต่เดิมในสภาพธรรมชาติจะอยู่ด้านในจะเปลี่ยยนมาอยู่ด้านนอก และเมื่อโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติก็จะมีประจุเป็นลบ

4.2.2 ขั้นที่ 2 โปรตีนที่เสียสภาพธรรมชาติและมีประจุเป็นลบ จะจับกับประจุของสารตกตะกอนทำให้โปรตีนมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าและเข้ามาจับกันด้วยปฏิกิริยาไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) เกิดเป็นโครงสร้างตาข่าย (gel networks) ขึ้นมา ดังภาพที่ 2.1

การตกตะกอนของโปรตีนนี้ จะตกตะกอนพร้อมกับของแข็งอื่น ๆ ในน้ำนมถั่วเหลือง เช่น ไขมัน เกลือแร่ ฯลฯ



ภาพที่ 2.1 กลไกการเกิดเจลโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองเมื่อเติมสารตกตะกอนลงไป (วงกลมหมายถึง โมเลกุลของโปรตีนและส่วนที่เป็นสีดำ คือ บริเวณที่เป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำ)

ที่มา : วรรณิ พฤษศิริสมบัติ. 2541 : 12

4.3 กลไกที่ 3 (วิเชียร ลีลาวัชรมาส. 2524 : 1-5) ทฤษฎีนี้กล่าวว่า แคลเซียมไม่ใช่ตัวการที่ทำให้โปรตีนถั่วเหลืองตกตะกอน แต่ตัวการที่สำคัญคือ pH กล่าวคือ โปรตีนถั่วเหลืองจะตกตะกอนที่ pH 6.0 ซึ่งทฤษฎีนี้สรุปจากผลการทดลองใช้สารประกอบของแคลเซียมชนิดต่าง ๆ เป็นสารตกตะกอน ได้แก่ แคลเซียมกลูโคเนต แคลเซียมคลอไรด์ แคลเซียมแอสซิเตต แคลเซียมแลกเตต แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต และสารที่ไม่มีส่วนประกอบของแคลเซียม ได้แก่ กรดแอสซิติค และกลูโคโน เดลต้า แล็กโตน จากการทดลอง พบว่า สารตกตะกอนชนิดต่าง ๆ เกือบทั้งหมดทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอนได้ โดยเริ่มต้นที่น้ำนมถั่วเหลืองที่มี pH 6.40 เมื่อเติมสารตกตะกอนลงไป pH จะค่อย ๆ ลดลง เมื่อ pH ลดลงถึง 6.0 โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจะเริ่มตกตะกอน ยกเว้น แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ในความเข้มข้นที่ใช้ทดลองไม่สามารถทำให้โปรตีนถั่วเหลืองตกตะกอน จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าภาวะความเป็นกรดที่ pH 6.0 เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้โปรตีนตกตะกอน

เต้าฮวย (bean curd jelly)

1. ความหมาย มีผู้ให้ความหมายของ “เต้าฮวย” ไว้หลายความหมาย ดังนี้

1.1 ความหมายที่ 1 คือ ขนมหวานของจีนที่จัดเป็นเต้าหูชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเนื้อนุ่มเป็นพิเศษ ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็น “ขนมพุดดิ้งเต้าหู” (tofu pudding) (<http://en.wikipedia.org/wiki/Douhua>)

1.2 ความหมายที่ 2 คือ ของหวานชนิดหนึ่ง ทำด้วยน้ำนมถั่วเหลืองที่มีลักษณะแข็งตัวปรุ่ด้วยน้ำจืดคั้นกับน้ำตาล (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546 : 477)

สรุปได้ว่า “เต้าฮวย” คือ ขนมหวานที่ทำด้วยน้ำนมถั่วเหลืองแล้วทำให้แข็งตัว จัดเป็นเต้าหูชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเนื้อนุ่มเป็นพิเศษ

ในกลุ่มชนเชื้อสายจีนทั้งหลายมักจะนิยมกินเต้าฮวยเป็นขนมหวาน ซึ่งเต้าฮวยที่ขายมีทั้งประเภทแบบไม่มีบรรจุภัณฑ์เฉพาะ เช่น ขายโดยคนหาบเร่ รถมอเตอร์ไซด์ ร้านค้าทั่วไป หรืออาจจะขายแบบบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ขายในตู้เย็น ตัวอย่างเช่น ในจีนตอนเหนือเรียกว่า เต้าฮว (doughua) ซึ่งจะรับประทานกับซอสถั่วเหลือง เครื่องเทศ หรือเครื่องปรุงรส ในไต้หวันจะนิยมเสิร์ฟเต้าฮวยในน้ำจืด (น้ำเชื่อมที่มีกลิ่น-รสจืด) หรือน้ำเชื่อมกลิ่นอัลมอนด์ และอาจจะมีถั่วลิสง ข้าวโอ๊ต ถั่วเขียว ผสมบนหน้าเต้าฮวยมาด้วย ในฤดูร้อนมักจะนิยมรับประทานแบบเย็น ๆ โดยการเติมน้ำแข็งก้อนเล็ก ๆ ลงไป

ฤดูหนาวจะนิยมรับประทานร้อน ๆ ในฟิลิปปินส์ เรียกว่า ทาโฮ (taho) จะนิยมขายในตอนเช้าแบบ หาบเร่ นิยมรับประทานแบบร้อน ๆ ใส่ น้ำเชื่อมและสาธู นอกจากนี้แล้วเต้าห่วยังนิยมรับประทาน กันทั่วไปทั้งในฮ่องกง มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย ฯลฯ ซึ่งบางแห่งจะเสิร์ฟในน้ำเชื่อมธรรมดา หรือบางแห่งนิยมเสิร์ฟในน้ำจืด (<http://en.wikipedia.org/wiki/Douhua>)

2. การทำเต้าห่วย การทำเต้าห่วยมีหลักการเกี่ยวกับการทำเต้าหู้ กล่าวคือ เป็นการทำให้ โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองตกตะกอน จากเรื่องเต้าหู้จะเห็นว่าเต้าห่วยเหมือนกับเต้าหู้หลอด เต้าหู้อ่อน กล่าวคือ ใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลือง ซึ่งทำให้โปรตีนที่จับตัว เป็นเจลสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ดีในเจล

ในการทำเต้าห่วยควรจะใช้อุณหภูมิประมาณ 70 – 80 องศาเซลเซียส จะได้เต้าห่วยที่มี เนื้อละเอียด แต่ถ้าตกตะกอนโปรตีนที่อุณหภูมิสูงจะได้ตะกอนเนื้อหยาบ (โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ สุราษฎร์ธานี, 2551 : เว็บไซค์) ฉะนั้นในการทำเต้าห่วยควรจะรักษาอุณหภูมิของน้ำนมถั่วเหลืองไว้ ที่ 70 – 80 องศาเซลเซียส ด้วยการทำเต้าห่วยในภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน เช่น ภาชนะไม้ ดินเผา เป็นต้น ถ้าทำเต้าห่วยปริมาณมากและทำในภาชนะขนาดใหญ่ ความร้อนจากการต้มน้ำนมถั่วเหลือง เดือดก็เป็นการเพียงพอที่จะทำให้ น้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็นเจลเนื่องจากเกิดการถ่ายเทความร้อนออกมา ภายนอกภาชนะยาก แต่ถ้าทำเต้าห่วยในภาชนะขนาดเล็ก จำเป็นจะต้องให้ความร้อนเพิ่ม แต่ควรระวัง มิให้อุณหภูมิสูงเกิน 80 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้เต้าห่วยเนื้อหยาบและมีรูพรุนดังที่กล่าวแล้ว

เต้าห่วยกับเต้าหู้หลอดมีลักษณะเนื้อเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่บรรจุภัณฑ์เนื่องจากมี วิธีการทำแตกต่างกัน กล่าวคือ การทำเต้าหู้หลอดจะต้องทำให้น้ำนมถั่วเหลืองเย็นสนิทแล้วจึงค่อย เติมสารตกตะกอน บรรจุลง แล้วจึงนำไปให้ความร้อน เพื่อให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็น เจล ส่วนการทำเต้าห่วยจะใช้วิธีเทน้ำนมถั่วเหลืองร้อนจัด (เดือดใหม่ ๆ) ลงผสมกับสารตกตะกอน ที่ทิ้งไว้ระยะหนึ่ง โดยไม่ให้กระทบกระเทือน โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจะจับตัวเป็นเจล

การทำเต้าห่วยในปัจจุบันมีวิธีการทำหลายแบบ ถ้าทำแบบโบราณจะใช้แคลเซียมซัลเฟต ทำให้โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจับตัวเป็นเจล ซึ่งวิธีการนี้จะได้น้ำเต้าห่วยที่มีลักษณะเนียนนุ่ม ถ้า ทำแบบง่าย ๆ จะประยุกต์วิธีการทำโดยใช้สารที่เป็นเจลได้ดีเมื่อเย็น เช่น วุ้น เจลาติน แต่ลักษณะของ เนื้อเต้าห่วยที่ได้จะแตกต่างจากการใช้แคลเซียมซัลเฟต กล่าวคือ ถ้าใช้มากลักษณะเจลของเต้าห่วยจะ เป็นแบบวุ้น ถ้าใช้น้อยก็จะเป็นเจลแข็ง ลักษณะเนื้อไม่เนียนนุ่มเท่าที่ควร และน้ำนมที่ใช้ก็มีทั้ง แบบน้ำนมถั่วเหลืองและน้ำนมวัว (เรียกว่า เต้าห่วยนมสด) ในที่นี้จะเสนอวิธีการทำ 4 วิธี ดังนี้

2.1 การทำเต้าห่วยแบบโบราณ โดยทำจากน้ำนมถั่วเหลืองและใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็น สารตกตะกอน มีวิธีทำดังนี้ (คมสัน หุตะแพทย์ และวาริ ยินดีชาติ, 2542 : 28)

ส่วนผสม

1. ถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม
2. น้ำ 5.5 ลิตร
3. แคลเซียมซัลเฟต 16 กรัม
4. แป้งมัน 40 กรัม

วิธีทำ

1. นำถั่วเหลืองแช่น้ำไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง
2. นำถั่วที่แช่แล้วผสมน้ำ บดให้ละเอียด กรองเอาแต่ส่วนที่เป็นของเหลว จะได้

น้ำนมถั่วเหลืองคิบ

3. นำน้ำนมถั่วเหลืองคิบตั้งไฟ ต้มให้เดือด
4. เอาแคลเซียมซัลเฟตละลายน้ำ แล้วผสมแป้งมันลงไป ในชามอ่างหรือถังไม้
5. เทน้ำนมถั่วเหลืองที่เดือดใหม่ ๆ ลงไปในอ่างที่มีแคลเซียมซัลเฟตอยู่ ไม่ต้องคน

น้ำนมถั่วเหลืองจะแข็งตัวกลายเป็นเต้าฮวยภายใน 5 นาที

2.2 การทำเต้าฮวยแบบใช้ผงวุ้นทำให้เกิดการจับตัวเป็นเจล โดยทำจากน้ำนมถั่วเหลือง ผสมกับนมวัวและใช้วุ้นทำให้เกิดเจล มีวิธีทำดังนี้ (My Culinary Journal. 2551 : website)

ส่วนผสม

1. ถั่วเหลือง 500 กรัม
2. น้ำ 2,875 มิลลิลิตร
3. นมสดระเหย 125 มิลลิลิตร
4. ผงวุ้น 1 ช้อนโต๊ะ
5. น้ำตาลทราย 2 ช้อนโต๊ะ
6. โยเกิร์ต 3-4 โย

วิธีทำ

1. ปั่นถั่วเหลือง (ที่ผ่านการแช่น้ำมาแล้ว 6 ชั่วโมง) กับน้ำ 2,000 มิลลิลิตร กรองและเติมน้ำส่วนที่เหลือ จะได้น้ำนมถั่วเหลืองคิบ
2. แบ่งน้ำนมถั่วเหลืองคิบมา 500 มิลลิลิตร ละลายผงวุ้นลงไป จากนั้นจึงเทลง ผสมกับน้ำนมทั้งหมด เติมน้ำตาลทราย
3. นำไปต้มโดยใส่โยเกิร์ตลงไปต้มด้วย คนตลอดเวลา จนเดือด จากนั้นต้มต่อด้วยไฟอ่อนอีก 10 นาที

วิธีทำนมสด

1. นำน้ำใส่หม้อ ต้มให้น้ำเดือด
2. ใส่นมสด 4 กระป๋อง ใส่น้ำตาล 300 กรัม แล้วคนให้น้ำตาลละลาย และต้มให้เดือดได้ที่ และยกลงจากเตา
3. นำหม้อแช่ในน้ำเย็น

วิธีบรรจุลงภาชนะ

1. เตรียมภาชนะ
2. เทวุ้นเต้าฮวยลงในถ้วยประมาณครึ่งถ้วย และพักทิ้งไว้รอให้วุ้นเต้าฮวยแข็ง ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. ใส่เครื่อง ถั่วแดงเชื่อม วุ้นมะพร้าว มันไข่เชื่อม โรยหน้าลงไปบนวุ้นเต้าฮวย
4. เทน้ำนมสดลงไปให้เต็มถ้วย ปิดฝาภาชนะ และนำไปแช่เย็น

2.4 การทำเต้าฮวยนมสดแบบไม่มีนมสดผสมกับเต้าฮวย โดยใช้นมวัวและใช้ผงวุ้นกับแคลเซียมซัลเฟตทำให้จับตัวเป็นเจล มีวิธีทำดังนี้ (ศูนย์ข้อมูลอาชีพ ฝ่ายส่งเสริมการมีงานทำ สำนักงานจัดหางานจังหวัดเชียงใหม่. 2551 : เว็บไซต์)

ส่วนผสมทำเต้าฮวย

- | | |
|-------------------|-------------|
| 1. นมสด | 4 กิโลกรัม |
| 2. น้ำตาลทราย | 4 ช้อนโต๊ะ |
| 3. ผงวุ้น | 200 กรัม |
| 4. แคลเซียมซัลเฟต | 3 ช้อนโต๊ะ |
| 5. แป้งมัน | 1/4 ถ้วยตวง |

ส่วนผสมทำฟรุตสลัด

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1. สับปะรดศรีราชา | 2 กิโลกรัม |
| 2. มะละกอแขกดำ | 1 กิโลกรัม |
| 3. น้ำตาลทราย | 6-8 ช้อนโต๊ะ |

วิธีทำฟรุตสลัด

1. นำผลไม้ทั้งสองปอกเปลือก ล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ
2. นำสับปะรดที่หั่นแล้ว ผสมกับน้ำตาลทราย 3-4 ช้อนโต๊ะ ยกขึ้นตั้งไฟอ่อน เหย่าไปเรื่อย ๆ จนกว่าน้ำตาลทรายจะละลายเข้ากับสับปะรด (ห้ามใช้ทัพพีคน เพราะจะทำให้เละ) เสร็จแล้วตั้งพักไว้

3. สำหรับมะละกอ หากดิบมาก ใส่น้ำตาลทรายผสม 4 ช้อนโต๊ะ หากเป็นมะละกอสุก ใส่น้ำตาลทราย 2 ช้อนโต๊ะ ยกขึ้นตั้งไฟอ่อน เหย้าไปเรื่อยๆ จนน้ำตาลทรายละลายเข้ากับมะละกอ จึงยกขึ้นพักไว้

วิธีทำเต้าฮวย

1. นำแป้งมัน ผงวุ้น และเจียะกอ คลุกเคล้าให้เข้ากัน (เจียะกอเป็นตัวทำให้แน่นแข็งตัวเร็วและอยู่ตัว)
2. ตั้งหม้อใส่นมสดใช้ไฟอ่อน ใสแป้งมันที่ผสมแล้วในข้อ 1 และน้ำตาลทรายผสมลงไป คนไปเรื่อย ๆ เพื่อไม่ให้ไหม้ไหม้ติดกันหม้อ จนเดือด ใช้เวลาประมาณ 30 - 45 นาที สังเกตได้จากนมจะมีกลิ่นหอมโชนขึ้นมา หากมีฟองให้ช้อนออก
3. เมื่อนมสุก กรองด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นใช้ถ้วยสแตนเลสตวงใส่ถ้วยพลาสติกประมาณ ¼ ถ้วย ได้เต้าฮวยประมาณ 28 ถ้วย
4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น 1 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่ในตู้เย็นอีก ½ ชั่วโมง
5. เมื่อนำนมที่แช่ออกจากตู้เย็น ให้ใส่ฟรุตสลัด โดยตักสับประคไล่ 2 ช้อนโต๊ะ มะละกออีก 1 ช้อนโต๊ะ ปิดฝาให้เรียบร้อย ตัดเสิร์ฟ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มณีนรัตน์ อวจำปา (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาสารตกตะกอนที่ใช้ทำเต้าหู้หลอด 2 ชนิด คือ แคลเซียมซัลเฟต และแคลเซียมคลอไรด์ โดยนำนมถั่วเหลืองที่ใช้ทำเต้าหู้หลอดได้จากอัตราส่วนของถั่วเมล็ดแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1 : 4 พบว่า เต้าหู้หลอดที่ใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนในปริมาณ 2 % จะให้สี กลิ่น รส ลักษณะเนื้อสัมผัสและความสม่ำเสมอเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในเกณฑ์ดี ส่วนเต้าหู้หลอดที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1 - 3 % เป็นสารตกตะกอนนั้นผู้บริโภคนำมาชิมและไม่ยอมรับ และเมื่อใช้สารตกตะกอนมากขึ้นรสขมฝืดจะมากขึ้น ในกรณีของเต้าหู้หลอดไข่ที่ทดลองใช้ไข่แดงของไข่ไก่ผสมลงในนมถั่วเหลือง 12 - 15 % และใช้แคลเซียมซัลเฟต 2 % เป็นสารตกตะกอน พบว่า เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในเกณฑ์ดี

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2551 : เวบไซค์) ได้ทำการวิจัยข้าวแกงทอดกึ่งสำเร็จรูปโดยมี น.ส.เพลินใจ ตั้งคณะกุล เป็นหัวหน้าโครงการ ซึ่งข้าวแกงทอดกึ่งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวขาว นำมาหุงจนสุก นำไปผัดกับเครื่องแกง 4 สูตร ได้แก่ สูตรแกงคั่ว แกงเขียวหวาน แกงเหลือง และข้าวหมก

จากนั้นนำไปขึ้นรูปเป็นทรงกลม นำไปชุบน้ำแป้งที่ผสมจากผงฟู แป้งข้าวเจ้า และน้ำ นำไปชุบเกล็ดขนมปังเพื่อเพิ่มความกรอบ แล้วนำไปทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 วินาที วางไว้ให้สะเด็ดน้ำมัน และนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้ได้นาน 3 เดือน เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับกับกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 30 คน ทดสอบ ทดสอบ พบว่า มีความพอใจในรูป รส กลิ่น และสีของผลิตภัณฑ์ สามารถย่อยอดเชิงพาณิชย์ได้จริง ข้าวแคงทอดกึ่งสำเร็จรูปจึงเป็นผลิตภัณฑ์งานด่วนที่ให้ทั้งความสะดวกและคุณค่าทางอาหาร

Skurray, G., Cunich, J. and Carter, O. (1980 : 89) ได้ศึกษาผลของการใช้ถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ และความเข้มข้นของแคลเซียมไอออนต่อคุณภาพของเต้าหู้ที่ผลิตได้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการผลิตเต้าหู้แบบดั้งเดิมของญี่ปุ่น และคุณภาพที่ศึกษา ได้แก่ สี รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ ซึ่งการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสได้ใช้เครื่องมือวัดความแข็ง (hardness) และความเหนียว (cohesiveness) ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันเล็กน้อยของเต้าหู้ขึ้นอยู่กับโปรตีนชนิด 7S และ 11S ในถั่วเหลือง แต่ปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเต้าหู้ที่สำคัญ คือ ปริมาณของแคลเซียมไอออนที่ใช้ในการตกตะกอน โปรตีน ความคงตัว (firmness) และลักษณะเนื้อสัมผัส (coarseness) ของเต้าหู้จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแคลเซียมไอออนเพิ่มขึ้น และพบว่า ปริมาณ โปรตีนในถั่วเหลืองและความเข้มข้นของแคลเซียมซัลเฟตมีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้

Lim, B.T., DeMan, L. and Buzzell, R.I. (1990 : 1088) ได้ศึกษาผลของพันธุ์เมล็ดถั่วเหลืองและคุณลักษณะของน้ำนมถั่วเหลืองที่มีต่อปริมาณผลิตภัณฑ์และคุณภาพของเต้าหู้โดยใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนและทดลองใช้ถั่วเหลือง 9 พันธุ์ จากการศึกษา พบว่า ปริมาณของเต้าหู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วเหลืองที่มีโปรตีน ไขมัน และฟอสฟอรัสสูงจะทำให้เต้าหู้ที่ได้มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน และฟอสฟอรัสสูงด้วย และจากการศึกษาพบว่า นมถั่วเหลืองที่มี pH สูง และมีปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบสูงจะทำให้ได้ผลผลิตเต้าหู้ปริมาณสูง ถั่วเหลืองที่มีปริมาณ โปรตีน และปริมาณเถ้าสูง แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ จะทำให้ได้ผลผลิตเต้าหู้ปริมาณสูง

Shen, C.F. and others. (1991 : 109) ได้ศึกษาผลของพันธุ์เมล็ดถั่วเหลืองและคุณลักษณะของน้ำนมถั่วเหลืองที่มีต่อปริมาณผลิตภัณฑ์และคุณภาพของเต้าหู้ โดยได้ทดลองผลิตเต้าหู้ 2 ชนิด คือ เต้าหู้แข็งและเต้าหู้หลอด โดยใช้กลูโคโน แคลต์ แล็ก โทน เป็นสารตกตะกอน จากถั่วเหลือง 9 สายพันธุ์ จากการทดลอง พบว่า ปริมาณของเต้าหู้ที่ได้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของเมล็ดถั่ว แต่พบว่า ปริมาณ โปรตีนและปริมาณของของแข็งทั้งหมดในนมถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ โปรตีนและ

ความชื้นในเมล็ดถั่วเพิ่ม ปริมาณเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดถั่วหรือน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนมากขึ้นและมีปริมาณแคลเซียมลดลง เต้าหู้แข็งจะเปราะ แตกหักง่ายขึ้นอยู่กับระดับฟอสฟอรัส ความแข็งของเต้าหู้หลอดจะเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำนมถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนมาก และเต้าหู้แข็งที่ใช้สารกลูโคโน แคลด้า แลก โคน ตกตะกอนจะได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน 20 %

Liu, Zhi-Sheng., Chang, K.C. and Li, Li-Te. (2004 : 815) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพของเต้าหู้หลอดซึ่งใช้กลูโคโนแคลด้า แลก โคนเป็นสารตกตะกอน ในการศึกษาได้ทดลองเอาน้ำนมถั่วเหลืองมาทำให้เสียดสภาพธรรมชาติโดยการให้ความร้อนแบบ 2 ระดับ (two-step heating) คือ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75°C เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิเป็น 95°C เป็นเวลา 5 นาที เปรียบเทียบกับการให้ความร้อนระดับเดียว (one-step heating) คือ 95°C เป็นเวลา 5 นาที จากการศึกษาพบว่า การให้ความร้อนแบบ 2 ระดับ ทำให้น้ำนมถั่วเหลืองมีความหนืดเพิ่มขึ้น 150 % และเต้าหู้หลอดที่ได้มีค่า Young's modulus เพิ่มขึ้น 20 % และมีอัตราการแยกตัวของเวย์ (syneresis) ลดลง 10 %

Noh, E.J. and others. (2005 : 715) ได้ศึกษาผลของการใช้ถั่วเหลืองแช่แข็งต่อการตกตะกอนของน้ำนมถั่วเหลืองและคุณภาพของเต้าหู้ โดยได้ทดลองทำน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองแช่แข็ง จากการศึกษา พบว่า น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้จะตกตะกอนเร็วกว่าและจะได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่เจลมีโครงสร้างคงรูปมากกว่าการใช้ถั่วเหลืองที่ไม่ได้แช่แข็ง เช่น มีความแข็ง ความยืดหยุ่น (springiness) ความเหนียว (gumminess) การเคี้ยว (chewiness) เพิ่มขึ้น เนื่องจากการแช่แข็งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเต้าหู้ คือ มีปริมาณผลิตภัณฑ์ต่ำลง ไขมันต่ำลง แต่มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น จากการศึกษาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า เต้าหู้ที่ผลิตจากถั่วเหลืองแช่แข็งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าในเรื่องของกลิ่นรสและความรู้สึกในการเคี้ยว จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า ถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่แข็งจะให้เต้าหู้ที่มีคุณภาพที่ดีมากขึ้น

Prabhakaran, M.P., Perera, C.O. and Valiyaveetil Suresh. (2006 : 492) ได้ศึกษาผลของการใช้สารตกตะกอนต่อปริมาณของไอโซฟลาโวนส์ที่ยังเหลือคงค้างอยู่ในเต้าหู้แข็ง โดยทดลองใช้สารตกตะกอนหลายชนิดตกตะกอน โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจากถั่วเหลืองพันธุ์ฮาโรวินตัน (Harovinton) การตรวจหาปริมาณไอโซฟลาโวนส์ในเต้าหู้และในเวย์ใช้ HPLC (high performance liquid chromatography) จากการศึกษา พบว่า การใช้สารตกตะกอนต่างกันจะมีผลต่อปริมาณของไอโซฟลาโวนส์ที่เหลืออยู่ในเต้าหู้ และพบว่า การใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนจะได้เต้าหู้ปริมาณมากและมีไอโซฟลาโวนส์เหลืออยู่ในเต้าหู้ปริมาณมาก และจะให้เต้าหู้ที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม