บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ เมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีกที่คัดเอาเปลือกออกแล้ว เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีก ที่คัดเอาเปลือกออกแล้ว

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละโดยน้ำหนัก
ความชื้น	8.566 ± 0.102
โปรตีน (% โดยน้ำหนักแห้ง)	42.250 ± 0.250
ไขมัน (% โดยน้ำหนักแห้ง)	19.323 ± 0.434
เส้นใย (% โดยน้ำหนักแห้ง)	0.970 ± 0.155
เถ้า (% โดยน้ำหนักแห้ง)	5.496 ± 0.010
คาร์โบไฮเดรต (% โดยน้ำหนักแห้ง)	31.961 ± 0.442

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีปริมาณเส้นใยต่ำ คือ มีปริมาณ 0.97% โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่มีขายตามท้องตลาดพบว่าจะมีปริมาณเส้นใย 4.91% โดยน้ำหนักแห้ง (สมชาย ประภาวัต และคณะ, 2525) ทั้งนี้เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ถั่วเหลืองผ่าซีก ที่กะเทาะเปลือกออกแล้วเป็นวัตถุดิบ จึงทำให้มีปริมาณเส้นใยต่ำ และเป็นผลให้มีสัดส่วนของโปรตีน และไขมันสูงกว่าถั่วเหลืองที่ยังไม่กะเทาะเปลือกออกซึ่งมีปริมาณโปรตีน และไขมันเท่ากับ 38.37% และ 14.74% โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ (สมชาย ประภาวัต และคณะ, 2525)

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำผลไม้

เมื่อนำน้ำมะนาว น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวานมาวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) โดยการไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N คำนวณในรูปกรดซิตริก (ภาคผนวก ก 2) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จะได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมด ในน้ำมะนาว น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวาน

น้ำผลไม้	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ปริมาณกรดทั้งหมด (%)
น้ำมะนาว	7.506 ± 0.048
น้ำส้มจี๊ด	5.216 ± 0.048
น้ำส้มเขียวหวาน	2.140 ± 0.065

จากตารางที่ 4.2 พบว่าน้ำมะนาวจะมีปริมาณกรดทั้งหมดเมื่อคิดในรูปกรดซิตริกสูงที่สุด น้ำส้มจี๊ดมีปริมาณรองลงมา และน้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณต่ำที่สุด

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้

เมื่อนำน้ำมะนาว น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวานมาวิเคราะห์ชนิด และปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้ ด้วยวิธี HPLC (ภาคผนวก ก 3) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

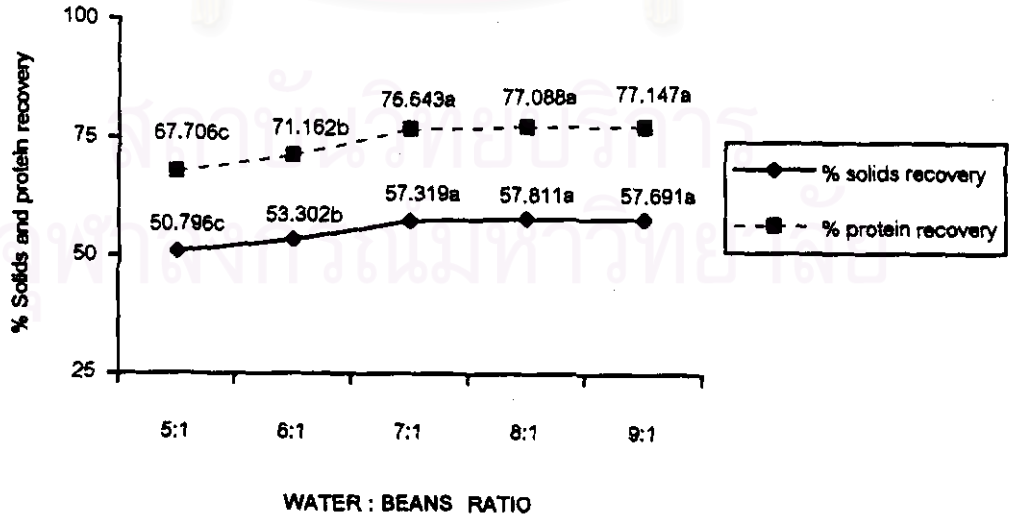
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำมะนาว น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวาน

น้ำผลไม้	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	กรดซิตริก (%)	กรดแอลมาลิก (%)
น้ำมะนาว	6.861 ± 0.680	0.524 ± 0.039
น้ำส้มจี๊ด	4.539 ± 0.446	0.273 ± 0.024
น้ำส้มเขียวหวาน	2.427 ± 0.221	1.070 ± 0.120

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าน้ำมะนาวมีปริมาณกรดซิตริกสูงที่สุด น้ำส้มจี๊ดมีปริมาณรองลงมา และน้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณต่ำที่สุด สำหรับกรดแอลมาลิกพบว่าน้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณสูงที่สุด น้ำมะนาวมีปริมาณรองลงมา และน้ำส้มจี๊ดมีปริมาณต่ำที่สุด

4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนน้ำต่อถั่วที่เหมาะสมในการเตรียมนมถั่วเหลือง

จากการศึกษาอัตราส่วนน้ำต่อถั่วที่เหมาะสมโดยแปรอัตราส่วนน้ำต่อถั่วเป็น 5 ระดับ คือ 5:1, 6:1, 7:1, 8:1 และ 9:1 ได้ผลแสดงดังรูปที่ 4.1



a,b,c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันบนเส้นกราฟเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.1 ปริมาณ Solids และ protein recovery (%) ในนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนน้ำต่อถั่วต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.1 พบว่าอัตราส่วนน้ำต่อถั่วที่ใช้ในการเตรียมนมถั่วเหลืองมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาสู่นมถั่วเหลือง (% Solids and protein recovery from bean to milk) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ ง.1 ภาคผนวก ง) โดยปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาสู่นมถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้น้ำเพิ่มขึ้น (จากอัตราส่วนน้ำต่อถั่ว 5:1 จนถึงอัตราส่วนน้ำต่อถั่ว 7:1) และจะคงที่เมื่ออัตราส่วนน้ำต่อถั่วเพิ่มจาก 7:1 จนถึง 9:1

ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนน้ำต่อถั่วเท่ากับ 7:1 ในการเตรียมนมถั่วเหลืองเพื่อใช้ในงานวิจัยขั้นต่อไป และนมถั่วเหลืองที่ได้จะมีปริมาณของแข็ง 8.258% และมีปริมาณโปรตีน 4.665% (โดยน้ำหนักเปียก)

4.4 ผลการศึกษาการผลิตเต้าหู้แข็งโดยใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน

4.4.1 ผลการศึกษาผลของอุณหภูมิในการตกตะกอนและปริมาณน้ำผลไม้ตระกูลส้มต่อคุณภาพของเต้าหู้แข็ง

4.4.1.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

ในการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอน (Coagulation temperature) เป็น 3 ระดับ คือ 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำมะนาวเป็น 3 ระดับ คือ 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการตกตะกอนแสดงดังตารางที่ 4.4
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.5
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.6
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.7
- ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (coagulation time) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำมะนาว (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน เวลาในการตกตะกอน (วินาที)
60	3	$33.325^{a} \pm 0.078$
	4	$17.275^{c} \pm 0.092$
	5	$13.770^{d} \pm 0.834$
75	3	$18.235^{b} \pm 0.657$
	4	$14.135^{d} \pm 0.078$
	5	$12.080^{e} \pm 0.028$
90	3	$11.245^{e} \pm 0.389$
	4	$8.580^{f} \pm 0.141$
	5	$7.970^{f} \pm 0.382$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำมะนาว (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
60	3	0.403 ^{c} ± 0.002	27.581 ^{g} ± 0.006	57.798 ^{d} ± 0.483
	4	0.415 ^{b} ± 0.001	29.731 ^{f} ± 0.447	59.451 ^{c} ± 0.424
	5	0.431 ^{a} ± 0.008	31.343 ^{de} ± 0.089	61.904 ^{ab} ± 0.272
75	3	0.429 ^{a} ± 0.001	30.987 ^{e} ± 0.278	60.976 ^{b} ± 0.042
	4	0.432 ^{a} ± 0.006	31.802 ^{cd} ± 0.084	61.597 ^{ab} ± 0.651
	5	0.436 ^{a} ± 0.004	32.412 ^{b} ± 0.400	62.029 ^{a} ± 0.489
90	3	0.435 ^{a} ± 0.004	32.335 ^{bc} ± 0.145	62.045 ^{a} ± 0.083
	4	0.434 ^{a} ± 0.005	32.479 ^{ab} ± 0.095	62.206 ^{a} ± 0.409
	5	0.438 ^{a} ± 0.001	33.003 ^{a} ± 0.269	62.493 ^{a} ± 0.382

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำมะนาวมีผลต่อเวลาในการตกตะกอน น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.2 และ ง.3 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำมะนาวเพิ่มขึ้นเวลาในการตกตะกอนจะลดลง แต่น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3,4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำมะนาว (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
60	3	45.109^{e} ± 0.700	0.271 ± 0.007	เนื้อค่อนข้างนิ่ม มีน้ำมาก
	4	47.335^{d} ± 0.010	0.282 ± 0.004	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	5	50.444^{c} ± 1.799	0.281 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	3	50.868^{bc} ± 0.235	0.287 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	4	52.622^{ab} ± 0.889	0.286 ± 0.000	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	53.083^{a} ± 0.141	0.295 ± 0.005	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
90	3	53.007^{a} ± 0.670	0.293 ± 0.003	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	4	53.923^{a} ± 0.900	0.296 ± 0.017	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	54.050^{a} ± 0.793	0.299 ± 0.006	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	59.337*	4.969×10^{-4}*	22.282*	10.461*
ปริมาณน้ำมะนาว (B)	2	12.388*	1.001×10^{-4}	17.178*	2.106
AB	4	2.676*	2.339×10^{-5}	3.711*	0.492
Error	9	0.721	4.750×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำมะนาวมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง (แสดงดังตารางที่ 4.7) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนเท่านั้นที่มีผล ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
60	0.278 ^{b} ± 0.007
75	0.289 ^{a} ± 0.005
90	0.296 ^{a} ± 0.008

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนสูงขึ้นค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.5 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำมะนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีปริมาณน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำมะนาวเท่ากับ 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำมะนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.1.2 <u>ผลของการใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน</u>

ในการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 3 ระดับ คือ 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดเป็น 3 ระดับ คือ 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการตกตะกอนแสดงดังตารางที่ 4.9
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.10
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.11
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.12
- ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (coagulation time) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน เวลาในการตกตะกอน (วินาที)
60	3	$50.415^{a} \pm 0.573$
	4	$20.870^{c} \pm 0.226$
	5	$14.815^{e} \pm 0.247$
75	3	$32.720^{b} \pm 0.834$
	4	$17.205^{d} \pm 0.813$
	5	$12.495^{f} \pm 0.361$
90	3	$17.545^{d} \pm 0.573$
	4	$11.060^{g} \pm 0.226$
	5	$6.990^{h} \pm 0.028$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
60	3	0.394^{d} ± 0.001	26.076^{e} ± 0.143	56.213^{e} ± 0.224
	4	0.422^{c} ± 0.011	29.637^{d} ± 0.795	59.637^{d} ± 0.297
	5	0.429^{bc} ± 0.008	31.484^{bc} ± 0.601	61.038^{bc} ± 0.223
75	3	0.427^{bc} ± 0.004	29.588^{d} ± 0.535	59.588^{d} ± 0.895
	4	0.434^{b} ± 0.003	31.779^{bc} ± 0.047	61.691^{b} ± 0.061
	5	0.437^{ab} ± 0.001	32.366^{abc} ± 0.457	62.675^{a} ± 0.011
90	3	0.434^{b} ± 0.002	31.403^{c} ± 0.319	60.711^{c} ± 0.482
	4	0.446^{a} ± 0.001	32.682^{ab} ± 0.036	62.708^{a} ± 0.276
	5	0.446^{a} ± 0.001	33.017^{a} ± 0.775	62.757^{a} ± 0.380

a, b, c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.9 และ 4.10 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำส้มจี๊ดมีผลต่อเวลาในการตกตะกอน น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.4 และ ง.5 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำส้มจี๊ดเพิ่มขึ้นเวลาในการตกตะกอนจะลดลง แต่น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3,4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
60	3	30.396^{f} ± 1.441	0.277 ± 0.001	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	4	38.437^{e} ± 1.126	0.279 ± 0.006	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	5	41.236^{d} ± 0.585	0.285 ± 0.003	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	3	37.783^{e} ± 0.698	0.280 ± 0.010	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	4	44.328^{c} ± 0.447	0.289 ± 0.004	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
	5	46.867^{b} ± 0.161	0.290 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
90	3	43.428^{c} ± 0.673	0.287 ± 0.011	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	4	47.641^{ab} ± 0.553	0.294 ± 0.005	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	48.819^{a} ± 0.188	0.297 ± 0.013	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	151.961*	2.284×10^{-4}*	259.206*	4.425*
ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (B)	2	115.389*	1.300×10^{-4}	196.825*	2.520
AB	4	4.100*	6.556×10^{-6}	6.994*	0.127
Error	9	0.586	5.161×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำส้มจี๊ดมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง (แสดงดังตารางที่ 4.12) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนเท่านั้นที่มีผลเช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
60	0.281 ^{b} ± 0.005
75	0.286 ^{ab} ± 0.007
90	0.293 ^{a} ± 0.009

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.13 พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนสูงขึ้นค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีปริมาณน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90°C และใช้ปริมาณน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.1.3 <u>ผลของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน</u>

ทำการทดลองโดยแปรอุณหภูมิในการตกตะกอน เป็น 3 ระดับ คือ 60, 75 และ 90°C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเป็น 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการตกตะกอนแสดงดังตารางที่ 4.14
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.15
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.16
- การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.17
- ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (coagulation time) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน เวลาในการตกตะกอน (วินาที)
60	8	$62.215^{a} \pm 0.233$
	10	$23.335^{c} \pm 0.191$
	12	$15.685^{f} \pm 0.389$
75	8	$40.070^{b} \pm 0.000$
	10	$17.540^{e} \pm 0.127$
	12	$12.020^{g} \pm 0.099$
90	8	$18.415^{d} \pm 0.205$
	10	$11.585^{g} \pm 0.191$
	12	$8.500^{h} \pm 0.537$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
60	8	0.395 ^{e} ± 0.002	24.724 ^{e} ± 0.029	56.215 ^{f} ± 0.461
	10	0.416 ^{d} ± 0.004	27.861 ^{d} ± 0.788	57.592 ^{e} ± 0.301
	12	0.430 ^{c} ± 0.000	29.274 ^{c} ± 0.336	59.938 ^{cd} ± 0.054
75	8	0.427 ^{c} ± 0.001	28.023 ^{d} ± 0.099	58.325 ^{e} ± 0.391
	10	0.432 ^{bc} ± 0.003	30.239 ^{b} ± 0.228	60.745 ^{bc} ± 0.474
	12	0.436 ^{ab} ± 0.001	31.083 ^{a} ± 0.165	61.189 ^{ab} ± 0.016
90	8	0.433 ^{bc} ± 0.001	29.531 ^{bc} ± 0.107	59.508 ^{d} ± 0.669
	10	0.439 ^{a} ± 0.000	31.048 ^{a} ± 0.254	61.316 ^{ab} ± 0.091
	12	0.441 ^{a} ± 0.001	31.750 ^{a} ± 0.249	61.860 ^{a} ± 0.158

a,b,c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.14 และ 4.15 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำส้มเขียวหวานมีผลต่อเวลาในการตกตะกอน น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.6 และ ง.7 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำส้ม-เขียวหวานเพิ่มขึ้นเวลาในการตกตะกอนจะลดลง แต่น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
60	8	26.881^{e} ± 0.989	0.270 ± 0.009	เนื้อนิ่มมาก มีน้ำมาก
	10	35.698^{d} ± 1.372	0.272 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	12	37.813^{c} ± 0.817	0.275 ± 0.003	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	8	33.935^{d} ± 0.771	0.277 ± 0.001	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	10	41.160^{b} ± 0.645	0.278 ± 0.007	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
	12	45.249^{a} ± 0.033	0.283 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
90	8	38.907^{c} ± 1.098	0.279 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	10	45.001^{a} ± 0.723	0.284 ± 0.002	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	12	45.630^{a} ± 0.622	0.286 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

SOV	df	MS		F	
		ความแข็ง	ความเหนียว	ความแข็ง	ความเหนียว
อุณหภูมิในการตกตะกอน (A)	2	148.021*	1.822×10^{-4}*	200.158*	10.751*
ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (B)	2	152.875*	4.867×10^{-5}	206.722*	2.872
AB	4	3.792*	3.583×10^{-6}	5.128*	0.211
Error	9	0.739	1.694×10^{-5}		

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด 3x3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตกตะกอน และปริมาณน้ำส้มเขียวหวานมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง (แสดงดังตารางที่ 17) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนเท่านั้นที่มีผลเช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวและน้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตกตะกอน

อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
60	0.273 ^{b} ± 0.005
75	0.279 ^{a} ± 0.004
90	0.283 ^{a} ± 0.003

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$

จากตารางที่ 4.18 พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตกตะกอนสูงขึ้นค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.15 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีปริมาณน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีน สูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90°C และใช้ปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 12% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C และใช้ปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2 <u>ผลของอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำผลไม้ตระกูลส้มที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนที่เหมาะสม</u>

4.4.2.1 <u>ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน</u>

จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C ใช้ปริมาณน้ำมะนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง แล้วแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.19
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
100	$0.414^{cd} \pm 0.010$	$30.693^{bc} \pm 0.750$	$59.321^{b} \pm 0.265$
150	$0.445^{a} \pm 0.006$	$32.516^{a} \pm 0.354$	$61.182^{a} \pm 0.892$
200	$0.442^{ab} \pm 0.004$	$32.219^{a} \pm 0.470$	$61.157^{a} \pm 0.649$
250	$0.429^{bc} \pm 0.013$	$31.750^{ab} \pm 1.043$	$60.965^{a} \pm 0.624$
300	$0.400^{d} \pm 0.001$	$29.791^{c} \pm 0.601$	$60.927^{a} \pm 0.505$

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.19 พบว่าอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.8 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm^2)^{ns}	ความเหนียว^{ns}	
100	53.862 ± 1.546	0.280 ± 0.009	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน
150	55.952 ± 2.001	0.286 ± 0.005	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
200	56.949 ± 0.328	0.295 ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
250	54.092 ± 1.189	0.282 ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
300	53.812 ± 1.514	0.281 ± 0.015	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.20 พบว่าอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.9 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.19 พบว่าการใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำมะนาวเท่ากับ 150 รอบต่อนาที จะทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำมะนาวเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2.2 ผลของการใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C ใช้ปริมาณน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง แล้วแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.21
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
100	$0.423^{b} \pm 0.004$	$31.322^{b} \pm 0.251$	$57.888^{b} \pm 0.516$
150	$0.441^{a} \pm 0.004$	$32.483^{a} \pm 0.304$	$60.202^{a} \pm 0.751$
200	$0.435^{a} \pm 0.002$	$31.894^{ab} \pm 0.212$	$60.156^{a} \pm 0.707$
250	$0.425^{b} \pm 0.006$	$31.223^{b} \pm 0.377$	$60.192^{a} \pm 0.202$
300	$0.412^{c} \pm 0.008$	$30.440^{c} \pm 0.699$	$60.111^{a} \pm 0.738$

a,b,c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.21 พบว่าอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีน

ในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.10 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm^2)^{ns}	ความเหนียว^{ns}	
100	47.357 ± 0.579	0.289 ± 0.008	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน
150	47.586 ± 0.352	0.290 ± 0.004	ผิวมีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น
200	47.583 ± 0.957	0.290 ± 0.002	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
250	47.535 ± 0.266	0.289 ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
300	47.392 ± 0.323	0.289 ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.22 พบว่าอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ง.11 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.21 พบว่าการใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำมะนาวเท่ากับ 150 รอบต่อนาที จะทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2.3 ผลของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90 °C ใช้ปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง แล้วแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.23
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
100	0.428^{b} ± 0.002	30.909^{ab} ± 0.111	58.599^{b} ± 0.158
150	0.440^{a} ± 0.004	31.665^{a} ± 0.326	60.915^{a} ± 0.768
200	0.432^{ab} ± 0.002	31.325^{a} ± 1.123	60.602^{a} ± 0.337
250	0.413^{b} ± 0.007	29.838^{b} ± 0.573	60.593^{a} ± 0.189
300	0.409^{b} ± 0.010	29.700^{b} ± 0.830	60.574^{a} ± 0.361

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.23 พบว่าอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.12 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
	ความแข็ง $(g/mm^2)^{ns}$	ความเหนียว^{ns}	
100	40.278 ± 0.210	0.265 ± 0.004	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน
150	43.093 ± 0.273	0.281 ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
200	43.037 ± 0.946	0.281 ± 0.010	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
250	41.282 ± 2.432	0.275 ± 0.002	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
300	41.178 ± 1.429	0.277 ± 0.011	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.24 พบว่าอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.13 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.23 พบว่าการใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีจะทำให้ได้เต้าหู้ที่มีน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.3 ผลของน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน

4.4.3.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ90°C ใช้ปริมาณน้ำมะนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง และใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำมะนาวที่เหมาะสมคือ 150 รอบต่อนาที แล้วแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเป็น 5 ระดับ คือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.25
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5,3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)^{ns}
2.0	0.444^{b} ± 0.006	30.409^{c} ± 0.445	62.750 ± 0.572
2.5	0.444^{b} ± 0.002	31.206^{b} ± 0.173	63.044 ± 0.906
3.0	0.458^{a} ± 0.005	33.315^{a} ± 0.371	63.184 ± 1.437
3.5	0.460^{a} ± 0.003	33.686^{a} ± 0.362	63.978 ± 0.567
4.0	0.460^{a} ± 0.006	33.664^{a} ± 0.525	64.072 ± 1.623

a, b, c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.25 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.14 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
2.0	50.277^b ± 0.303	0.252^c ± 0.009	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน เนื้อนิ่ม
2.5	51.384^b ± 0.821	0.268^b ± 0.004	ผิวค่อนข้างเรียบ เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น เนื้อแข็ง
3.0	53.648^a ± 1.446	0.281^a ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็งมาก
3.5	53.675^a ± 0.425	0.282^a ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็งมาก
4.0	53.729^a ± 1.467	0.283^a ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็งมาก

a, b, c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.26 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.14 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.25 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม ดังนั้นจึงพบว่าน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอนคือ 3 กิโลกรัม

4.4.3.2 ผลของการใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

จากใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90°C ใช้ปริมาณน้ำส้มจี๊ดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง และใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มจี๊ดที่เหมาะสมคือ 150 รอบต่อนาที แล้วแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเป็น 5 ระดับ คือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.27
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5,3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)^{ns}
2.0	0.433^{b} ± 0.002	29.623^{d} ± 0.191	60.260 ± 0.708
2.5	0.430^{b} ± 0.001	30.127^{c} ± 0.077	60.994 ± 0.785
3.0	0.442^{a} ± 0.004	31.911^{b} ± 0.281	60.905 ± 0.699
3.5	0.441^{a} ± 0.001	32.362^{ab} ± 0.146	60.929 ± 1.087
4.0	0.442^{a} ± 0.008	32.776^{a} ± 0.461	61.435 ± 0.933

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.27 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.16 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
(kg)	ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	
2.0	40.867^{c} ± 0.527	0.279^{c} ± 0.004	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน เนื้อนิ่ม
2.5	42.407^{c} ± 1.748	0.282^{bc} ± 0.005	ผิวค่อนข้างเรียบ เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น
3.0	44.333^{b} ± 1.216	0.285^{bc} ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
3.5	46.507^{a} ± 0.543	0.289^{ab} ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
4.0	47.867^{a} ± 0.694	0.295^{a} ± 0.006	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

a, b, c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.28 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.17 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.27 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม เช่นเดียวกันกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน ดังนั้นจึงพบว่าน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอนคือ 3 กิโลกรัม

4.4.3.3 ผลของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

การใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90°C ใช้ปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง และใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มเขียวหวานเท่ากับ 150 รอบต่อนาที แล้วแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเป็น 5 ระดับ คือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.29
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)^{ns}
2.0	0.452^{c} ± 0.005	28.945^{c} ± 0.694	61.433 ± 0.456
2.5	0.455^{bc} ± 0.005	29.744^{b} ± 0.251	61.719 ± 0.395
3.0	0.463^{ab} ± 0.004	31.180^{a} ± 0.391	61.869 ± 0.688
3.5	0.465^{a} ± 0.001	31.704^{a} ± 0.241	61.941 ± 0.507
4.0	0.466^{a} ± 0.001	31.933^{a} ± 0.180	62.133 ± 0.617

a,b,c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.29 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.18 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้ที่ได้จากการแปรน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

น้ำหนักกด	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
(kg)	ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	
2.0	36.013^{d} ± 0.241	0.280^{b} ± 0.001	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน เนื้อนิ่ม
2.5	38.765^{c} ± 0.078	0.284^{ab} ± 0.002	ผิวค่อนข้างเรียบ เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น เนื้อแข็ง
3.0	40.844^{b} ± 0.669	0.286^{a} ± 0.002	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็ง
3.5	43.118^{a} ± 0.357	0.288^{a} ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็ง
4.0	43.158^{a} ± 0.329	0.289^{a} ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแข็ง

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.30 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.19 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.29 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม ดังนั้นจึงพบว่าน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอนคือ 3 กิโลกรัม

4.4.4 ผลของการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน

จากการทดลองในข้อ 4.4.1 ถึง 4.4.3 พบว่าก้อนเต้าหู้ที่ได้มีลักษณะแข็ง และเหนียวมาก ซึ่งไม่ใช่ลักษณะปกติของเต้าหู้แข็ง และจากผลการทดลองในข้อ 4.4.1.1, 4.4.1.2 และ 4.4.1.3 พบว่าสามารถลดความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้ได้โดยลดปริมาณตัวตกตะกอนหรือลดอุณหภูมิในการตกตะกอนลง อย่างไรก็ตามพบว่าการตกตะกอนที่อุณหภูมิสูงโปรตีนจะตกตะกอนได้ดีกว่า ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็งโดยใช้อุณหภูมิในการตกตะกอนเท่ากับ 90°C ใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม

4.4.4.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

เมื่อแปรปริมาณน้ำมะนาวเป็น 5 ระดับ คือ 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.31
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.32
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.33

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1,1.5,2,2.5 และ3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำมะนาว (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
1.0	0.405 ^{c} ± 0.002	22.333 ^{c} ± 0.782	58.483 ^{b} ± 0.548
1.5	0.421 ^{b} ± 0.007	26.948 ^{b} ± 0.125	61.333 ^{a} ± 0.876
2.0	0.430 ^{a} ± 0.004	31.487 ^{a} ± 1.245	61.904 ^{a} ± 1.050
2.5	0.433 ^{a} ± 0.005	32.598 ^{a} ± 1.457	62.260 ^{a} ± 1.082
3.0	0.437 ^{a} ± 0.004	33.603 ^{a} ± 1.694	62.667 ^{a} ± 1.520

a, b, c ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.31 พบว่าปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.20 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำมะนาว (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
1.0	13.654 ^{d} ± 0.123	0.254 ^{c} ± 0.004	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่ม
1.5	21.491 ^{c} ± 0.637	0.265 ^{bc} ± 0.010	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
2.0	40.410 ^{b} ± 2.774	0.278 ^{ab} ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก
2.5	51.785 ^{a} ± 1.266	0.284 ^{a} ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก
3.0	53.612 ^{a} ± 1.120	0.289 ^{a} ± 0.005	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.32 พบว่าปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.21 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง ที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ นมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำมะนาว (%,w/w)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏของผิวเต้าหู้	สี	เนื้อสัมผัส	กลิ่นและรสชาติ	ความชอบรวม
1.0	$3.65^{b} \pm 0.34$	$4.360^{a} \pm 0.322$	$2.780^{d} \pm 0.205$	$4.300^{a} \pm 0.195$	$3.890^{a} \pm 0.243$
1.5	$3.71^{ab} \pm 0.48$	$4.020^{b} \pm 0.364$	$3.640^{c} \pm 0.139$	$3.820^{b} \pm 0.188$	$2.895^{b} \pm 0.322$
2.0	$3.93^{ab} \pm 0.38$	$3.660^{c} \pm 0.387$	$4.175^{b} \pm 0.189$	$3.300^{c} \pm 0.195$	$2.500^{c} \pm 0.378$
2.5	$3.93^{ab} \pm 0.47$	$3.460^{d} \pm 0.418$	$4.705^{a} \pm 0.239$	$3.040^{d} \pm 0.154$	$1.885^{d} \pm 0.298$
3.0	$3.96^{a} \pm 0.50$	$3.340^{d} \pm 0.387$	$4.820^{a} \pm 0.188$	$2.850^{e} \pm 0.147$	$1.475^{e} \pm 0.210$

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.33 พบว่าปริมาณน้ำมะนาวที่ใช้มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.22 ภาคผนวก ง) และพบว่าการใช้น้ำมะนาวปริมาณ 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีคะแนนในด้านสี กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และมีคะแนนเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงนิ่มมาก ถึงนิ่มพอดี

4.4.4.2 <u>ผลของการใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน</u>

เมื่อแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดเป็น 4 ระดับ คือ 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.34
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.35
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
1.5	$0.405^{d} \pm 0.003$	$20.181^{d} \pm 0.172$	$57.572^{d} \pm 0.664$
2.0	$0.423^{c} \pm 0.002$	$22.809^{c} \pm 0.194$	$58.959^{c} \pm 0.710$
2.5	$0.433^{b} \pm 0.001$	$26.509^{b} \pm 0.316$	$60.555^{b} \pm 0.617$
3.0	$0.444^{a} \pm 0.002$	$29.407^{a} \pm 0.854$	$61.913^{a} \pm 0.854$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.34 พบว่าปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.23 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
1.5	10.519 ^{d} ± 0.653	0.251 ^{c} ± 0.005	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่มมาก
2.0	14.861 ^{c} ± 0.350	0.271 ^{b} ± 0.002	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่ม
2.5	34.273 ^{b} ± 0.810	0.278 ^{ab} ± 0.008	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
3.0	42.548 ^{a} ± 1.812	0.282 ^{a} ± 0.008	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.35 พบว่าปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.24 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง ที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้เป็นตัวเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองตกตะกอน

ปริมาณน้ำส้มจี๊ด (%, w/w)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏของผิวเต้าหู้	สี	ความแข็ง	กลิ่นและรสชาติ	ความชอบรวม
1.5	$3.517^{b} \pm 0.459$	$4.540^{a} \pm 0.369$	$1.955^{d} \pm 0.263$	$4.017^{a} \pm 0.499$	$2.764^{b} \pm 0.516$
2.0	$3.920^{a} \pm 0.235$	$4.292^{b} \pm 0.403$	$2.985^{c} \pm 0.037$	$3.890^{a} \pm 0.405$	$3.710^{a} \pm 0.250$
2.5	$3.857^{a} \pm 0.569$	$3.933^{c} \pm 0.488$	$3.958^{b} \pm 0.194$	$3.815^{ab} \pm 0.208$	$2.472^{c} \pm 0.276$
3.0	$3.975^{a} \pm 0.446$	$3.778^{c} \pm 0.583$	$4.642^{a} \pm 0.404$	$3.633^{b} \pm 0.301$	$1.785^{d} \pm 0.210$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.36 พบว่าปริมาณน้ำส้มจี๊ดที่ใช้มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.25 ภาคผนวก ง) และพบว่าการใช้น้ำส้มจี๊ดปริมาณ 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และคะแนนเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงนิ่มมาก ถึงนิ่มพอดี

4.4.4.3 <u>ผลของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน</u>

เมื่อแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเป็น 5 ระดับ คือ 4, 5, 6, 7 และ 8% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.37
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.38
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.39

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis)
4	0.396 ^{e} ± 0.004	17.566 ^{e} ± 0.087	56.082 ^{c} ± 0.417
5	0.411 ^{d} ± 0.001	20.233 ^{d} ± 0.151	58.223 ^{b} ± 0.411
6	0.426 ^{c} ± 0.002	23.578 ^{c} ± 0.046	59.871 ^{ab} ± 0.770
7	0.431 ^{b} ± 0.001	27.321 ^{b} ± 0.283	60.894 ^{a} ± 1.685
8	0.438 ^{a} ± 0.001	29.276 ^{a} ± 0.304	61.089 ^{a} ± 0.669

a, b, c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.37 พบว่าปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.26 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
4	6.035 ^{a} ± 0.148	0.249 ^{d} ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่มมาก
5	14.062 ^{d} ± 0.435	0.263 ^{c} ± 0.006	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่ม
6	16.611 ^{c} ± 0.757	0.271 ^{bc} ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
7	27.107 ^{b} ± 0.921	0.276 ^{ab} ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
8	31.697 ^{a} ± 1.301	0.282 ^{a} ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.38 พบว่าปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.27 ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.39 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง ที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (%, w/w)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏของผิวเต้าหู้	สี	ความแข็ง	กลิ่นและรสชาติ	ความชอบรวม
4	$4.120^{b} \pm 0.530$	$4.559^{a} \pm 0.265$	$1.990^{e} \pm 0.158$	$4.143^{a} \pm 0.268$	$3.160^{b} \pm 0.515$
5	$4.400^{a} \pm 0.417$	$4.537^{a} \pm 0.261$	$2.810^{d} \pm 0.181$	$4.000^{ab} \pm 0.140$	$4.540^{a} \pm 0.313$
6	$4.447^{a} \pm 0.258$	$4.272^{b} \pm 0.354$	$3.212^{c} \pm 0.105$	$3.925^{b} \pm 0.422$	$4.497^{a} \pm 0.382$
7	$4.475^{a} \pm 0.287$	$3.867^{c} \pm 0.574$	$4.115^{b} \pm 0.567$	$3.325^{c} \pm 0.245$	$2.552^{c} \pm 0.558$
8	$4.470^{a} \pm 0.261$	$3.975^{c} \pm 0.580$	$4.457^{a} \pm 0.349$	$3.280^{c} \pm 0.292$	$2.203^{d} \pm 0.307$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.39 พบว่าปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.28 ภาคผนวก ง) และพบว่าการใช้น้ำส้มเขียวหวานปริมาณ 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองจะทำให้เต้าหู้ที่ได้มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และมีคะแนนเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงนิ่มมาก ถึงนิ่มพอดี

4.5 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเต้าหู้แข็งที่ได้จากตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน

ทำการทดลองโดยใช้ตัวตกตะกอนปริมาณต่าง ๆ และอุณหภูมิในการตกตะกอน ดังนี้

ชนิดของตัวตกตะกอน	ปริมาณตัวตกตะกอน (% โดยน้ำหนักนมถั่วเหลือง)	อุณหภูมิในการตกตะกอน (°C)
- น้ำมะนาว	1	90
- น้ำส้มจี๊ด	2	90
- น้ำส้มเขียวหวาน	5	90
- $CaSO_4.2H_2O$*	1	75
- $MgSO_4.7H_2O$*	1	75
- $CaCl_2.2H_2O$*	0.5	85
- $MgCl_2.6H_2O$*	0.5	85

(* ทำการทดลองโดยดัดแปลงมาจากวิธีของ deMan, deMan และ Gupta, 1986)

ใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- เวลาในการตกตะกอน และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.40
- ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง (%) ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.41
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.42
- ค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.43

- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.44
- โครงสร้างของเต้าหู้แข็งด้วย SEM แสดงดังรูปที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (coagulation time) และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมะนาว 1% น้ำส้มจี๊ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% % $CaSO_4.2H_2O$ 1% $MgSO_4.7H_2O$ 1% $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของตัวตกตะกอน	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	เวลาในการตกตะกอน (วินาที)	น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)
น้ำมะนาว 1%	$87.960^{b} \pm 3.904$	$0.414^{b} \pm 0.002$
น้ำส้มจี๊ด 2%	$83.943^{b} \pm 2.435$	$0.419^{b} \pm 0.001$
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	$85.893^{b} \pm 5.771$	$0.419^{b} \pm 0.009$
$CaSO_4.2H_2O$ 1%	$95.577^{a} \pm 1.848$	$0.440^{a} \pm 0.001$
$MgSO_4.7H_2O$ 1%	$19.933^{c} \pm 0.527$	$0.438^{a} \pm 0.007$
$CaCl_2.2H_2O$ 0.5%	$16.140^{cd} \pm 1.280$	$0.437^{a} \pm 0.009$
$MgCl_2.6H_2O$ 0.5%	$13.980^{d} \pm 0.399$	$0.438^{a} \pm 0.003$

a,b,c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.40 พบว่าชนิดของตัวตกตะกอนมีผลต่อเวลาในการตกตะกอน และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.29 ภาคผนวก ง) โดยจะเห็นได้ว่าการใช้ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% เป็นตัวตกตะกอนจะใช้เวลาในการตกตะกอนสั้นที่สุด เนื่องจาก $MgCl_2.6H_2O$ ละลายน้ำได้ดีจึงแตกตัว และกระจายตัวได้อย่างรวดเร็วในนมถั่วเหลือง ส่วนการใช้ $CaSO_4.2H_2O$ 1% เป็นตัวตกตะกอนจะใช้เวลาในการตกตะกอนนานที่สุด เนื่องจาก $CaSO_4.2H_2O$ ละลายน้ำได้ต่ำ จึงแตกตัวและกระจายตัวได้ช้า

(deMan, deMan and Gupta, 1986; Shurtleff and Aoyagi, 1987) และการใช้ตัวตกตะกอนปกติจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองสูงกว่าการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน เนื่องจากตัวตกตะกอนปกติปริมาณที่ใช้สามารถตกตะกอนโปรตีนในนมถั่วเหลืองลงมาได้มากกว่าการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้ม ดังแสดงในตารางที่ 4.41

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง (%) ปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ปริมาณไขมัน (%, dry basis) ปริมาณเถ้า (%, dry basis) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมะนาว 1% น้ำส้มจี๊ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% $CaSO_4.2H_2O$ 1% $MgSO_4.7H_2O$ 1% $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของตัวตกตะกอน	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ปริมาณของแข็ง (%)	ปริมาณโปรตีน (%,dry basis)	ปริมาณไขมัน^{ns} (%,dry basis)	ปริมาณเถ้า (%,dry basis)	ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%,dry basis)
น้ำมะนาว 1%	$21.711^{d} \pm 0.074$	$58.199^{d} \pm 0.330$	27.601 ± 0.604	$2.273^{e} \pm 0.124$	$11.927^{a} \pm 0.717$
น้ำส้มจี๊ด 2%	$23.079^{c} \pm 0.802$	$58.316^{d} \pm 0.293$	27.816 ± 0.474	$2.182^{e} \pm 0.077$	$11.686^{a} \pm 0.693$
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	$22.676^{c} \pm 0.121$	$58.177^{d} \pm 0.509$	27.830 ± 0.221	$2.132^{e} \pm 0.031$	$11.861^{a} \pm 0.449$
$CaSO_4.2H_2O$ 1%	$20.402^{e} \pm 0.044$	$59.573^{bc} \pm 0.313$	28.576 ± 0.101	$4.560^{a} \pm 0.247$	$7.291^{c} \pm 0.578$
$MgSO_4.7H_2O$ 1%	$27.796^{b} \pm 0.056$	$59.397^{cd} \pm 0.171$	28.367 ± 0.122	$3.655^{c} \pm 0.181$	$8.581^{b} \pm 0.299$
$CaCl_2.2H_2O$ 0.5%	$28.755^{a} \pm 0.110$	$60.658^{ab} \pm 1.633$	28.696 ± 0.859	$4.181^{b} \pm 0.161$	$6.465^{c} \pm 0.649$
$MgCl_2.6H_2O$ 0.5%	$28.946^{a} \pm 0.150$	$61.103^{a} \pm 0.158$	28.255 ± 0.332	$3.198^{d} \pm 0.093$	$7.444^{c} \pm 0.325$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.41 พบว่าชนิดของตัวตกตะกอนมีผลต่อปริมาณของแข็ง โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตในเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณไขมันในเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.30 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าการใช้ $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% เป็นตัวตกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนการใช้ $CaSO_4.2H_2O$ 1% เป็นตัวตกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีปริมาณของแข็งต่ำที่สุด การใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากการใช้ $MgSO_4.7H_2O$ 1% เป็นตัวตกตะกอน นอกจากนี้ยังทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีปริมาณเถ้าต่ำกว่าการใช้ตัวตกตะกอนตามปกติ แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมะนาว 1% น้ำส้มจี๊ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% $CaSO_4.2H_2O$ 1% $MgSO_4.7H_2O$ 1% $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของตัวตกตะกอน	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปรากฏของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm^2)	ความเหนียว	
น้ำมะนาว 1%	12.745^{d} ± 0.508	0.260^{b} ± 0.005	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่มมาก สีขาว
น้ำส้มจี๊ด 2%	15.757^{bc} ± 0.433	0.273^{ab} ± 0.005	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่ม สีขาว
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	14.657^{c} ± 0.276	0.267^{ab} ± 0.005	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่ม สีขาว
$CaSO_4.2H_2O$ 1%	10.347^{e} ± 0.762	0.260^{b} ± 0.006	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อนิ่มมาก สีขาวครีม
$MgSO_4.7H_2O$ 1%	16.299^{b} ± 0.524	0.283^{ab} ± 0.018	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อนิ่ม สีขาวครีม
$CaCl_2.2H_2O$ 0.5%	19.909^{a} ± 0.604	0.287^{a} ± 0.021	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อค่อนข้างแข็ง สีขาวครีม
$MgCl_2.6H_2O$ 0.5%	20.470^{a} ± 1.246	0.290^{a} ± 0.017	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อค่อนข้างแข็ง สีขาวครีม

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.42 พบว่าชนิดของตัวตกตะกอนมีผลต่อค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.31 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าการใช้ $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% เป็นตัวตกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าความแข็ง และความเหนียวสูงที่สุด และการใช้ $CaSO_4.2H_2O$ 1% เป็นตัวตกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าความแข็งและความเหนียวต่ำที่สุด สำหรับลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็งพบว่า การใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอนเต้าหู้แข็ง

จะมีผิวที่ไม่ค่อยเรียบ ซึ่งเป็นข้อด้อยของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน ส่วนเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนปกติเป็นตัวตกตะกอนเต้าหู้แข็งจะมีผิวเรียบเนียนกว่า แต่ก็จะมีสีคล้ำกว่า คือมีสีออกสีขาวขุ่น ส่วนเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้เป็นตัวตกตะกอนจะมีสีขาวกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่วัดโดยเครื่อง Chroma meter ดังแสดงในตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมะนาว 1% น้ำส้มจี๊ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% $CaSO_4.2H_2O$ 1% $MgSO_4.7H_2O$ 1% $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
ตัวตกตะกอน	L	a	b
น้ำมะนาว 1%	$85.820^{b} \pm 0.571$	$-0.747^{f} \pm 0.055$	$18.717^{cd} \pm 0.255$
น้ำส้มจี๊ด 2%	$85.837^{b} \pm 0.211$	$-0.383^{d} \pm 0.032$	$18.313^{d} \pm 0.552$
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	$86.983^{a} \pm 0.433$	$-0.600^{e} \pm 0.044$	$18.437^{cd} \pm 0.666$
$CaSO_4.2H_2O$ 1%	$84.270^{c} \pm 0.204$	$-0.150^{c} \pm 0.060$	$20.323^{a} \pm 0.300$
$MgSO_4.7H_2O$ 1%	$83.343^{c} \pm 1.013$	$0.937^{a} \pm 0.180$	$19.147^{bc} \pm 0.422$
$CaCl_2.2H_2O$ 0.5%	$84.097^{c} \pm 0.705$	$0.040^{b} \pm 0.030$	$19.730^{ab} \pm 0.395$
$MgCl_2.6H_2O$ 0.5%	$84.160^{c} \pm 0.419$	$0.087^{b} \pm 0.015$	$18.687^{cd} \pm 0.175$

a, b, c,...ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่า L แสดงค่าความสว่าง

ค่า a แสดงค่าสีแดง

ค่า b แสดงค่าสีเหลือง

จากตารางที่ 4.38 พบว่าชนิดของตัวตกตะกอนมีผลต่อค่าสีของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.32 ภาคผนวก ง) โดยเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอนจะมีค่า L สูงกว่า เต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้ตัวตกตะกอนปกติ แต่จะมีค่า a และ b ต่ำกว่า

ตารางที่ 4.44 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมะนาว 1% น้ำส้มจี๊ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% $CaSO_4.2H_2O$ 1% $MgSO_4.7H_2O$ 1% $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของตัวตกตะกอน	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ	สี	ลักษณะเนื้อสัมผัส	กลิ่น และรสชาติ^{ns}	ความชอบรวม
น้ำมะนาว 1%	$6.17^{d} \pm 0.72$	$7.87^{a} \pm 0.60$	$7.24^{abc} \pm 0.81$	7.26 ± 0.34	$7.12^{a} \pm 0.91$
น้ำส้มจี๊ด 2%	$5.41^{e} \pm 0.89$	$7.78^{a} \pm 0.59$	$7.37^{ab} \pm 1.05$	7.10 ± 0.51	$7.27^{a} \pm 1.08$
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	$6.97^{e} \pm 1.18$	$7.89^{a} \pm 0.78$	$7.48^{a} \pm 1.03$	7.28 ± 0.33	$7.33^{a} \pm 0.97$
$CaSO_4.2H_2O$ 1%	$7.13^{c} \pm 1.11$	$7.25^{b} \pm 0.71$	$6.86^{bc} \pm 0.78$	7.23 ± 0.60	$6.64^{ab} \pm 1.10$
$MgSO_4.7H_2O$ 1%	$8.28^{a} \pm 1.05$	$6.87^{bc} \pm 1.21$	$7.03^{abc} \pm 1.28$	7.21 ± 0.82	$7.03^{ab} \pm 1.28$
$CaCl_2.2H_2O$ 0.5%	$7.76^{b} \pm 0.76$	$6.52^{c} \pm 1.12$	$6.72^{c} \pm 0.85$	7.29 ± 1.05	$6.38^{c} \pm 1.14$
$MgCl_2.6H_2O$ 0.5%	$7.95^{ab} \pm 0.62$	$6.50^{c} \pm 1.28$	$6.84^{bc} \pm 1.21$	7.27 ± 1.09	$6.35^{c} \pm 1.21$

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

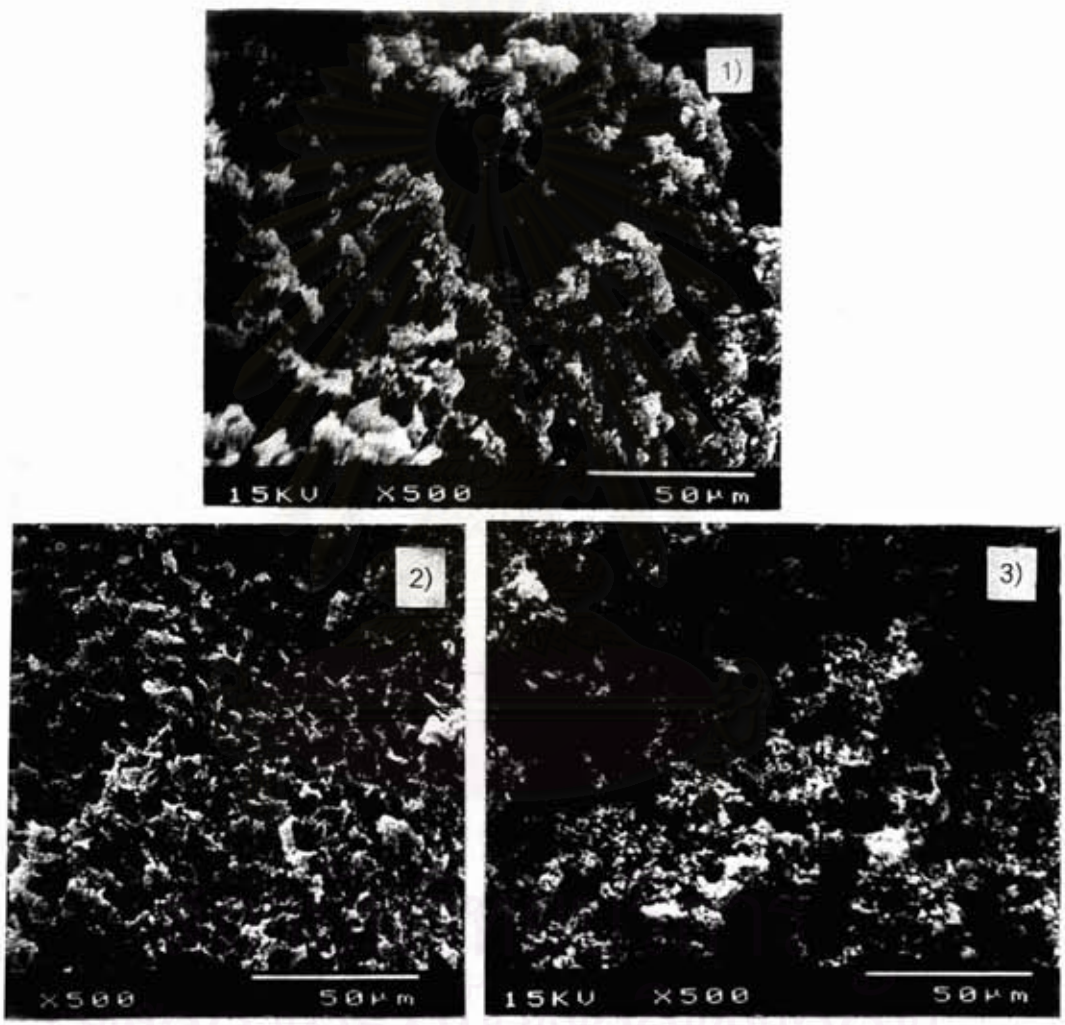
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.44 พบว่าชนิดและปริมาณของตัวตกตะกอนมีผลทำคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นและรสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.33 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอน จะมีคะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏต่ำกว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนปกติเป็นตัวตกตะกอน แต่จะมีคะแนนการยอมรับในด้านสีสูงกว่า และพบว่าว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอนจะมีคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นและรสชาติไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนปกติเป็นตัวตกตะกอน ส่วนเต้าหู้แข็งที่ใช้ $CaCl_2.2H_2O$ 0.5% และ $MgCl_2.6H_2O$ 0.5% เป็นตัวตกตะกอน จะได้คะแนนการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมต่ำกว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิด $CaSO_4.2H_2O$ 1% และ $MgSO_4.7H_2O$ 1% เป็นตัวตกตะกอน

สำหรับผลการศึกษาโครงสร้างของเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนต่าง ๆ ด้วยวิธี Scanning Electron Microscope (SEM) แสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

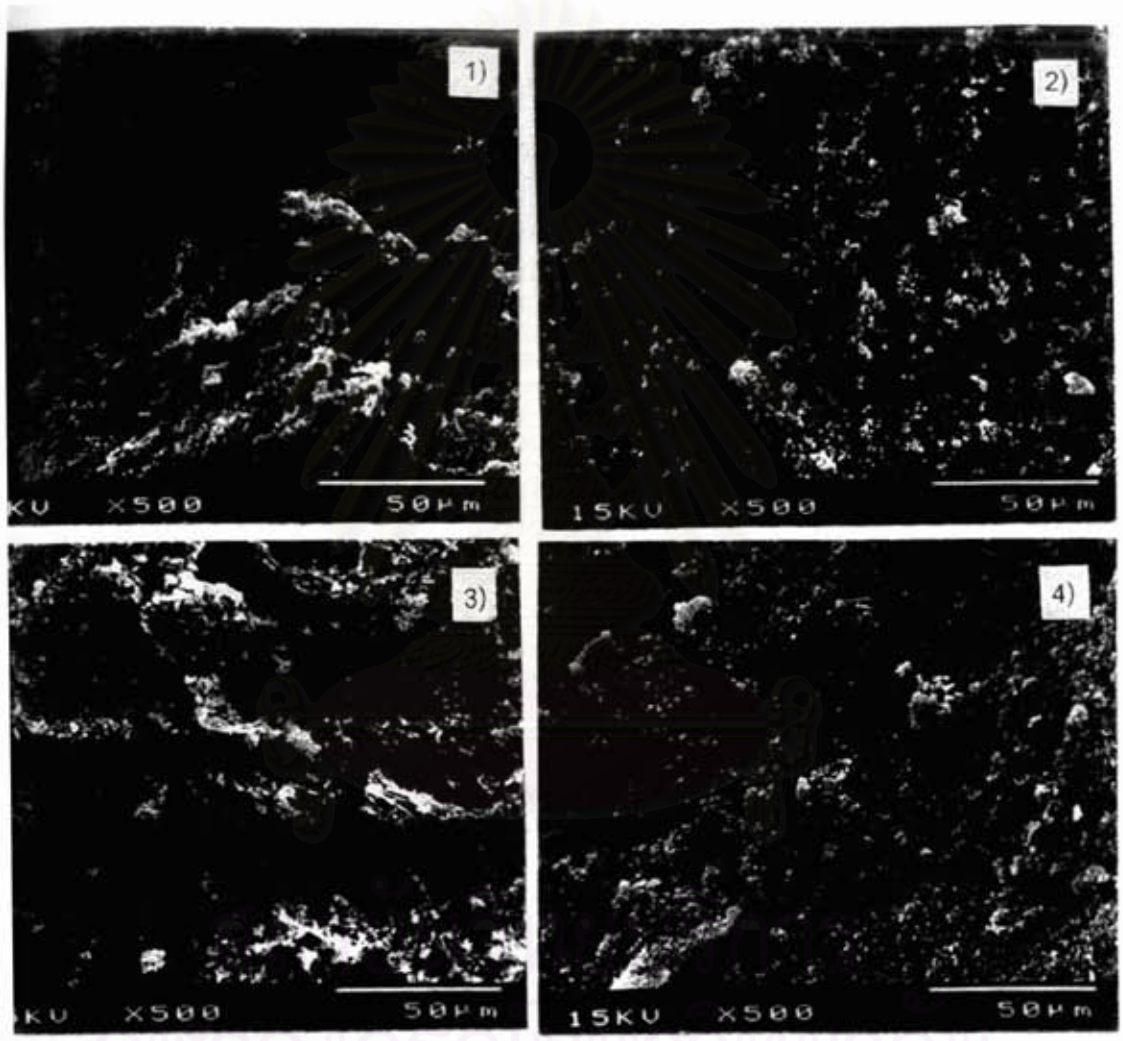
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 500 เท่า แสดงโครงสร้างของเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนที่แตกต่างกันคือ

1) น้ำมะนาว 1%
2) น้ำส้มจี๊ด 2%
3) น้ำส้มเขียวหวาน 5%



รูปที่ 4.3 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 500 เท่า แสดงโครงสร้างของเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนที่แตกต่างกันคือ

1) $CaSO_4.2H_2O$ 1%
2) $MgSO_4.7H_2O$ 1%
3) $CaCl_2.2H_2O$ 0.5%
4) $MgCl_2.6H_2O$ 0.5%

จากรูปที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบกันเฉพาะตัวตกตะกอนที่เป็นน้ำผลไม้ตระกูลส้ม จะเห็นได้ว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอนมีโครงสร้างไม่ละเอียดมากที่สุด และมีรูอากาศขนาดใหญ่ รองลงมาคือเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน และเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอนมีโครงสร้างละเอียดที่สุด และมีรูอากาศเล็กที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวตกตะกอนปกติในรูปที่ 4.3 พบว่าเต้าหู้แข็งที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์เป็นตัวตกตะกอนจะมีโครงสร้างละเอียดที่สุด และเต้าหู้แข็งที่ใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นตัวตกตะกอนจะมีโครงสร้างใกล้เคียงกับการใช้น้ำส้มจี๊ด และน้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน สำหรับเต้าหู้แข็งที่ใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นตัวตกตะกอนจะมีโครงสร้างไม่ละเอียด และมีรูอากาศขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน ซึ่งผลการศึกษาโครงสร้างของเต้าหู้แข็งนี้จะสอดคล้องกับผลการศึกษาค่าความแข็งของเต้าหู้ (แสดงดังตารางที่ 4.42) คือเต้าหู้แข็งที่มีโครงสร้างไม่ละเอียดและมีรูอากาศขนาดใหญ่ จะมีค่าความแข็งต่ำได้แก่เต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว และแคลเซียมซัลเฟตเป็นตัวตกตะกอน ส่วนเต้าหู้แข็งที่มีโครงสร้างละเอียด และมีรูอากาศขนาดเล็ก จะมีค่าความแข็งมากขึ้นได้แก่เต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด น้ำส้มเขียวหวาน แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์ เป็นตัวตกตะกอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอน

4.6.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตกตะกอน

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอนมาบรรจุในถาดพลาสติก PS ขนาด 12.5 x12.5 x 2 cm^3 และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.45
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.46
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.47
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็ง [ns]
0	0.000 [b] ± 0.000	5.880 ± 0.010
1	3.492 [a] ± 0.198	5.873 ± 0.015
3	3.537 [a] ± 0.285	5.867 ± 0.006
5	3.543 [a] ± 0.223	5.867 ± 0.015
7	3.533 [a] ± 0.152	5.863 ± 0.021

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.45 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเต้าหู้แข็งจะไม่มีการวัดน้ำหนักเต้าหู้แข็งที่สูญหายไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับเหมือนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.34 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 3.4)

ตารางที่ 4.46 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/ mm^2) ns	ความเหนียว ns	L ns	a ns	b ns
0	11.756 ± 0.488	0.266 ± 0.004	85.82 ± 0.667	-0.74 ± 0.075	18.19 ± 0.375
1	11.734 ± 0.213	0.266 ± 0.003	86.64 ± 0.236	-0.71 ± 0.082	18.22 ± 0.604
3	11.665 ± 0.109	0.264 ± 0.005	85.89 ± 0.209	-0.72 ± 0.055	18.16 ± 0.805
5	11.650 ± 0.475	0.265 ± 0.007	85.71 ± 0.283	-0.74 ± 0.017	18.14 ± 0.464
7	11.625 ± 0.583	0.266 ± 0.007	85.74 ± 0.490	-0.75 ± 0.040	18.26 ± 0.683

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.46 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง ความเหนียว และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.35 และ ง.36 ภาคผนวก ง)

สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ ns	สี ns	ลักษณะเนื้อสัมผัส ns	กลิ่น และรสชาติ ns	ความชอบรวม ns
0	6.15 ± 0.56	7.08 ± 0.85	7.68 ± 0.57	7.23 ± 0.38	7.30 ± 0.44
1	6.15 ± 0.59	7.05 ± 0.84	7.65 ± 0.56	7.20 ± 0.34	7.28 ± 0.44
3	6.13 ± 0.53	7.03 ± 0.77	7.65 ± 0.59	7.20 ± 0.41	7.25 ± 0.38
5	6.10 ± 0.50	7.00 ± 0.67	7.63 ± 0.63	7.18 ± 0.37	7.23 ± 0.38
7	6.08 ± 0.49	7.00 ± 0.63	7.60 ± 0.62	7.15 ± 0.33	7.20 ± 0.34

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.47 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมของเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.37 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	6.1×10^2	ไม่พบ*
7	1.0×10^3	ไม่พบ*

* ที่ dilution 10^{-1}

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.48 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วเต้าหู้แข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ 5×10^4 และไม่พบยีสต์และราในเต้าหู้แข็ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.2 ผลของการใช้น้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอนมาบรรจุในถาดพลาสติก PS ขนาด 12.5 x12.5 x 2 cm^3 และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.49
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.50
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.51
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.49 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็ง ^{ns}
0	0.000 ^{b} ± 0.000	5.870 ± 0.010
1	3.290 ^{a} ± 0.146	5.867 ± 0.012
3	3.291 ^{a} ± 0.125	5.867 ± 0.006
5	3.302 ^{a} ± 0.135	5.867 ± 0.015
7	3.307 ^{a} ± 0.116	5.863 ± 0.015

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.49 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเต้าหู้แข็งจะไม่มีการวัดน้ำหนักเต้าหู้แข็งที่สูญหายไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับเหมือนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.38 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 3.4)

ตารางที่ 4.50 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/ mm^2) ns	ความเหนียว ns	L ns	a ns	b ns
0	15.195 ± 0.105	0.274 ± 0.011	85.13 ± 0.137	-0.37 ± 0.070	18.19 ± 0.409
1	15.180 ± 0.125	0.270 ± 0.011	85.15 ± 0.165	-0.38 ± 0.012	18.16 ± 0.619
3	15.160 ± 0.115	0.269 ± 0.007	85.13 ± 0.228	-0.35 ± 0.032	18.18 ± 0.459
5	15.141 ± 0.097	0.269 ± 0.009	85.12 ± 0.082	-0.34 ± 0.021	18.11 ± 0.416
7	15.103 ± 0.071	0.269 ± 0.001	85.29 ± 0.026	-0.34 ± 0.015	18.13 ± 0.097

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.50 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง ความเหนียว และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.39 และ ง.40 ภาคผนวก ง)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ ns	สี ns	ลักษณะเนื้อสัมผัส ns	กลิ่น และรสชาติ ns	ความชอบรวม ns
0	6.20 ± 0.73	7.15 ± 0.71	7.55 ± 0.58	7.13 ± 0.43	7.25 ± 0.41
1	6.18 ± 0.75	7.13 ± 0.72	7.55 ± 0.63	7.10 ± 0.45	7.23 ± 0.44
3	6.17 ± 0.67	7.10 ± 0.66	7.53 ± 0.60	7.05 ± 0.60	7.15 ± 0.33
5	6.17 ± 0.73	7.08 ± 0.65	7.52 ± 0.64	7.05 ± 0.54	7.15 ± 0.37
7	6.13 ± 0.67	7.05 ± 0.62	7.50 ± 0.63	7.05 ± 0.53	7.15 ± 0.29

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.51 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.41 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.52 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มจี๊ด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	4.5×10^2	ไม่พบ*
7	1.4×10^3	ไม่พบ*

* ที่ dilution 10^{-1}

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.52 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วเต้าหู้แข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ 5×10^4 และไม่พบยีสต์และราในเต้าหู้แข็ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.3 ผลของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตกตะกอน

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอนมาบรรจุในถาดพลาสติก PS ขนาด 12.5 x12.5 x 2 cm^3 และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.53
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.54
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.55
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.56

ตารางที่ 4.53 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็ง ns
0	0.000 b ± 0.000	5.897 ± 0.021
1	3.326 a ± 0.074	5.880 ± 0.010
3	3.312 a ± 0.110	5.880 ± 0.020
5	3.303 a ± 0.137	5.877 ± 0.015
7	3.377 a ± 0.106	5.873 ± 0.021

a, b ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.53 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเต้าหู้แข็งจะไม่มีการวัดน้ำหนักเต้าหู้แข็งที่สูญหายไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับเหมือนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.42 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 3.4)

ตารางที่ 4.54 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm^2) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/mm^2) ns	ความเหนียว ns	L ns	a ns	b ns
0	14.489 ± 0.335	0.265 ± 0.009	86.46 ± 0.129	-0.67 ± 0.032	18.30 ± 0.243
1	14.416 ± 0.284	0.268 ± 0.004	86.63 ± 0.236	-0.62 ± 0.015	18.55 ± 0.372
3	14.481 ± 0.275	0.265 ± 0.005	86.57 ± 0.327	-0.60 ± 0.020	18.30 ± 0.276
5	14.312 ± 0.249	0.263 ± 0.004	86.33 ± 0.667	-0.62 ± 0.026	18.39 ± 0.372
7	14.228 ± 0.089	0.265 ± 0.004	86.43 ± 0.531	-0.64 ± 0.045	18.24 ± 0.388

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.54 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง ความเหนียว และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.43 และ ง.44 ภาคผนวก ง)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเต้าหู้แข็ง ที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ ns	สี ns	ลักษณะเนื้อสัมผัส ns	กลิ่น และรสชาติ ns	ความชอบรวม ns
0	6.37 ± 0.48	7.20 ± 0.66	7.73 ± 0.57	7.25 ± 0.38	7.25 ± 0.66
1	6.35 ± 0.46	7.18 ± 0.65	7.73 ± 0.55	7.23 ± 0.34	7.23 ± 0.64
3	6.35 ± 0.56	7.13 ± 0.63	7.68 ± 0.57	7.22 ± 0.44	7.20 ± 0.59
5	6.33 ± 0.54	7.10 ± 0.62	7.65 ± 0.59	7.20 ± 0.41	7.15 ± 0.61
7	6.30 ± 0.50	7.08 ± 0.59	7.63 ± 0.58	7.15 ± 0.33	7.13 ± 0.58

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.55 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ ง.45 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.56

ตารางที่ 4.56 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในถาดพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	8.3×10^2	ไม่พบ*
7	2.9×10^3	ไม่พบ*

* ที่ dilution 10^{-1}

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.56 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วเต้าหู้แข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้หลอด (มอก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ 5×10^4 และไม่พบยีสต์และราในเต้าหู้แข็งเช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวและน้ำส้มจี๊ดเป็นตัวตกตะกอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย