

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ของค่าประกอบทางเคมีของวัตถุดิน

วัตถุดินที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ เมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีกที่คัดเอาเปลือกออกแล้ว เมื่อนำมาวิเคราะห์ของค่าประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร เกรา และคาร์บอโนไซเดรต ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของค่าประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีก ที่คัดเอาเปลือกออกแล้ว

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เผยแพร่มากที่สุด ร้อยละโดยน้ำหนัก
ความชื้น	$8.566 \pm 0.102$
โปรตีน (%) โดยน้ำหนักแห้ง	$42.250 \pm 0.250$
ไขมัน (%) โดยน้ำหนักแห้ง	$19.323 \pm 0.434$
เส้นใย (%) โดยน้ำหนักแห้ง	$0.970 \pm 0.155$
เกรา (%) โดยน้ำหนักแห้ง	$5.496 \pm 0.010$
คาร์บอโนไซเดรต (%) โดยน้ำหนักแห้ง	$31.961 \pm 0.442$

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

#### **4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้**

##### **4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำผลไม้**

เมื่อนำน้ำมันมะนาว น้ำส้มซีด และน้ำส้มเขียวหวานมาวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) โดยการใช้เทเรติกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ความเข้มข้น 0.1 N คำนวนในกฎการดิชติก (ภาคผนวก ก 2) ทำการทดลอง 3 ชั้้า จะได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดทั้งหมด ในน้ำมันมะนาว น้ำส้มซีด และน้ำส้มเขียวหวาน**

น้ำผลไม้	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเป็นมาตรฐาน ปริมาณกรดทั้งหมด (%)
น้ำมันมะนาว	$7.506 \pm 0.048$
น้ำส้มซีด	$5.216 \pm 0.048$
น้ำส้มเขียวหวาน	$2.140 \pm 0.065$

จากตารางที่ 4.2 พบร่วมน้ำมันมะนาวจะมีปริมาณกรดทั้งหมดเมือคิดในกฎการดิชติกสูงที่สุด น้ำส้มซีดมีปริมาณรองลงมา และน้ำส้มเขียวหวานมีปริมาณต่ำที่สุด

##### **4.2.2 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้**

เมื่อนำน้ำมันมะนาว น้ำส้มซีด และน้ำส้มเขียวหวานมาวิเคราะห์ชนิด และปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำผลไม้ ด้วยวิธี HPLC (ภาคผนวก ก 3) ทำการทดลอง 2 ชั้้า ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3

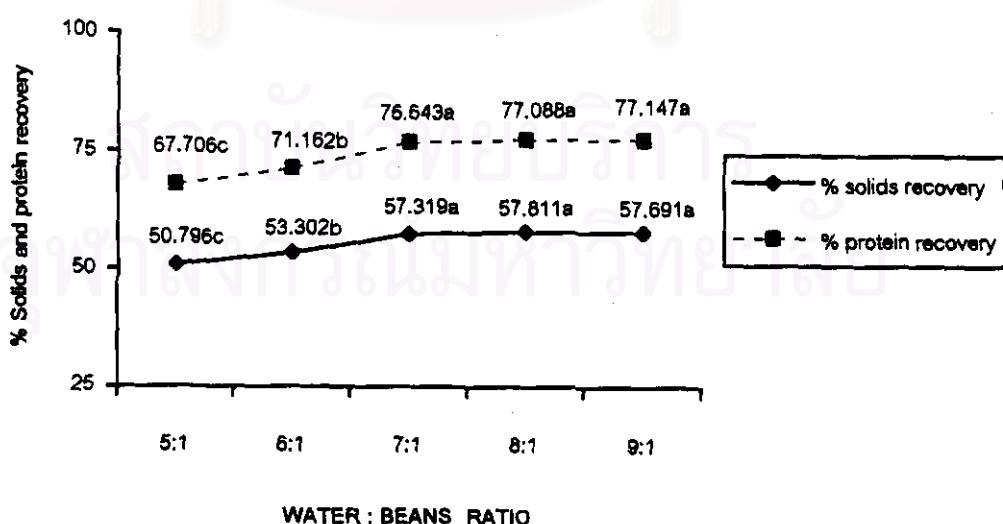
**ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำมัน sez และน้ำสัมเขียวหวาน**

น้ำผลไม้	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เปี้ยงเบนมาตรฐาน	
	การซึตริก (%)	การแอลมาลิก (%)
น้ำมัน sez	6.861 $\pm$ 0.680	0.524 $\pm$ 0.039
น้ำสัมเขียวหวาน	4.539 $\pm$ 0.446	0.273 $\pm$ 0.024
น้ำสัมเขียวหวาน	2.427 $\pm$ 0.221	1.070 $\pm$ 0.120

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าน้ำมัน sez มีปริมาณกรดซึตริกสูงที่สุด น้ำสัมเขียวหวานมีปริมาณรองลงมา และน้ำสัมเขียวหวานมีปริมาณต่ำที่สุด สำหรับกรดแอลมาลิกพบว่าน้ำสัมเขียวหวานมีปริมาณสูงที่สุด น้ำมัน sez มีปริมาณรองลงมา และน้ำสัมเขียวหวานมีปริมาณต่ำที่สุด

#### 4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนน้ำต่อถั่วที่เหมาะสมในการเตรียมแม็คคุร์เกลลิง

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



a,b,c ตัวเลขที่มีตัวยักฆะรากับต่างกันบนเส้นกราฟเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )  
รูปที่ 4.1 ปริมาณ Solids และ protein recovery (%) ในแม็คคุร์เกลลิงที่อัตราส่วนน้ำต่อถั่วต่าง ๆ

จากข้อที่ 4.1 พบร่วมอัตราส่วนน้ำต่อถั่วที่ใช้ในการเตรียมนมถั่วเหลืองมีอิทธิพลต่อค่าปริมาณของโปรตีน และปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาสูตรถั่วเหลือง (% Solids and protein recovery from bean to milk) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงในตารางที่ 4.1 ภาคผนวก ง) โดยปริมาณของโปรตีน และปริมาณโปรตีนที่สกัดได้จากถั่วเหลืองมาสูตรถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้น้ำเพิ่มขึ้น (จากอัตราส่วนน้ำต่อถั่ว 5:1 จนถึงอัตราส่วนน้ำต่อถั่ว 7:1) และจะคงที่เมื่ออัตราส่วนน้ำต่อถั่วเพิ่มจาก 7:1 จนถึง 9:1

ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนน้ำต่อถั่วเท่ากับ 7:1 ใน การเตรียมนมถั่วเหลืองเพื่อใช้งาน วิจัยขั้นต่อไป และนमถั่วเหลืองที่ได้จะมีปริมาณของโปรตีน 8.258% และมีปริมาณโปรตีน 4.665% (โดยน้ำหนักเปรียบ)

#### 4.4 ผลการศึกษาการผลิตเต้าหู้แข็งโดยใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตัดตอน

##### 4.4.1 ผลการศึกษาผลิตของอุณหภูมิในการตัดตอนและไข่น้ำผลไม้ตระกูลส้มต่อคุณภาพของเต้าหู้แข็ง

###### 4.4.1.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตัดตอน

ในการปรุงอุณหภูมิในการตัดตอน (Coagulation temperature) เป็น 3 ระดับ คือ 60, 75 และ 90°C และปริมาณน้ำมะนาวเป็น 3 ระดับ คือ 3, 4 และ 5% โดยน้ำหนักของเมล็ดถั่วเหลือง ใช้ขั้ตราชีวะในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตัดตอนเท่ากัน 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปห้องเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการตัดตอนแสดงดังตารางที่ 4.4
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของโปรตีน (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.5

- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฎของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.6

- การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.7

- ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตัดตอน แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยเวลาในการ clotting (coagulation time) ของเห็ดน้ำเงินที่ได้จากการปรับอุณหภูมิในการ clotting เป็น 60, 75 และ 90 °C และแบ่งเป็น 3 ชั้นตามน้ำหนักที่ใช้เป็นตัว clotting เป็น 3, 4 และ 5 mg เครื่องเรือนที่โดยน้ำหนักของเม็ดถ้าเหลือง

อุณหภูมิในการ clotting (°C)	ปริมาณน้ำหนัก (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเปนมาตราฐาน เวลาในการ clotting (วินาที)
60	3	33.325 <sup>a</sup> ± 0.078
	4	17.275 <sup>c</sup> ± 0.092
	5	13.770 <sup>d</sup> ± 0.834
75	3	18.235 <sup>b</sup> ± 0.657
	4	14.135 <sup>d</sup> ± 0.078
	5	12.080 <sup>e</sup> ± 0.028
90	3	11.245 <sup>e</sup> ± 0.389
	4	8.580 <sup>f</sup> ± 0.141
	5	7.970 <sup>f</sup> ± 0.382

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

## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหัวต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%), dry basis ในเด้าหัวแข็งที่ได้จากการแปรผันอุณหภูมิในการทดสอบเป็น 60, 75 และ 90 °C และแป้งปริมาณน้ำหน่วงที่ใช้เป็นตัวตอกทดสอบเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง

อุณหภูมิ ในการทดสอบ (°C)	ปริมาณ น้ำหน่วง (% โดย น้ำหนัก) (g/g, dry basis)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		น้ำหนักเด้าหัวต่อ น้ำหนักเม็ดถ้วน เหลือง	ปริมาณของแข็งใน เด้าหัว (%)	ปริมาณโปรตีนในเด้าหัว (%, dry basis)
60	3	0.403 <sup>c</sup> ± 0.002	27.581 <sup>g</sup> ± 0.006	57.798 <sup>d</sup> ± 0.483
	4	0.415 <sup>b</sup> ± 0.001	29.731 <sup>f</sup> ± 0.447	59.451 <sup>c</sup> ± 0.424
	5	0.431 <sup>a</sup> ± 0.008	31.343 <sup>de</sup> ± 0.089	61.904 <sup>ab</sup> ± 0.272
75	3	0.429 <sup>e</sup> ± 0.001	30.987 <sup>e</sup> ± 0.278	60.976 <sup>b</sup> ± 0.042
	4	0.432 <sup>e</sup> ± 0.006	31.802 <sup>cd</sup> ± 0.084	61.597 <sup>ab</sup> ± 0.651
	5	0.436 <sup>e</sup> ± 0.004	32.412 <sup>b</sup> ± 0.400	62.029 <sup>a</sup> ± 0.489
90	3	0.435 <sup>e</sup> ± 0.004	32.335 <sup>bc</sup> ± 0.145	62.045 <sup>a</sup> ± 0.083
	4	0.434 <sup>e</sup> ± 0.005	32.479 <sup>ab</sup> ± 0.095	62.206 <sup>a</sup> ± 0.409
	5	0.438 <sup>e</sup> ± 0.001	33.003 <sup>e</sup> ± 0.269	62.493 <sup>a</sup> ± 0.382

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

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการทดสอบ และปริมาณน้ำหน่วงน้ำหน่วงมีผลต่อเวลาในการทดสอบ น้ำหนักเด้าหัวต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเด้าหัวแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการทดสอบเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำหน่วงน้ำหน่วงเพิ่มขึ้นเวลาในการทดสอบจะลดลง แต่น้ำหนักเด้าหัวต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเด้าหัวแข็งจะเพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 4.6** ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากของเดาหูแข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมันละน้ำที่ใช้เป็นตัวตกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิ ในการ ตก ตะกอน (°C)	ปริมาณ น้ำมันละน้ำ (% โดย น้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปูรากของเดาหู
		ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
60	3	45.109 <sup>a</sup> ± 0.700	0.271 ± 0.007	เนื้อค่อนข้างนิ่ม มีน้ำมาก
	4	47.335 <sup>a</sup> ± 0.010	0.282 ± 0.004	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	5	50.444 <sup>a</sup> ± 1.799	0.281 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	3	50.868 <sup>b,c</sup> ± 0.235	0.287 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	4	52.622 <sup>b,b</sup> ± 0.889	0.286 ± 0.000	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	53.083 <sup>a</sup> ± 0.141	0.295 ± 0.005	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
90	3	53.007 <sup>a</sup> ± 0.670	0.293 ± 0.003	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	4	53.923 <sup>a</sup> ± 0.900	0.296 ± 0.017	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	54.050 <sup>a</sup> ± 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<sup>2</sup>) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้เย็นที่ได้จากการประยุณหนภูมิในการตอกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำมันมะนาวที่ใช้เป็นตัวตอกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเม็ดเต้าหู้เหลือง

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

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตอกตะกอน และปริมาณน้ำมันมะนาวมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้เย็น (แสดงดังตารางที่ 4.7) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่านั้นที่มีผล ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตอกตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้เย็น ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้เย็น เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตอกตะกอน

อุณหภูมิในการตอกตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
60	$0.278^{\circ} \pm 0.007$
75	$0.289^{\circ} \pm 0.005$
90	$0.296^{\circ} \pm 0.008$

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

จากตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตอกตะกอนสูงขึ้นค่าความเหนียวของ เด้าหัวแมงจะเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.5 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำมันนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองทำให้ได้ เด้าหัวแมงที่มีปริมาณน้ำหนักเด้าหัวแมงต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเด้าหัวแมงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และ ให้ปริมาณน้ำมันนาวเท่ากับ 4 และ 5% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน ดังนั้นจึง เลือกใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำมันนาวเท่ากับ 3% โดยน้ำหนัก ของนมถ้วนเหลือง ในการทดลองขึ้นต่อไป

#### 4.4.1.2 ผลกระทบของการใช้น้ำส้มซีดเป็นตัวตอกตะกอน

ในการเยป้ออุณหภูมิในการตอกตะกอนเป็น 3 ระดับ คือ  $60$ ,  $75$  และ  $90^{\circ}\text{C}$  และเยป้อปริมาณน้ำส้มซีดเป็น 3 ระดับ คือ  $3$ ,  $4$  และ  $5\%$  โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง ใช้ชีตร้าเริ่ว ในกระบวนการนมถ้วนเหลืองขณะเติมตัวตอกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้น รากห้อนเด้าหัวแมงเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการตอกตะกอนแสดงดังตารางที่ 4.9
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหัวแมงต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเด้าหัวแมง แสดงดังตารางที่ 4.10
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness)

และลักษณะปรากฏของเด้าหัวแมง แสดงดังตารางที่ 4.11

- การวิเคราะห์ความเยป้อปานค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของ เด้าหัวแมง แสดงดังตารางที่ 4.12
- ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเด้าหัวแมง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของ อุณหภูมิในการตอกตะกอน แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกลงกอน (coagulation time) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปหุ่มใน การตกลงกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และเปรียบเทียบนำ้ส้มจืดที่ใช้เป็นตัวตกลงกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิในการตกลงกอน (°C)	ปริมาณนำ้ส้มจืด (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน เวลาในการตกลงกอน (วินาที)
60	3	$50.415^a \pm 0.573$
	4	$20.870^c \pm 0.226$
	5	$14.815^d \pm 0.247$
75	3	$32.720^b \pm 0.834$
	4	$17.205^e \pm 0.813$
	5	$12.495^f \pm 0.361$
90	3	$17.545^g \pm 0.573$
	4	$11.060^h \pm 0.226$
	5	$6.990^i \pm 0.028$

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

## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเดือน้ำต่อหน่วยเมล็ดถ้วนหนึ่ง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเดือน้ำแข็งที่ได้จากการแยกอุณหภูมิในการตากตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบบปริมาณน้ำสัมจັດที่ใช้เป็นตากตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 ปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของน้ำสัมจັດถ้วนหนึ่ง

อุณหภูมิ ในการตาก ตะกอน (°C)	ปริมาณ น้ำสัมจັດ (% โดยน้ำ หนัก) (%)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงมนฐานราก		
		น้ำหนักเดือน้ำต่อ น้ำหนักเมล็ดถ้วน หนึ่ง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งใน เดือน้ำ (%)	ปริมาณโปรตีนใน เดือน้ำ (%, dry basis)
60	3	0.394 <sup>d</sup> ± 0.001	26.076 <sup>e</sup> ± 0.143	56.213 <sup>e</sup> ± 0.224
	4	0.422 <sup>c</sup> ± 0.011	29.637 <sup>d</sup> ± 0.795	59.637 <sup>d</sup> ± 0.297
	5	0.429 <sup>bc</sup> ± 0.008	31.484 <sup>bc</sup> ± 0.601	61.038 <sup>bc</sup> ± 0.223
75	3	0.427 <sup>bc</sup> ± 0.004	29.588 <sup>d</sup> ± 0.535	59.588 <sup>d</sup> ± 0.895
	4	0.434 <sup>b</sup> ± 0.003	31.779 <sup>bc</sup> ± 0.047	61.691 <sup>b</sup> ± 0.061
	5	0.437 <sup>ab</sup> ± 0.001	32.366 <sup>ab</sup> ± 0.457	62.675 <sup>a</sup> ± 0.011
90	3	0.434 <sup>b</sup> ± 0.002	31.403 <sup>c</sup> ± 0.319	60.711 <sup>c</sup> ± 0.482
	4	0.446 <sup>a</sup> ± 0.001	32.682 <sup>ab</sup> ± 0.036	62.708 <sup>a</sup> ± 0.276
	5	0.446 <sup>a</sup> ± 0.001	33.017 <sup>a</sup> ± 0.775	62.757 <sup>a</sup> ± 0.380

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

จากการทดลองในตารางที่ 4.9 และ 4.10 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตากตะกอน และปริมาณน้ำสัมจັດมีผลต่อเวลาในการตากตะกอน น้ำหนักเดือน้ำต่อหน่วยเมล็ดถ้วนหนึ่ง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเดือน้ำแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.4 และ 4.5 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตากตะกอนเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำสัมจັດเพิ่มขึ้นเวลาในการตากตะกอนจะลดลง แต่น้ำหนักเดือน้ำต่อหน่วยเมล็ดถ้วนหนึ่ง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเดือน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสักษณะปูรากฐานของเต้าหู้เย็นที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตอกตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบบปริมาณน้ำส้มเช็ดที่ใช้เป็นตัวตอกตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเม็ดเต้าหู้เหลือง

อุณหภูมิ ในการ ตอก ตะกอน	ปริมาณ น้ำส้มเช็ด (%) โดย น้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน		สักษณะปูรากฐานของเต้าหู้
		ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
60	3	30.396 <sup>a</sup> ± 1.441	0.277 ± 0.001	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	4	38.437 <sup>b</sup> ± 1.126	0.279 ± 0.006	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	5	41.236 <sup>c</sup> ± 0.585	0.285 ± 0.003	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	3	37.783 <sup>c</sup> ± 0.698	0.280 ± 0.010	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	4	44.328 <sup>c</sup> ± 0.447	0.289 ± 0.004	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
	5	46.867 <sup>b</sup> ± 0.161	0.290 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
90	3	43.428 <sup>c</sup> ± 0.673	0.287 ± 0.011	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	4	47.641 <sup>ab</sup> ± 0.553	0.294 ± 0.005	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	5	48.819 <sup>a</sup> ± 0.188	0.297 ± 0.013	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย

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

**ตารางที่ 4.12** การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตากตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแปรปริมาณน้ำส้มซีดที่ใช้เป็นตัวตากตะกอนเป็น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเมล็ดเหลือง

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

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตากตะกอน และปริมาณน้ำส้มซีดมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง (แสดงดังตารางที่ 4.12) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตากตะกอนเท่านั้นที่มีผลเช่นเดียวกับการใช้น้ำหน้ำเป็นตัวตากตะกอน ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตากตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13** ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตากตะกอน

อุณหภูมิในการตากตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน
60	$0.281^b \pm 0.005$
75	$0.286^{ab} \pm 0.007$
90	$0.293^a \pm 0.009$

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

จากตารางที่ 4.13 พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการทดสอบสูงขึ้นค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 พบว่า การใช้อุณหภูมิในการทดสอบเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำส้มじดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองทำให้ได้เต้าหู้แข็งที่มีปริมาณน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการทดสอบเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำส้มじดเท่ากับ 5% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองเป็นตัวทดสอบ ดังนั้นจึงเลือกใช้อุณหภูมิในการทดสอบเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำส้มじดเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง ในการทดลองขั้นต่อไป

#### 4.4.1.3 ผลกระทบของการใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวทดสอบ

ทำการทดลองโดยแบ่งอุณหภูมิในการทดสอบ เป็น 3 ระดับ คือ 60, 75 และ  $90^{\circ}\text{C}$  และแบ่งปริมาณน้ำส้มเขียวหวานเป็น 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง ใช้อัตราเริ่มในการกำหนดถ้วนเหลืองขณะเติมตัวทดสอบเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขีบปุ่ปอกนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- เวลาในการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.14
- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.15

ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และถักยันบ่ำก្រុងเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.16

การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.17

ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 4.18

**ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกลงกอน (coagulation time) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรผันน้ำในกระบวนการตกลงกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบ่งปริมาณน้ำสัมภาระที่ใช้เป็นตัวตกลงกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง**

อุณหภูมิในการตกลงกอน (°C)	ปริมาณน้ำสัมภาระที่ (% โดยน้ำหนัก)	ค่าเฉลี่ย ± เผย়เบনมาตรฐาน เวลาในการตกลงกอน (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	$11.585^h \pm 0.191$
	12	$8.500^i \pm 0.537$

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

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเดาหัวต่ออัตราหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%), dry basis) ในเดาหัวแข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการทดลองก่อนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบบปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ใช้เป็นตัวทดลองก่อนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิ ในการ ทดลอง (°C)	ปริมาณ น้ำส้ม (% โดยน้ำ หนัก) (%)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน		
		น้ำหนักเดาหัวต่อ น้ำหนักเมล็ดถั่ว เหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งใน เดาหัว (%)	ปริมาณโปรตีนใน เดาหัว (%, dry basis)
60	8	0.395 <sup>a</sup> ± 0.002	24.724 <sup>a</sup> ± 0.029	56.215 <sup>a</sup> ± 0.461
	10	0.416 <sup>a</sup> ± 0.004	27.861 <sup>a</sup> ± 0.788	57.592 <sup>a</sup> ± 0.301
	12	0.430 <sup>a</sup> ± 0.000	29.274 <sup>a</sup> ± 0.336	59.938 <sup>cd</sup> ± 0.054
75	8	0.427 <sup>c</sup> ± 0.001	28.023 <sup>d</sup> ± 0.099	58.325 <sup>a</sup> ± 0.391
	10	0.432 <sup>bc</sup> ± 0.003	30.239 <sup>b</sup> ± 0.228	60.745 <sup>bc</sup> ± 0.474
	12	0.436 <sup>ab</sup> ± 0.001	31.083 <sup>a</sup> ± 0.165	61.189 <sup>ab</sup> ± 0.016
90	8	0.433 <sup>bc</sup> ± 0.001	29.531 <sup>bc</sup> ± 0.107	59.508 <sup>d</sup> ± 0.669
	10	0.439 <sup>a</sup> ± 0.000	31.048 <sup>a</sup> ± 0.254	61.316 <sup>ab</sup> ± 0.091
	12	0.441 <sup>a</sup> ± 0.001	31.750 <sup>a</sup> ± 0.249	61.860 <sup>a</sup> ± 0.158

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

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.14 และ 4.15 เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบร่วมกันว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการทดลอง และปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานมีผลต่อเวลาในการทดลอง น้ำหนักเดาหัวต่ออัตราหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเดาหัวแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.6 และ 4.7 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิในการทดลองเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำส้ม-เชี่ยวหวานเพิ่มขึ้นเวลาในการทดลองจะลดลง แต่น้ำหนักเดาหัวต่ออัตราหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเดาหัวแข็งจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสักษณะปูรากวของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตากตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบบรีามาน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ใช้เป็นตัวตากตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

อุณหภูมิ ในการ ตาก ตะกอน (°C)	ปริมาณ น้ำส้ม (% โดยน้ำ หนัก)	ค่าเฉลี่ย ±	เมียงเบนมาตรฐาน	สักษณะปูรากวของเต้าหู้
		ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
60	8	26.881 <sup>a</sup> ± 0.989	0.270 ± 0.009	เนื้อนิ่มมาก มีน้ำมาก
	10	35.698 <sup>a</sup> ± 1.372	0.272 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	12	37.813 <sup>c</sup> ± 0.817	0.275 ± 0.003	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
75	8	33.935 <sup>a</sup> ± 0.771	0.277 ± 0.001	เนื้อนิ่ม มีน้ำมาก
	10	41.160 <sup>b</sup> ± 0.645	0.278 ± 0.007	เนื้อแน่น แข็ง มีน้ำน้อย
	12	45.249 <sup>b</sup> ± 0.033	0.283 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
90	8	38.907 <sup>c</sup> ± 1.098	0.279 ± 0.001	เนื้อค่อนข้างแข็ง มีน้ำพอสมควร
	10	45.001 <sup>b</sup> ± 0.723	0.284 ± 0.002	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย
	12	45.630 <sup>b</sup> ± 0.622	0.286 ± 0.001	เนื้อแน่น แข็งมาก มีน้ำน้อย

a, b, c,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

(p ≤ 0.05)

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) และความเหนียว (Cohesiveness) ของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอุณหภูมิในการตักตะกอนเป็น 60, 75 และ 90 °C และแบบปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ใช้เป็นตัวตัดตะกอนเป็น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

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

\* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลอง Symmetric factorial experiment ขนาด  $3 \times 3$  พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิในการตักตะกอน และปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานมีผลต่อค่าความแข็งของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็ง (แสดงดังตารางที่ 17) โดยพบว่ามีเพียงอิทธิพลของอุณหภูมิในการตักตะกอนเท่านั้นที่มีผลเป็นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวและน้ำส้มซึ่งเป็นตัวตัดตะกอน ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการตักตะกอนที่มีต่อค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของเต้าหู้แข็งเมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิในการตักตะกอน

อุณหภูมิในการตักตะกอน (°C)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน
60	$0.273^b \pm 0.005$
75	$0.279^a \pm 0.004$
90	$0.283^a \pm 0.003$

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

จากตารางที่ 4.18 พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการตอกตะกอนสูงขึ้นค่าความเหนียวของเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.15 พบว่าการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำสัมเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองทำให้เต้าหู้แข็งที่มีปริมาณน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีน สูงที่สุดและไม่แตกต่างจากเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำสัมเขียวหวานเท่ากับ 12% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน ดังนั้น จึงเลือกใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  และใช้ปริมาณน้ำสัมเขียวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง ในการทดลองขั้นต่อไป

#### 4.4.2 ผลกระทบต่อการเติบโตทางการบดเมื่อเปลี่ยนจำนวนเติบตันน้ำนมไม้ตระกูลสัมทิ้งเป็นตัวตอกตะกอนที่เหมาะสม

##### 4.4.2.1 ผลกระทบของการใช้น้ำนมเป็นตัวตอกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ใช้ปริมาณน้ำนมหวานเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถ้วนเหลือง และแบร็ฟต์ราเริ่วในการกรณ์นมถ้วนเหลืองขณะเติบตัวตอกตะกอน เป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อขันรูป ก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ใช้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถ้วนเหลือง ( $\text{g/g, dry basis}$ ) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%), dry basis ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.19.
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness,  $\text{g/mm}^2$ ) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูนกรุของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรรูปตราเรือในการกวนนมถ้วนเหลืองขณะเติมตัวทดแทนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมะนาวเป็นตัวทดแทน

อัตราเรือในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน			
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งใน เต้าหู้	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	
		(%)	(%, dry basis)	
100	0.414 <sup>ad</sup> ± 0.010	30.693 <sup>bcd</sup> ± 0.750	59.321 <sup>b</sup> ± 0.265	
150	0.445 <sup>a</sup> ± 0.006	32.516 <sup>a</sup> ± 0.354	61.182 <sup>a</sup> ± 0.892	
200	0.442 <sup>ab</sup> ± 0.004	32.219 <sup>a</sup> ± 0.470	61.157 <sup>a</sup> ± 0.649	
250	0.429 <sup>bc</sup> ± 0.013	31.750 <sup>ab</sup> ± 1.043	60.965 <sup>a</sup> ± 0.624	
300	0.400 <sup>d</sup> ± 0.001	29.791 <sup>c</sup> ± 0.601	60.927 <sup>a</sup> ± 0.505	

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

จากตารางที่ 4.19 พบร่วมกับอัตราเรือในการกวนนมถ้วนเหลืองขณะเติมตัวทดแทนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบดึงตารางที่ 4.8 ภาคผนวก 4)

**จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากวของเต้าหู้เย็นที่ได้จากการแปรรูปตราเรือในการกวนเมล็ดเหลือง ขณะเดิมตัวตอกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมันน้ำเป็นตัวตอกตะกอน

อัตราเรือใน การกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	ลักษณะปูรากวของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	
100	53.862 ± 1.546	มีรูพุนพิผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ ค่อยติดกัน
150	55.952 ± 2.001	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
200	56.949 ± 0.328	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
250	54.092 ± 1.189	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
300	53.812 ± 1.514	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

gr ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.20 พบร่วมอัตราเรือในการกวนเมล็ดเหลืองขณะเดิมตัวตอกตะกอนที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้เย็นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.9 ภาคผนวก 4) และจากการทดลองในตารางที่ 4.19 พบร่วมการใช้อัตราเรือในการกวนเมล็ดเหลืองขณะเดิมน้ำมันน้ำเท่ากับ 150 รอบต่อนาที จะทำให้ได้เต้าหู้เย็นที่มีน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถ้วนเท่ากับ ปรีนาณของเย็น และปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราเรือในการกวนเมล็ดเหลืองขณะเดิมน้ำมันน้ำเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดลองข้างต่อไป

#### 4.4.2.2 ผลของการใช้น้ำส้มcidเป็นตัวตอกตะกอน

จากการใช้ฤทธิ์ในกระบวนการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ให้ปริมาณน้ำส้มcidเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง แล้วแบร์อัดราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตอกตะกอน เป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูป ก้อนเต้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดสอบดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.21
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูากว้างของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแบร์อัดราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตอกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มcidเป็นตัวตอกตะกอน

(รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน			
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งใน เต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้	(% dry basis)
100	0.423 <sup>b</sup> $\pm$ 0.004	31.322 <sup>b</sup> $\pm$ 0.251	57.888 <sup>b</sup> $\pm$ 0.516	
150	0.441 <sup>a</sup> $\pm$ 0.004	32.483 <sup>a</sup> $\pm$ 0.304	60.202 <sup>a</sup> $\pm$ 0.751	
200	0.435 <sup>a</sup> $\pm$ 0.002	31.894 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.212	60.156 <sup>a</sup> $\pm$ 0.707	
250	0.425 <sup>b</sup> $\pm$ 0.006	31.223 <sup>b</sup> $\pm$ 0.377	60.192 <sup>a</sup> $\pm$ 0.202	
300	0.412 <sup>c</sup> $\pm$ 0.008	30.440 <sup>c</sup> $\pm$ 0.699	60.111 <sup>a</sup> $\pm$ 0.738	

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

จากตารางที่ 4.21 พบร่วยวัชตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขณะเติมตัวตอกตะกอนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีน

ในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.10 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูากງของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรรุ้งตาราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขนาดเติมตัวทดแทนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มจีดเป็นตัวทดแทน

อัตราเร็วในการกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน		ลักษณะปูากງของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	ความเหนียว <sup>a</sup>	
100	47.357 $\pm$ 0.579	0.289 $\pm$ 0.008	มีรูพรุนที่ผิดมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน
150	47.586 $\pm$ 0.352	0.290 $\pm$ 0.004	ผิวมีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น
200	47.583 $\pm$ 0.957	0.290 $\pm$ 0.002	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
250	47.535 $\pm$ 0.266	0.289 $\pm$ 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี
300	47.392 $\pm$ 0.323	0.289 $\pm$ 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.22 พบว่าอัตราเร็วที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.11 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดสอบในตารางที่ 4.21 พบว่าการใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขนาดเติมน้ำมันมะนาวเท่ากับ 150 รอบต่อนาที จะทำให้เต้าหู้แข็งที่มีน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ประมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุดเช่นเดียวกับการใช้น้ำมันมะนาวเป็นตัวทดแทน ดังนั้นจึงเลือกใช้อัตราเร็วในการกวนนมถั่วเหลืองขนาดเติมน้ำส้มจีดเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดสอบขั้นต่อไป

#### 4.4.2.3 ผลของการใช้น้ำส้มเชี่ยวหวานเป็นตัวตอกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ใช้ปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง แล้วแบ่งปรอตราชีวะในการกรองเม็ดถั่วเหลืองขนาดเติมตัวตอกตะกอนเป็น 5 ระดับ คือ 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที (rpm) และใช้น้ำหนักกดเพื่อรักษาปุ่กอนเด้าหู้แข็งเท่ากับ 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)

ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเด้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.23

- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness)

และลักษณะปูรากของเด้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเด้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (% dry basis) ในเด้าหู้แข็งที่ได้จากการแบ่งปรอตราชีวะในการกรองเม็ดถั่วเหลืองขนาดเติมตัวตอกตะกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเชี่ยวหวานเป็นตัวตอกตะกอน

ตัวตอก (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน			
	น้ำหนักเด้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งใน เด้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเด้าหู้ (%, dry basis)	
100	0.428 <sup>b</sup> $\pm$ 0.002	30.909 <sup>b</sup> $\pm$ 0.111	58.599 <sup>b</sup> $\pm$ 0.158	
150	0.440 <sup>a</sup> $\pm$ 0.004	31.665 <sup>a</sup> $\pm$ 0.326	60.915 <sup>a</sup> $\pm$ 0.768	
200	0.432 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.002	31.325 <sup>a</sup> $\pm$ 1.123	60.602 <sup>a</sup> $\pm$ 0.337	
250	0.413 <sup>b</sup> $\pm$ 0.007	29.838 <sup>b</sup> $\pm$ 0.573	60.593 <sup>a</sup> $\pm$ 0.189	
300	0.409 <sup>b</sup> $\pm$ 0.010	29.700 <sup>b</sup> $\pm$ 0.830	60.574 <sup>a</sup> $\pm$ 0.361	

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

จากตารางที่ 4.23 พบว่าอัตราเริ่วในการกวนนมถ้าเพิ่งขันดูเติมตัวตกละกอนที่เปลี่ยนไปมีผลทำให้น้ำหนักเท้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถ้าเพิ่ง บริโภคของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.12 ภาคผนวก ง)

**ตารางที่ 4.24** ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสัณฐานะปรากฎของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรอัตราเริ่วในการกวนนมถ้าเพิ่งขันดูเติมตัวตกละกอนเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำส้มเชี่ยวหวานเป็นตัวตกละกอน

อัตราเริ่วใน การกวน (รอบต่อนาที)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	สัณฐานะปรากฎของเต้าหู้	
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>		
100	40.278 ± 0.210	0.265 ± 0.004	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อย ติดกัน
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

gr ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.24 พบว่าอัตราเริ่วที่เปลี่ยนไปไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.13 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดสอบในตารางที่ 4.23 พบว่าการใช้อัตราเริ่วในการกวนนมถ้าเพิ่งขันดูเติมตัวตกละกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีจะทำให้เต้าหู้ที่มีน้ำหนักเท้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถ้าเพิ่ง บริโภคของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด ดังนั้น จึงเลือกใช้อัตราเริ่วในการกวนนมถ้าเพิ่งขันดูเติมน้ำส้มเชี่ยวหวานเท่ากับ 150 รอบต่อนาทีในการทดสอบข้างต่อไป

#### 4.4.3 ผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปหัวเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำมันไม้ตราชูกัดเป็นตัวตอกตะกอน

##### 4.4.3.1 ผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปหัวเต้าหู้แข็งเป็นตัวตอกตะกอน

จากการใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ให้ปริมาณน้ำมันนาวาเท่ากับ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง และใช้ขัตตราเริ่วในการกร润นมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำมันนาวาที่ เหมาะสมคือ 150 รอบต่อนาที แล้วแปลงน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปหัวเต้าหู้แข็งเป็น 5 ระดับ คือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง ( $\text{g/g, dry basis}$ ) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.25
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness,  $\text{g/mm}^2$ ) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากฐานของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง ( $\text{g/g, dry basis}$ ) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปลงน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปหัวเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำมันนาวาเป็นตัวตอกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักหัวเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง ( $\text{g/g, dry basis}$ )	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis) <sup>ns</sup>
2.0	0.444 <sup>b</sup> $\pm$ 0.006	30.409 <sup>c</sup> $\pm$ 0.445	62.750 $\pm$ 0.572
2.5	0.444 <sup>b</sup> $\pm$ 0.002	31.206 <sup>b</sup> $\pm$ 0.173	63.044 $\pm$ 0.906
3.0	0.458 <sup>a</sup> $\pm$ 0.005	33.315 <sup>a</sup> $\pm$ 0.371	63.184 $\pm$ 1.437
3.5	0.460 <sup>a</sup> $\pm$ 0.003	33.686 <sup>a</sup> $\pm$ 0.362	63.978 $\pm$ 0.567
4.0	0.460 <sup>a</sup> $\pm$ 0.006	33.664 <sup>a</sup> $\pm$ 0.525	64.072 $\pm$ 1.623

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

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.25 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเดาหัวเข็งต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเดาหัวเข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรดีนในเดาหัวเข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.14 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสักษณะปูรากวุชของเดาหัวเข็งที่ได้จากการแปรน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเดาหัว เมื่อ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำหนักงานเป็นตัวตอกตะกอน

น้ำหนักกด <sup>a</sup> (kg)	ค่าเฉลี่ย ± เผียบเบนมาตรฐาน		ลักษณะปูรากวุชของเดาหัว
	ความแข็ง	ความเหนียว	
	(g/mm <sup>2</sup> )		
2.0	50.277 <sup>b</sup> ± 0.303	0.252 <sup>c</sup> ± 0.009	มีรูพรุนที่ผิวมาก เนื้อเดาหัวไม่ต่อติดกัน เนื้อ沁นิม
2.5	51.384 <sup>b</sup> ± 0.821	0.268 <sup>b</sup> ± 0.004	ผิวต่อน้ำแข็งเรียบ เนื้อเดาหัวติดกันดีขึ้น เนื้อแข็ง
3.0	53.648 <sup>a</sup> ± 1.446	0.281 <sup>a</sup> ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเดาหัวติดกันดี เนื้อแข็งมาก
3.5	53.675 <sup>a</sup> ± 0.425	0.282 <sup>a</sup> ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเดาหัวติดกันดี เนื้อแข็งมาก
4.0	53.729 <sup>a</sup> ± 1.467	0.283 <sup>a</sup> ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเดาหัวติดกันดี เนื้อแข็งมาก

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

จากตารางที่ 4.26 พบว่าน้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียว ของเดาหัวเข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.14 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.25 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเดาหัวต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเดาหัวเข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม ดังนั้นจึงพบว่าน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูป ก้อนเดาหัวเข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำหนักงานเป็นตัวตอกตะกอนต้อง 3 กิโลกรัม

#### 4.4.3.2 ผลของการใช้น้ำส้มcidเป็นตัวตอกตะกอน

จากใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ 90°C ใช้ปริมาณน้ำส้มcidเท่ากับ 4% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง และใช้อัตราเริ่วในการกรานนมถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มcidที่เหมาะสมคือ 150 รอบต่อนาที แล้วแยกน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปห้อนเต้าหู้แข็งเป็น 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<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากภูของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.28

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

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

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

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.27 พบว่า้น้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.16 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสักษณะปูากวูของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรงน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้ เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มซีดเป็นตัวตัดตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ±		เมียงແມາດຖາວອນ ความเหนียว	สักษณะปูากวูของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ย		
2.0	40.867 ° ± 0.527	0.279 ° ± 0.004	มีรูพรุที่ผิวมาก เนื้อเต้าหู้ไม่ค่อยติดกัน เนื้อนิ่ม	
2.5	42.407 ° ± 1.748	0.282 °c ± 0.005	ผิวค่อนข้างเรียบ เนื้อเต้าหู้ติดกันดีขึ้น	
3.0	44.333 ° ± 1.216	0.285 °c ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี	
3.5	46.507 ° ± 0.543	0.289 °b ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี	
4.0	47.867 ° ± 0.694	0.295 ° ± 0.006	ผิวเรียบดี เนื้อเต้าหู้ติดกันดี	

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

จากตารางที่ 4.28 พบว่า้น้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียว ของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.17 ภาคผนวก ง) และจากการทดลองในตารางที่ 4.27 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเต้าหู้แข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม เช่นเดียวกันกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตัดตะกอน ดังนั้นจึงพบว่า้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก้อนเต้าหู้แข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำส้มซีดเป็นตัวตัดตะกอนคือ 3 กิโลกรัม

#### 4.4.3.3 ผลของการใช้น้ำส้มเชี่ยวหวานเป็นตัวตัดตะกอน

การใช้อุณหภูมิในการตัดตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ให้ปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานเท่ากับ 10% โดยน้ำหนักของเม็ดถั่วเหลือง และใช้อัตราเริ่วในการกร睅เม็ดถั่วเหลืองขณะเติมน้ำส้มเชี่ยวหวานเท่ากับ 150 รอบต่อนาที แล้วแปรงน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปห้อนเต้าหู้แข็งเป็น 5 ระดับ คือ 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม ได้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.29
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปรากฏของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรงน้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปห้อนเต้าหู้เป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเชี่ยวหวานเป็นตัวตัดตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงแบบมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%, dry basis) <sup>ns</sup>
2.0	0.452 <sup>c</sup> $\pm$ 0.005	28.945 <sup>c</sup> $\pm$ 0.694	61.433 $\pm$ 0.456
2.5	0.455 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.005	29.744 <sup>b</sup> $\pm$ 0.251	61.719 $\pm$ 0.395
3.0	0.463 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.004	31.180 <sup>a</sup> $\pm$ 0.391	61.869 $\pm$ 0.688
3.5	0.465 <sup>a</sup> $\pm$ 0.001	31.704 <sup>a</sup> $\pm$ 0.241	61.941 $\pm$ 0.507
4.0	0.466 <sup>a</sup> $\pm$ 0.001	31.933 <sup>a</sup> $\pm$ 0.180	62.133 $\pm$ 0.617

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

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.29 พบว่า้น้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเด้าหัวต่อหน้าหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเด้าหัวแข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเด้าหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.18 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสัณฐานประภาพรุขของเด้าหัวที่ได้จากการแบปน้ำหนักที่ใช้กดเพื่อขึ้นรูปก่อนเด้าหัวเป็น 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 กิโลกรัม (kg) โดยใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตอกตะกอน

น้ำหนักกด (kg)	ค่าเฉลี่ย ± ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	เมียงบนมาตรฐาน		สัณฐานประภาพรุขของเด้าหัว
		ความเหนียว		
2.0	36.013 <sup>a</sup> ± 0.241	0.280 <sup>b</sup> ± 0.001	มีรูพรุนที่ผิวน้ำมาก เนื้อเด้าหัวไม่ติดกัน เนื้อนิ่ม	
2.5	38.765 <sup>c</sup> ± 0.078	0.284 <sup>ab</sup> ± 0.002	ผิวค่อนข้างเรียบ เนื้อเด้าหัวติดกันเดือย เนื้อแข็ง	
3.0	40.844 <sup>b</sup> ± 0.669	0.286 <sup>a</sup> ± 0.002	ผิวเรียบดี เนื้อเด้าหัวติดกันดี เนื้อแข็ง	
3.5	43.118 <sup>a</sup> ± 0.357	0.288 <sup>a</sup> ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเด้าหัวติดกันดี เนื้อแข็ง	
4.0	43.158 <sup>a</sup> ± 0.329	0.289 <sup>a</sup> ± 0.003	ผิวเรียบดี เนื้อเด้าหัวติดกันดี เนื้อแข็ง	

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

จากตารางที่ 4.30 พบว่า้น้ำหนักกดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเด้าหัวแข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.19 ภาคผนวก ง) และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.29 พบว่าเมื่อใช้น้ำหนักกด 3 กิโลกรัมจะทำให้ได้น้ำหนักเด้าหัวต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง และปริมาณของแข็งในเด้าหัวแข็งสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากการใช้น้ำหนักกด 4 และ 5 กิโลกรัม ดังนั้นจึงพบว่า้น้ำหนักกดเพื่อขึ้นรูปก่อนเด้าหัวแข็งที่เหมาะสมเมื่อใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตอกตะกอนคือ 3 กิโลกรัม

#### **4.4.4 ผังของกากปรับปูนดุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าหู้เย็นที่ผลิตโดยใช้น้ำผลไม้ตระกูล ฟูเป็นตัวตอกตะกอน**

จากการทดลองในข้อ 4.4.1 ถึง 4.4.3 พบว่าก้อนเต้าหู้ที่ได้มีลักษณะแข็ง และเหนียวมาก ซึ่งไม่ใช้ลักษณะปกติของเต้าหู้เย็น และจากผลการทดลองในข้อ 4.4.1.1, 4.4.1.2 และ 4.4.1.3 พบว่าสามารถลดความแข็งและความเหนียวของเต้าหู้ได้โดยลดปริมาณตัวตอกตะกอนหรือลดอุณหภูมิในการตอกตะกอนลง อย่างไรก็ตามพบว่าการตอกตะกอนที่อุณหภูมิสูงไปยังจะตอกตะกอนได้ดีกว่า ดังนั้นจึงทำการปรับปูนดุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าหู้เย็นโดยใช้อุณหภูมิในการตอกตะกอนเท่ากับ  $90^{\circ}\text{C}$  ใช้อัตราเร็วในการวนนमถัวเหลืองขณะเติมตัวตอกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักกดเพื่อขันรูป ก้อนเต้าหู้เย็นเท่ากับ 3 กิโลกรัม

##### **4.4.4.1 ผังของกากปรับปูนน้ำหนาเป็นตัวตอกตะกอน**

เมื่อแบ่งปริมาณน้ำหนาน้ำเป็น 5 ระดับ คือ 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของน้ำมถัวเหลือง ให้ผลการทดลองแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถัวเหลือง ( $\text{g/g, dry basis}$ )  
ปริมาณของเย็น (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้เย็น แสดงดังตารางที่ 4.31
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness,  $\text{g/mm}^2$ ) ความเหนียว (Cohesiveness)  
และลักษณะปูนดุณภาพของเต้าหู้เย็น แสดงดังตารางที่ 4.32
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้เย็น แสดงดังตารางที่ 4.33

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%), dry basis ในเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปั้นน้ำหนักของน้ำหน้าวะที่ใช้เป็นตัวตอกต่อเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเม็ดถ้วนเหลือง

ปริมาณ น้ำหน้าวะ (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (%) (%, dry basis)
1.0	0.405 <sup>a</sup> $\pm$ 0.002	22.333 <sup>c</sup> $\pm$ 0.782	58.483 <sup>b</sup> $\pm$ 0.548
1.5	0.421 <sup>b</sup> $\pm$ 0.007	26.948 <sup>b</sup> $\pm$ 0.125	61.333 <sup>a</sup> $\pm$ 0.876
2.0	0.430 <sup>a</sup> $\pm$ 0.004	31.487 <sup>a</sup> $\pm$ 1.245	61.904 <sup>a</sup> $\pm$ 1.050
2.5	0.433 <sup>a</sup> $\pm$ 0.005	32.598 <sup>a</sup> $\pm$ 1.457	62.260 <sup>a</sup> $\pm$ 1.082
3.0	0.437 <sup>a</sup> $\pm$ 0.004	33.603 <sup>a</sup> $\pm$ 1.694	62.667 <sup>a</sup> $\pm$ 1.520

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

จากตารางที่ 4.31 พบร่วมน้ำหน้าวะที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อ  
น้ำหนักเม็ดถ้วนเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.20 ภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากฎของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปูรณาณ์น้ำมันนาวาที่ใช้เป็นตัวตอกตะกอนเป็น 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

บีรีมาณ น้ำมันนา ว (% , w/w)	ค่าเฉลี่ย ± ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	เมียงเบนมาตรฐาน ความเหนียว	ลักษณะปูรากฎของเต้าหู้
1.0	13.654 <sup>a</sup> ± 0.123	0.254 <sup>c</sup> ± 0.004	มีรูพุนท์ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อแน่น
1.5	21.491 <sup>c</sup> ± 0.637	0.265 <sup>bc</sup> ± 0.010	มีรูพุนท์ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
2.0	40.410 <sup>b</sup> ± 2.774	0.278 <sup>ab</sup> ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก
2.5	51.785 <sup>a</sup> ± 1.266	0.284 <sup>a</sup> ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก
3.0	53.612 <sup>a</sup> ± 1.120	0.289 <sup>a</sup> ± 0.005	ผิวเรียบดี เนื้อแข็งมาก

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

จากตารางที่ 4.32 พบร้าบีรีมาณ์น้ำมันนาวาที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปูรณาณ์ดังตารางที่ 4.21 ภาคผนวก 1)

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

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

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

จากตารางที่ 4.33 พบร่วมกันน้ำหนักที่ใช้มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปากกฎ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมแยกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.22 ภาคผนวก ง) และพบว่าการใช้น้ำหนักน้ำบริโภค 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีคะแนนในด้านสี กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และมีคะแนนเนื้อสัมผัสมีอยู่ในช่วงนิ่มมาก ถึงนิ่มพอดี

#### **4.4.4.2 ผลของการใช้น้ำสัมจັດเป็นตัวตอกทดสอบ**

เมื่อแปรน้ำหนักน้ำสัมจັດเป็น 4 ระดับ คือ 1.5, 2, 2.5 และ 3% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง ได้ผลการทดสอบแสดงดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) บริโภคของแข็ง (%) และบริโภคโปรตีน (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.34
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปากกฎของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.35
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสร่องเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.36

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

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

ปริมาณ น้ำส้มสายชู (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง	ปริมาณของแข็งในเต้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเต้าหู้ (% , dry basis)
	(g/g, dry basis)		
1.5	0.405 <sup>a</sup> $\pm$ 0.003	20.181 <sup>a</sup> $\pm$ 0.172	57.572 <sup>a</sup> $\pm$ 0.664
2.0	0.423 <sup>c</sup> $\pm$ 0.002	22.809 <sup>c</sup> $\pm$ 0.194	58.959 <sup>c</sup> $\pm$ 0.710
2.5	0.433 <sup>b</sup> $\pm$ 0.001	26.509 <sup>b</sup> $\pm$ 0.316	60.555 <sup>b</sup> $\pm$ 0.617
3.0	0.444 <sup>a</sup> $\pm$ 0.002	29.407 <sup>a</sup> $\pm$ 0.854	61.913 <sup>a</sup> $\pm$ 0.854

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

จากตารางที่ 4.34 พบว่าปริมาณน้ำส้มสายชูที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.23 ภาคผนวก 4)

ตารางที่ 4.35 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูรากฐานของเต้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปูรณาณ์สัมจีดที่ใช้เป็นตัวตอก ตะกอนเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณ น้ำสัมจีด (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	ลักษณะปูรากฐานของเต้าหู้	
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
1.5	10.519 <sup>a</sup> ± 0.653	0.251 <sup>c</sup> ± 0.005	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่มมาก
2.0	14.861 <sup>c</sup> ± 0.350	0.271 <sup>b</sup> ± 0.002	มีรูพรุนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อเต้าหู้ติดกันดี เนื้อนิ่ม
2.5	34.273 <sup>b</sup> ± 0.810	0.278 <sup>ab</sup> ± 0.008	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
3.0	42.548 <sup>a</sup> ± 1.812	0.282 <sup>a</sup> ± 0.008	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง

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

จากตารางที่ 4.35 พบร่วมกันน้ำสัมจีดที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปูรณาแสดงดังตารางที่ 4.24 ภาคผนวก ก)

ลงเป็นรายบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตารางที่ 4.36** คะแนนมาตรฐานทางประสิทธิภาพของเด้าหัวแข็ง ที่ได้จากการแปลงปริมาณน้ำส้มเช็ดที่ให้เป็นตัวเป็น 1.5, 2, 2.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองต่อตะกรอน

ปริมาณ น้ำส้มเช็ด (%, w/w)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ เนี้ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปูกรูป ของผิวเด้าหัว	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 ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.36 พบว่าปริมาณน้ำสัมจิตที่ใช้มีผลทำให้คะແນนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปراกぐ ส เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.25 ภาคผนวก ง) และพบว่าการใช้น้ำสัมจิตปริมาณ 2% โดยน้ำหนักของเม็ดถัวเหลืองจะทำให้เห้าหู้แข็งที่ได้มีคะແນนในด้านลักษณะปراกぐ กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และคะແນนเนื้อสัมผัสด้อยในช่วงนี้มีมาก ถึงนิ่มพอตี

#### 4.4.4.3 ผลของการใช้น้ำสัมเขี่ยหวานเป็นตัวตอกทดสอบ

เมื่อแปลงปริมาณน้ำสัมเขี่ยหวานเป็น 5 ระดับ คือ 4, 5, 6, 7 และ 8% โดยน้ำหนักของเม็ดถัวเหลือง ได้ผลการทดสอบดังนี้

- ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเห้าหู้ต่อน้ำหนักเม็ดถัวเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเห้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.37
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปراกぐของเห้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.38
- คะແນนทดสอบทางประสาทสัมผัสร่องเห้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.39

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเห้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ปริมาณของแข็ง (%) และปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ในเห้าหู้แข็งที่ได้จากการแปรปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้เป็นตัวตอกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มเขียวหวาน (% , w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เป瑶งเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเห้าหู้ต่อ น้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)	ปริมาณของแข็งในเห้าหู้ (%)	ปริมาณโปรตีนในเห้าหู้ (%, dry basis)
4	0.396 <sup>a</sup> ± 0.004	17.566 <sup>a</sup> ± 0.087	56.082 <sup>c</sup> ± 0.417
5	0.411 <sup>a</sup> ± 0.001	20.233 <sup>a</sup> ± 0.151	58.223 <sup>b</sup> ± 0.411
6	0.426 <sup>c</sup> ± 0.002	23.578 <sup>c</sup> ± 0.046	59.871 <sup>ab</sup> ± 0.770
7	0.431 <sup>b</sup> ± 0.001	27.321 <sup>b</sup> ± 0.283	60.894 <sup>a</sup> ± 1.685
8	0.438 <sup>a</sup> ± 0.001	29.276 <sup>a</sup> ± 0.304	61.089 <sup>a</sup> ± 0.669

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

จากตารางที่ 4.37 พบว่าปริมาณน้ำส้มเขียวหวานที่ใช้มีผลทำให้น้ำหนักเห้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนในเห้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.26 ภาคผนวก 4)

**สรุปนวัตกรรม  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และสัมประสิทธิ์ของเดาหูแข็งที่ได้จากการแบ่งปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ใช้เป็นตัวตอกตะกอนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง

ปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวาน (%, w/w)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน		สัมประสิทธิ์ของเดาหู
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
4	6.035 <sup>a</sup> ± 0.148	0.249 <sup>a</sup> ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อเดาหูติดกันดี เนื่องจาก มาก
5	14.062 <sup>a</sup> ± 0.435	0.263 <sup>c</sup> ± 0.006	ผิวเรียบดี เนื้อเดาหูติดกันดี เนื่องจาก
6	16.611 <sup>c</sup> ± 0.757	0.271 <sup>bc</sup> ± 0.001	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
7	27.107 <sup>b</sup> ± 0.921	0.276 <sup>ab</sup> ± 0.004	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง
8	31.697 <sup>a</sup> ± 1.301	0.282 <sup>a</sup> ± 0.007	ผิวเรียบดี เนื้อค่อนข้างแข็ง

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

จากตารางที่ 4.38 พบว่าปริมาณน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ใช้มีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวของเดาหูแข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.27 ภาคผนวก 4)

**ตารางที่ 4.39 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง ที่ได้จากการแปลบวนน้ำส้มเชี่ยวหวานที่ได้เป็นตัวตกลงก่อนเป็น 4, 5, 6, 7 และ 8  
เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลือง**

ปริมาณ น้ำส้มเชี่ยวหวาน (%, w/w)	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ เนี้ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปูราก ของผิวเต้าหู้	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,... ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.39 พบว่าปริมาณน้ำสัมเขียวหวานที่ใช้มีผลทำให้ค่าแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปراกぐ ส เมื่อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.28 ภาคผนวก) และพบว่าการใช้น้ำสัมเขียวหวานปริมาณ 5% โดยน้ำหนักของน้ำถัวเหลืองจะทำให้เด็กที่ได้มีค่าแนนในด้านลักษณะปراกぐ ส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด และมีค่าแนนเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงนิ่มมาก ถึงนิ่มพอดี

#### 4.5 ศึกษาปริมาณที่ยับตุณภาพของเด็กแข็งที่ได้จากการทดสอบที่แยกต่างกัน

ชนิดของดัตทกตะกอน	ปริมาณดัตทกตะกอน (% โดยน้ำหนักเม็ดถัวเหลือง)	อุณหภูมิในการทดสอบ (°C)
- น้ำมะนาว	1	90
- น้ำส้มซีด	2	90
- น้ำสัมเขียวหวาน	5	90
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}^*$	1	75
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}^*$	1	75
- $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}^*$	0.5	85
- $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}^*$	0.5	85

(\* ทำการทดสอบโดยดัดแปลงมาจากวิธีของ deMan, deMan และ Gupta, 1986)

ใช้อัตราเร็วในการกรณั่นถัวเหลืองขณะเติมดัตทกตะกอนเท่ากับ 150 รอบต่อนาที และใช้น้ำหนักต่อชั้นเพื่อรักษาอุณหภูมิเดียวกัน 3 กิโลกรัม ได้ผลการทดสอบแสดงดังนี้

- เวลาในการทดสอบ และน้ำหนักเด็กต่อน้ำหนักเม็ดถัวเหลือง (g/g, dry basis) ในเด็กแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.40
  - ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง (%) ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเด็ก และปริมาณคาร์บอไฮเดรต (%), dry basis) ในเด็กแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.41
  - ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปراกぐของเด็กแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.42
  - ค่าสี (L, a และ b) ของเด็กแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.43

- คะแนนทดสอบทางปะสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงตั้งตารางที่ 4.44
- โครงสร้างของเต้าหู้แข็งด้วย SEM แสดงตั้งรูปที่ 4.2 และ 4.3

**ตารางที่ 4.40** ค่าเฉลี่ยเวลาในการตกตะกอน (coagulation time) และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis) ของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมันมะนาว 1% น้ำส้มจีด 2% น้ำส้มเชียวนาน 5% %  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5% และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน

ชนิดของตัวตอกตะกอน	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน	
	เวลาในการตกตะกอน (วินาที)	น้ำหนักเต้าหู้ต่อ น้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (g/g, dry basis)
น้ำมันมะนาว 1%	87.960 <sup>b</sup> $\pm$ 3.904	0.414 <sup>b</sup> $\pm$ 0.002
น้ำส้มจีด 2%	83.943 <sup>b</sup> $\pm$ 2.435	0.419 <sup>b</sup> $\pm$ 0.001
น้ำส้มเชียวนาน 5%	85.893 <sup>b</sup> $\pm$ 5.771	0.419 <sup>b</sup> $\pm$ 0.009
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%	95.577 <sup>b</sup> $\pm$ 1.848	0.440 <sup>b</sup> $\pm$ 0.001
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1%	19.933 <sup>c</sup> $\pm$ 0.527	0.438 <sup>b</sup> $\pm$ 0.007
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	16.140 <sup>cd</sup> $\pm$ 1.280	0.437 <sup>b</sup> $\pm$ 0.009
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	13.980 <sup>d</sup> $\pm$ 0.399	0.438 <sup>b</sup> $\pm$ 0.003

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

จากตารางที่ 4.40 พบร่วมนิดของตัวตอกตะกอนมีผลต่อเวลาในการตกตะกอน และน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงตั้งตารางที่ 4.29 ภาคผนวก ง) โดยจะเห็นได้ว่าการใช้  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% เป็นตัวตอกตะกอน จะใช้เวลาในการตกตะกอนสั้นที่สุด เมื่อจาก  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ละลายน้ำได้ดีจึงแตกตัว และกระเจาด้วยตัวได้อย่างรวดเร็วในเมล็ดถั่วเหลือง ส่วนการใช้  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1% เป็นตัวตอกตะกอนจะใช้เวลาในการตกตะกอนนานที่สุด เมื่อจาก  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ละลายน้ำได้ลำบากจึงแตกตัวและกระเจาด้วยตัวได้ช้า

(deMan, deMan and Gupta, 1986; Shurtleff and Aoyagi, 1987) และการใช้ตัวตกลงก่อนปักติจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าน้ำหนักเต้าหู้ต่อน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองสูงกว่าการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกลงก่อน เมื่อจากตัวตกลงก่อนปักติมีรีมาณ์ที่ใช้สามารถตกลงก่อนโปรดีนในเมล็ดถั่วเหลืองลงมาได้มากกว่าการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้ม ดังแสดงในตารางที่ 4.41



## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็ง (%) ปริมาณโปรตีน (%, dry basis) ปริมาณไขมัน (%, dry basis) ปริมาณเด้า (%, dry basis) และปริมาณ  
คาร์บอไไฮเดรต (%, dry basis) ในเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยให้น้ำมันมะนาว 1% น้ำส้มเช็ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%  
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5% และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% โดยน้ำหนักขององุ่นถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตาม

ชนิดของตัวตอกตาม	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน				
	ปริมาณของแข็ง (%)	ปริมาณโปรตีน (%, dry basis)	ปริมาณไขมัน <sup>ns</sup> (%, dry basis)	ปริมาณเด้า (%, dry basis)	ปริมาณ คาร์บอไไฮเดรต (%, dry basis)
น้ำมันมะนาว 1%	21.711 <sup>d</sup> ± 0.074	58.199 <sup>d</sup> ± 0.330	27.601 ± 0.604	2.273 <sup>e</sup> ± 0.124	11.927 <sup>a</sup> ± 0.717
น้ำส้มเช็ด 2%	23.079 <sup>c</sup> ± 0.802	58.316 <sup>d</sup> ± 0.293	27.816 ± 0.474	2.182 <sup>e</sup> ± 0.077	11.686 <sup>a</sup> ± 0.693
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	22.676 <sup>c</sup> ± 0.121	58.177 <sup>d</sup> ± 0.509	27.830 ± 0.221	2.132 <sup>e</sup> ± 0.031	11.861 <sup>a</sup> ± 0.449
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%	20.402 <sup>e</sup> ± 0.044	59.573 <sup>bc</sup> ± 0.313	28.576 ± 0.101	4.560 <sup>a</sup> ± 0.247	7.291 <sup>c</sup> ± 0.578
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1%	27.796 <sup>b</sup> ± 0.056	59.397 <sup>cd</sup> ± 0.171	28.367 ± 0.122	3.655 <sup>c</sup> ± 0.181	8.581 <sup>b</sup> ± 0.299
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	28.755 <sup>a</sup> ± 0.110	60.658 <sup>ab</sup> ± 1.633	28.696 ± 0.859	4.181 <sup>b</sup> ± 0.161	6.465 <sup>c</sup> ± 0.649
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	28.946 <sup>a</sup> ± 0.150	61.103 <sup>a</sup> ± 0.158	28.255 ± 0.332	3.198 <sup>d</sup> ± 0.093	7.444 <sup>c</sup> ± 0.325

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

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.41 พบร่วมนิตรของตัวตกลงกอนมีผลต่อบริมาณของแข็ง โปรตีน เด้า และคาร์บอไนเตอร์ในเด้าหัวแข็งอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลต่อบริมาณไขมันในเด้าหัวแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.30 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าการใช้  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5% และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% เป็นตัวตกลงกอนจะทำให้เด้าหัวแข็งที่ได้มีปริมาณของแข็ง และปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ส่วนการใช้  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1% เป็นตัวตกลงกอนจะทำให้เด้าหัวแข็งที่ได้มีปริมาณของแข็งต่ำที่สุด การใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกลงกอนจะทำให้เด้าหัวแข็งที่ได้มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากการใช้  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1% เป็นตัวตกลงกอน นอกจานี้ยังทำให้เด้าหัวแข็งที่ได้มีปริมาณเด้าต่ำกว่าการใช้ตัวตกลงกอนตามปกติ แต่มีปริมาณคาร์บอไนเตอร์สูงกว่า

## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และลักษณะปูากฐานของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมันนา 1% น้ำส้มcid 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5% CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 1% MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 1% CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.5% และ MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0.5% โดยน้ำหนักของแมสตัวเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน

ชนิดของ ตัวตอกตะกอน	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเม่นมาตรฐาน		ลักษณะปูากฐานของเต้าหู้
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> )	ความเหนียว	
น้ำมันนา 1%	12.745 <sup>a</sup> ± 0.508	0.260 <sup>b</sup> ± 0.005	มีรูพูนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่มมาก สีขาว
น้ำส้มcid 2%	15.757 <sup>bc</sup> ± 0.433	0.273 <sup>ab</sup> ± 0.005	มีรูพูนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่ม สีขาว
น้ำส้ม เขียวหวาน 5%	14.657 <sup>c</sup> ± 0.276	0.267 <sup>ab</sup> ± 0.005	มีรูพูนที่ผิวเล็กน้อย เนื้อนิ่ม สีขาว
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O 1%	10.347 <sup>a</sup> ± 0.762	0.260 <sup>b</sup> ± 0.006	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อนิ่มมาก สีขาวครีม
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O 1%	16.299 <sup>b</sup> ± 0.524	0.283 <sup>ab</sup> ± 0.018	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อนิ่ม สี ขาวครีม
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O 0.5%	19.909 <sup>a</sup> ± 0.604	0.287 <sup>a</sup> ± 0.021	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อค่อนข้าง แข็ง สีขาวครีม
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O 0.5%	20.470 <sup>a</sup> ± 1.246	0.290 <sup>a</sup> ± 0.017	ผิวเรียบเนียน ไม่มีรูที่ผิว เนื้อค่อนข้าง แข็ง สีขาวครีม

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

จากตารางที่ 4.42 พบร่วมชนิดของตัวตอกตะกอนมีผลต่อความแข็ง และความเหนียวของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบตั้งต่าง ตารางที่ 4.31 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าการใช้ CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0.5% และ MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0.5% เป็นตัวตอกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าความแข็ง และความเหนียวสูงที่สุด และการใช้ CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O 1% เป็นตัวตอกตะกอนจะทำให้เต้าหู้แข็งที่ได้มีค่าความแข็งและความเหนียวต่ำที่สุด สำหรับลักษณะปูากฐานของเต้าหู้แข็งพบว่า การใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตอกตะกอนเต้าหู้แข็ง

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

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมันมะนาว 1% น้ำส้มจีด 2%  
น้ำส้มเขียวหวาน 5%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5%  
และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% โดยนำหนักของเม็ดก้อนเหลืองเป็นตัวตกตะกอน

ชนิดของ ตัวตกตะกอน	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน		
	L	a	b
น้ำมันมะนาว 1%	85.820 <sup>b</sup> $\pm$ 0.571	-0.747 <sup>f</sup> $\pm$ 0.055	18.717 <sup>cd</sup> $\pm$ 0.255
น้ำส้มจีด 2%	85.837 <sup>b</sup> $\pm$ 0.211	-0.383 <sup>d</sup> $\pm$ 0.032	18.313 <sup>d</sup> $\pm$ 0.552
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	86.983 <sup>a</sup> $\pm$ 0.433	-0.600 <sup>e</sup> $\pm$ 0.044	18.437 <sup>cd</sup> $\pm$ 0.666
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%	84.270 <sup>c</sup> $\pm$ 0.204	-0.150 <sup>c</sup> $\pm$ 0.060	20.323 <sup>a</sup> $\pm$ 0.300
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1%	83.343 <sup>c</sup> $\pm$ 1.013	0.937 <sup>a</sup> $\pm$ 0.180	19.147 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.422
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	84.097 <sup>c</sup> $\pm$ 0.705	0.040 <sup>b</sup> $\pm$ 0.030	19.730 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.395
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	84.160 <sup>c</sup> $\pm$ 0.419	0.087 <sup>b</sup> $\pm$ 0.015	18.687 <sup>cd</sup> $\pm$ 0.175

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

ค่า L แสดงค่าความสว่าง

ค่า a แสดงค่าสีแดง

ค่า b แสดงค่าสีเหลือง

จากตารางที่ 4.38 พบร่วมนิตรของตัวตกตะกอนมีผลต่อค่าสีของเต้าหู้แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.32 ภาคผนวก ง) โดยเต้าหู้แข็งที่ใช้จากการใช้น้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิดเป็นตัวตกตะกอนจะมีค่า L ถูกลงกว่า เต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้ตัวตกตะกอนปกติ แต่จะมีค่า a และ b ต่ำกว่า

ตารางที่ 4.44 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเด็กแข็งที่ผลิตโดยใช้น้ำมันมะนาว 1% น้ำส้มเช็ด 2% น้ำส้มเขียวหวาน 5%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1%  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5% และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% โดยนำน้ำนักของน้ำมันถ้วนเหลืองเป็นตัวตอกตอน

ชนิดของ ตัวตอกตอน	คะแนนเฉลี่ย $\pm$ เนี้ยงเบนมาตรฐาน					ความชื้นบวม
	ลักษณะป่ากง	สี	ลักษณะเนื้อสมผัส	กลิ่น และรสชาติ <sup>ns</sup>		
น้ำมันมะนาว 1%	6.17 <sup>d</sup> $\pm$ 0.72	7.87 <sup>a</sup> $\pm$ 0.60	7.24 <sup>abc</sup> $\pm$ 0.81	7.26 $\pm$ 0.34	7.12 <sup>a</sup> $\pm$ 0.91	
น้ำส้มเช็ด 2%	5.41 <sup>e</sup> $\pm$ 0.89	7.78 <sup>a</sup> $\pm$ 0.59	7.37 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.05	7.10 $\pm$ 0.51	7.27 <sup>a</sup> $\pm$ 1.08	
น้ำส้มเขียวหวาน 5%	6.97 <sup>e</sup> $\pm$ 1.18	7.89 <sup>a</sup> $\pm$ 0.78	7.48 <sup>a</sup> $\pm$ 1.03	7.28 $\pm$ 0.33	7.33 <sup>a</sup> $\pm$ 0.97	
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1%	7.13 <sup>c</sup> $\pm$ 1.11	7.25 <sup>b</sup> $\pm$ 0.71	6.86 <sup>bc</sup> $\pm$ 0.78	7.23 $\pm$ 0.60	6.64 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.10	
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1%	8.28 <sup>a</sup> $\pm$ 1.05	6.87 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.21	7.03 <sup>abc</sup> $\pm$ 1.28	7.21 $\pm$ 0.82	7.03 <sup>ab</sup> $\pm$ 1.28	
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	7.76 <sup>b</sup> $\pm$ 0.76	6.52 <sup>c</sup> $\pm$ 1.12	6.72 <sup>c</sup> $\pm$ 0.85	7.29 $\pm$ 1.05	6.38 <sup>c</sup> $\pm$ 1.14	
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.5%	7.95 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.62	6.50 <sup>c</sup> $\pm$ 1.28	6.84 <sup>bc</sup> $\pm$ 1.21	7.27 $\pm$ 1.09	6.35 <sup>c</sup> $\pm$ 1.21	

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

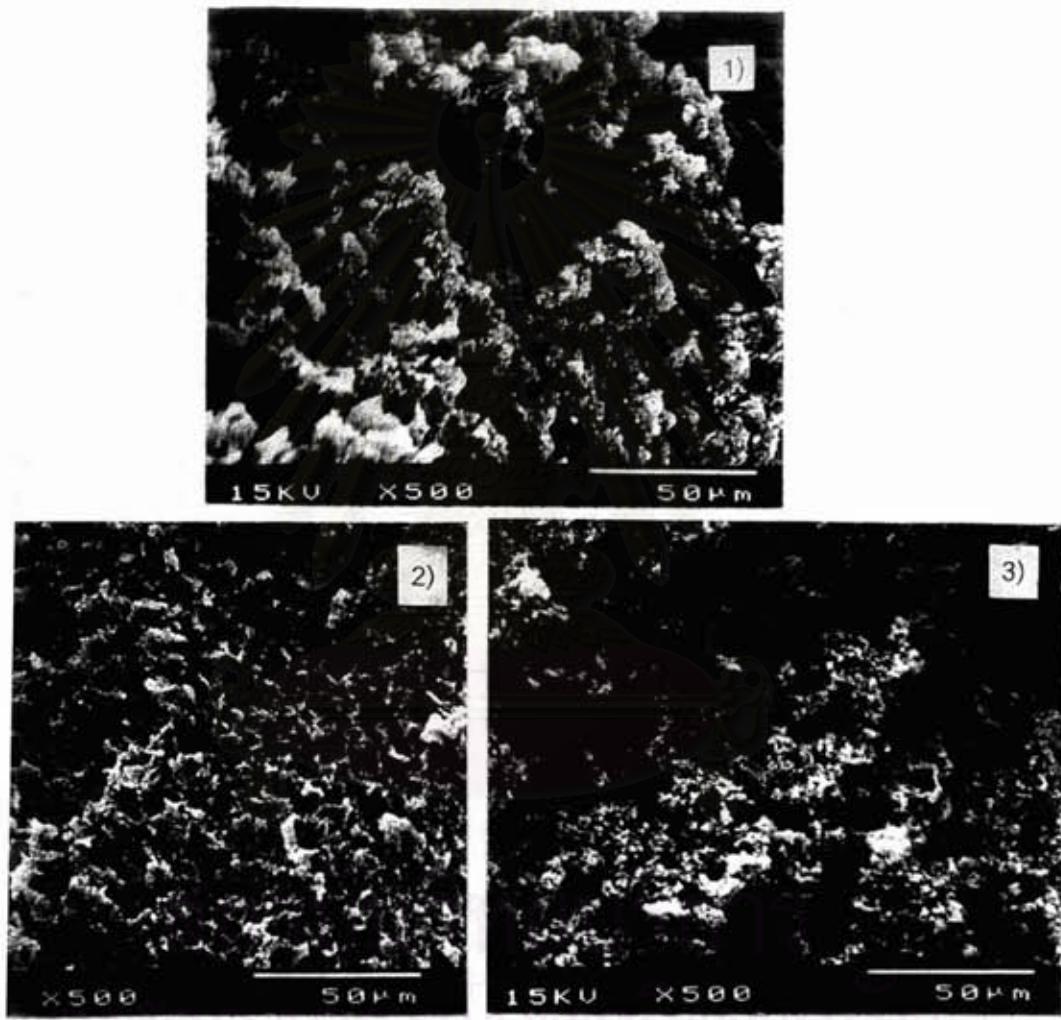
ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.44 พบว่าชนิดและปริมาณของตัวตอกตะกอนมีผลทำคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สักษณะปูราก្យ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านกลืนและรสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.33 ภาคผนวก ง) โดยพบว่าเด็กผู้ชายที่ใช้น้ำผลไม้ทึ้ง 3 ชนิดเป็นตัวตอกตะกอน จะมีคะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปูราก្យต่ำกว่าเด็กผู้ชายที่ใช้ตัวตอกตะกอนปกติเป็นตัวตอกตะกอน แต่จะมีคะแนนการยอมรับในด้านสีสูงกว่า และพบว่าเด็กผู้ชายที่ใช้น้ำผลไม้ทึ้ง 3 ชนิดเป็นตัวตอกตะกอนจะมีคะแนนการยอมรับในด้านกลืนและรสชาติไม่แตกต่างจากเด็กผู้ชายที่ใช้ตัวตอกตะกอนปกติเป็นตัวตอกตะกอน ส่วนเด็กผู้ชายที่ใช้  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5% และ  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5% เป็นตัวตอกตะกอน จะให้คะแนนการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมต่ำกว่าเด็กผู้ชายที่ใช้น้ำผลไม้ทึ้ง 3 ชนิด  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1% และ  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1% เป็นตัวตอกตะกอน

สำหรับผลการศึกษาโครงสร้างของเด็กผู้ชายที่ใช้ตัวตอกตะกอนต่างๆ ด้วยวิธี Scanning Electron Microscope (SEM) แสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

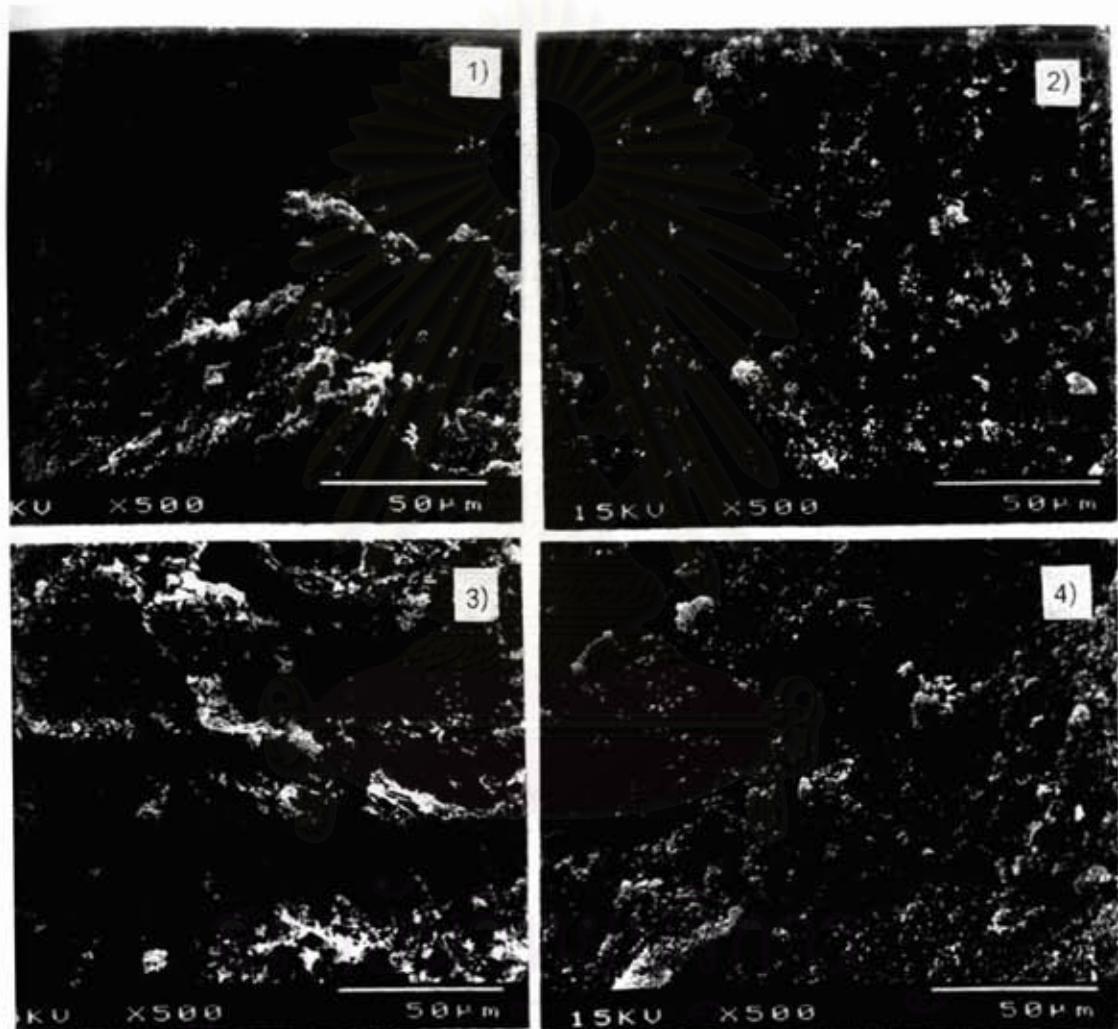
## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



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

แสดงโครงสร้างของเต้าน้ำแข็งที่ใช้ตัวตกตะกอนที่แยกต่างกันคือ

- 1) น้ำมันนา 1%
- 2) น้ำส้ม橘 2%
- 3) น้ำส้มเขียวหวาน 5%



### ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 500 เท่า

ภาพ 4.3 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 500 เท่า  
แสดงโครงสร้างของเต้าหู้แข็งที่ใช้ตัวตอกตะกอนที่แตกต่างกันคือ

- 1)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1%
- 2)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1%
- 3)  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0.5%
- 4)  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0.5%

จากรูปที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบกันเฉพาะตัวตักษณ์ที่เป็นน้ำผลไม้ตระกูลส้ม จะเห็น ได้ว่าเด็กน้อยที่ใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตักษณ์มีโครงสร้างไม่ละเอียดมากที่สุด และมีรากอากาศขนาดใหญ่ รองลงมาคือเด็กน้อยที่ใช้น้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตักษณ์ และเด็กน้อยที่ใช้น้ำส้มจืดเป็นตัวตักษณ์มีโครงสร้างละเอียดที่สุด และมีรากอากาศเล็กที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวตักษณ์ของปูกที่ 4.3 พบว่าเด็กน้อยที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์เป็นตัวตักษณ์จะมีโครงสร้างใกล้เคียงกับการใช้น้ำส้มจืด และน้ำส้มเขียวหวานเป็นตัวตักษณ์ สำหรับเด็กน้อยที่ใช้แคลเซียมชัลฟ์เป็นตัวตักษณ์จะมีโครงสร้างไม่ละเอียด และมีรากอากาศขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตักษณ์ ซึ่งผลการศึกษาโครงสร้างของเด็กน้อยนี้จะสอดคล้องกับผลการศึกษาค่าความแข็งของเด็กน้อย (แสดงดังตารางที่ 4.42) คือเด็กน้อยที่มีโครงสร้างไม่ละเอียด และมีรากอากาศขนาดใหญ่ จะมีค่าความแข็งต่ำได้แก่เด็กน้อยที่ใช้น้ำมะนาว และแคลเซียมชัลฟ์ เป็นตัวตักษณ์ ส่วนเด็กน้อยที่มีโครงสร้างละเอียด และมีรากอากาศเล็ก จะมีค่าความแข็งมากขึ้นได้แก่เด็กน้อยที่ใช้น้ำส้มจืด น้ำส้มเขียวหวาน แมกนีเซียมชัลฟ์ แคลเซียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมคลอไรด์ เป็นตัวตักษณ์

## สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## **4.6 ผลการศึกษาอย่างการเก็บผลิตภัณฑ์เต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตอกทดสอบ**

### **4.6.1 ผลของการใช้น้ำมะนาวเป็นตัวตอกทดสอบ**

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกทดสอบมาบรรจุในภาชนะพลาสติก PS ขนาด  $12.5 \times 12.5 \times 2 \text{ cm}^3$  และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ  $4\text{-}10^\circ\text{C}$  เมื่อเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดสอบดังนี้

- ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.45
- ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.46
- คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.47
- ปริมาณฤทธิ์ทึบหมัด (โคลินีต่อกรัม) และปริมาณเยสต์และรา (โคลินีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.48

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

ตารางที่ 4.45 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมันมะนาว 1% โดยน้ำหนักของนมตัวเหลือง เมื่อตัวตอกตะกอนบรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มตัวด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เมินเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจาก ก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่าง ของเต้าหู้แข็ง <sup>a</sup>
0	0.000 <sup>b</sup> $\pm$ 0.000	5.880 $\pm$ 0.010
1	3.492 <sup>b</sup> $\pm$ 0.198	5.873 $\pm$ 0.015
3	3.537 <sup>b</sup> $\pm$ 0.285	5.867 $\pm$ 0.006
5	3.543 <sup>b</sup> $\pm$ 0.223	5.867 $\pm$ 0.015
7	3.533 <sup>b</sup> $\pm$ 0.152	5.863 $\pm$ 0.021

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

จากตารางที่ 4.45 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเต้าหู้แข็งจะไม่มีการลดน้ำหนักเต้าหู้แข็งที่สูญหายไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับเหมือนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.34 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้สด (มาตรฐาน 1004-2533 ข้อ 3.4)

ตารางที่ 4.46 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเดาหูเย็บที่ใช้น้ำมันนา 1% โดยน้ำหนักของน้ำมันถ่วงเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา เวลา เก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>**</sup>	ความเหนียว <sup>***</sup>	L <sup>***</sup>	a <sup>***</sup>	b <sup>***</sup>
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

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.46 พบร่วมระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความแข็ง ความเหนียว และค่าสี (L, a และ b) ของเดาหูเย็บแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.35 และ 4.36 ภาคผนวก ง)

สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเดาหูเย็บที่ใช้น้ำมันนา 1% โดยน้ำหนักของน้ำมันถ่วงเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.47 ค่าแนนทดสอบทางประสาทสมผัสของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมันก๊าชอนเมก้าวเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา เวลา (วัน)	ค่าแนนทด $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะ เก็บ	ลักษณะ ปีกากู <sup>**</sup>	ลักษณะเนื้อ สมผัส <sup>**</sup>	กลิ่น และ รสชาติ <sup>**</sup>	ความชอบรวม <sup>**</sup>
	บีก	สี <sup>**</sup>	ลักษณะเนื้อ	กลิ่น และ รสชาติ <sup>**</sup>	ความชอบรวม <sup>**</sup>
0	6.15 $\pm$ 0.56	7.08 $\pm$ 0.85	7.68 $\pm$ 0.57	7.23 $\pm$ 0.38	7.30 $\pm$ 0.44
1	6.15 $\pm$ 0.59	7.05 $\pm$ 0.84	7.65 $\pm$ 0.56	7.20 $\pm$ 0.34	7.28 $\pm$ 0.44
3	6.13 $\pm$ 0.53	7.03 $\pm$ 0.77	7.65 $\pm$ 0.59	7.20 $\pm$ 0.41	7.25 $\pm$ 0.38
5	6.10 $\pm$ 0.50	7.00 $\pm$ 0.67	7.63 $\pm$ 0.63	7.18 $\pm$ 0.37	7.23 $\pm$ 0.38
7	6.08 $\pm$ 0.49	7.00 $\pm$ 0.63	7.60 $\pm$ 0.62	7.15 $\pm$ 0.33	7.20 $\pm$ 0.34

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.47 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะปีกากู สี เนื้อสมผัส กลิ่นและรสชาติ และความชอบรวมของเต้าหู้แข็ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.37 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมันก๊าชอนเมก้าวเหลืองเป็นตัวตกตะกอน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคลนีต่อกรัม) ในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำมันมะนาว 1% โดยน้ำหนักของเม็ดถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตอนบรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพีซ์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคลนีต่อกรัม)
	< 30*	ไม่พบ*
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	$6.1 \times 10^2$	ไม่พบ*
7	$1.0 \times 10^3$	ไม่พบ*

\* ที่ dilution  $10^{-1}$

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.48 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วเต้าหู้แข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้สด (นก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ  $5 \times 10^4$  และไม่พบยีสต์และราในเต้าหู้แข็ง

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

#### 4.6.2 ผลของการใช้น้ำส้มcid เป็นตัวตอกตะกอน

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำส้มcid 2% โดยน้ำหนักของเม็ดวัลเลสิงเป็นตัวตอกตะกอนมานำรากในถ้วยพลาสติก PS ขนาด  $12.5 \times 12.5 \times 2 \text{ cm}^3$  และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ  $4-10^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 7 วัน สูตรด้าวย่างเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดลองดังนี้

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

ตารางที่ 4.49 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มcid 2% โดยน้ำหนักของเม็ดวัลเลสิงเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถ้วยพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ  $4-10^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงเบนมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจาก ก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่าง ของเต้าหู้แข็ง **
0	$0.000^\circ \pm 0.000$	$5.870 \pm 0.010$
1	$3.290^\circ \pm 0.146$	$5.867 \pm 0.012$
3	$3.291^\circ \pm 0.125$	$5.867 \pm 0.006$
5	$3.302^\circ \pm 0.135$	$5.867 \pm 0.015$
7	$3.307^\circ \pm 0.116$	$5.863 \pm 0.015$

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

จากตารางที่ 4.49 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเต้าหู้แข็งจะไม่มีการลดน้ำหนักเต้าหู้แข็งที่สูงนายนไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับเหมือนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.38 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้สด (มอก.1004-2533 ข้อ 3.4)

**ตารางที่ 4.50** ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มสายชู 2% โดยนำหันกษะของน้ำที่เหลือเป็นตัวตัดก่อน บรรจุในภาชนะพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะ เวลา เก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>ns</sup>	ความเหนียว <sup>ns</sup>	L <sup>ns</sup>	a <sup>ns</sup>	b <sup>ns</sup>
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 4.39 และ 4.40 ภาคผนวก ง)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสมองด้านต่าง ๆ ของเด็กวัยซึ่งที่ให้น้ำส้มจีด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 คะแนนทดสอบทางประสาทสมองเด็กวัยที่ให้น้ำส้มจีด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา เวลา เก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน					ความช่วยเหลือ <sup>ns</sup>
	ลักษณะ ป้ากูร <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	ลักษณะ เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	กลิ่น และ รสชาติ <sup>ns</sup>		
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 พนว่าจะระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะป้ากูร สี เนื้อสัมผัส กลิ่น และรสชาติ และความช่วยเหลือของเด็กต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.41 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเด็กวัยที่ให้น้ำส้มจีด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.52

ตารางที่ 4.52 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลิโน่ต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคลิโน่ต่อกรัม)  
ในเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำอ่อนจีด 2% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตาม  
บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C  
เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลิโน่ต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคลิโน่ต่อกรัม)
	< 30*	ไม่พบ*
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	$4.5 \times 10^2$	ไม่พบ*
7	$1.4 \times 10^3$	ไม่พบ*

\* ที่ dilution 10<sup>1</sup>

เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.52 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเต้าหู้แข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วเต้าหู้แข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเต้าหู้สด (มอก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ  $5 \times 10^4$  และไม่พบยีสต์และราในเต้าหู้แข็ง

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

#### 4.6.3 ผลของการใช้น้ำสัมเขียวหวานเป็นตัวตอกตะกอน

จากการนำเต้าหู้แข็งที่ได้จากการใช้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอนมาบรรจุในถุงพลาสติก PS ขนาด  $12.5 \times 12.5 \times 2 \text{ cm}^3$  และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ  $4-10^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 7 วัน ศูนย์ตัวอย่างเมื่อกีบผลิตภัณฑ์ได้ 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน จะได้ผลการทดสอบดังนี้

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

ตารางที่ 4.53 ค่าเฉลี่ยร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเต้าหู้ (% Syneresis) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้แข็งที่ใช้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ  $4-10^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ เมียงabenมาตรฐาน	
	ร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจาก ก้อนเต้าหู้	ความเป็นกรด-ด่าง ของเต้าหู้แข็ง <sup>a</sup>
0	$0.000^\circ \pm 0.000$	$5.897 \pm 0.021$
1	$3.326^\circ \pm 0.074$	$5.880 \pm 0.010$
3	$3.312^\circ \pm 0.110$	$5.880 \pm 0.020$
5	$3.303^\circ \pm 0.137$	$5.877 \pm 0.015$
7	$3.377^\circ \pm 0.106$	$5.873 \pm 0.021$

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

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.53 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 0 ซึ่งเป็นวันที่ผลิตเด้าหู้แข็งจะไม่มีการลดน้ำหนักเด้าหู้แข็งที่สูงหายไป จึงไม่มีการรายงานค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเด้าหู้ และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าร้อยละของน้ำที่ถูกขับออกจากก้อนเด้าหู้แข็งแตกต่างกัน (มีตัวอักษรกำกับหนอนกัน) และพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเด้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.42 ภาคผนวก ง) และเมื่อเก็บครบ 7 วันแล้วค่าความเป็นกรด-ด่างของเด้าหู้แข็งยังมีค่าอยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.0 ซึ่งเป็นช่วงกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับเด้าหู้สด (มอก.1004-2533 ข้อ 3.4)

**ตารางที่ 4.54** ค่าเฉลี่ยความแข็ง (Hardness, g/mm<sup>2</sup>) ความเหนียว (Cohesiveness) และค่าสี (L, a และ b) ของเด้าหู้แข็งที่ใช้น้ำส้มเชี่ยวหวาน 5% โดยนำหนักของน้ำถักเหลือง เป็นตัวตัดตะกอนบรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เมินเวลา 7 วัน

ระยะเวลา เวลา เก็บ (วัน)	ค่าเฉลี่ย ± เมียงเบนมาตรฐาน				
	ความแข็ง (g/mm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	ความเหนียว <sup>b</sup>	L <sup>c</sup>	a <sup>c</sup>	b <sup>c</sup>
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) ของเด้าหู้แข็งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแสดงดังตารางที่ 4.43 และ 4.44 ภาคผนวก ง)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต้านต่าง ๆ ของเด็กน้ำนม ที่ให้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยนำน้ำนมของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.55

**ตารางที่ 4.55** คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเด็กน้ำนมที่ให้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยนำน้ำนมของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลา เวลา เก็บ (วัน)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					ความซ้อมรวม <sup>a</sup>
	ลักษณะ ปรากฏ <sup>b</sup>	สี <sup>c</sup>	ลักษณะ เนื้อสัมผัส <sup>d</sup>	กลิ่น และ รสชาติ <sup>e</sup>		
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	

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.55 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 7 ไม่มีผลทำให้ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และความซ้อมรวมของเด็กน้ำนมที่ใช้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยนำน้ำนมของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC ( $p > 0.05$ ) (การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบดัชนีทางตารางที่ 4.45 ภาคผนวก ง)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในเด็กน้ำนมที่ให้น้ำสัมเขียวหวาน 5% โดยนำน้ำนมของนมถั่วเหลืองเป็นตัวตอกตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.56

ตารางที่ 4.56 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลนีต่อกรัม) และปริมาณยีสต์และรา (โคลนีต่อกรัม) ในตัวหัวแข็งที่ใช้น้ำส้มเชี่ยวหวาน 5% โดยน้ำหนักของนมถั่วเหลืองเป็นตัวกต  
ตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก PS และหุ้มด้วยพิล์มพลาสติก PVC เก็บที่อุณหภูมิ 4-10°C เป็นเวลา 7 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลนีต่อกรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (โคลนีต่อกรัม)
0	< 30*	ไม่พบ*
1	< 30*	ไม่พบ*
3	< 30*	ไม่พบ*
5	$8.3 \times 10^2$	ไม่พบ*
7	$2.9 \times 10^3$	ไม่พบ*

\* ที่ dilution  $10^{-1}$

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบจากตารางที่ 4.56 พนง.เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวหัวแข็งจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บจนครบ 7 วันแล้วตัวหัวแข็งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินที่กำหนดให้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับตัวหัวหนอง (มอก.1004-2533 ข้อ 6.2.1) คือ  $5 \times 10^4$  และไม่พบยีสต์และราในตัวหัวแข็ง เช่นเดียวกับการใช้น้ำมะนาวและน้ำส้มซีด เป็นตัวกตตะกอน

ผลิตภัณฑ์บริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย