บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพของนมสดยูเอชทีรสจืดที่หมดอายุการจำหน่าย

4.1.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของนมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น การเกิดเจล และการแยกชั้นของไขมัน ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของนมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย

จำนวนเดือนหลังหมดอายุจำหน่าย	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	การเกิดเจล	การแยกชั้นของไขมัน
1	เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีลิ่มนม	ขาวขุ่น	กลิ่นหอมนมปกติ	ไม่เกิดเจล	ไม่เกิดการแยกชั้น
2	เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีลิ่มนม	ขาวขุ่น	กลิ่นหอมนมปกติ	ไม่เกิดเจล	ไม่เกิดการแยกชั้น
3	เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีลิ่มนม	ขาวขุ่น	กลิ่นหอมนมปกติ	ไม่เกิดเจล	ไม่เกิดการแยกชั้น
4	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้า	ขาวขุ่น	กลิ่นหอมนมปกติ	ไม่เกิดเจล	ไม่เกิดการแยกชั้น
5	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามาก	ขาว-เหลืองเล็กน้อย	กลิ่นหอมนมน้อยลง	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่อง	ไม่เกิดการแยกชั้น
6	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามากขึ้น	ขาว-เหลืองเล็กน้อย	กลิ่นหอมนมน้อยลง	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่อง	ไม่เกิดการแยกชั้น
7	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามากขึ้น	ขาว-เหลืองเล็กน้อย	กลิ่นหอมนมน้อยลง	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่อง	เกิดเม็ดไขมันเล็กๆ ลอยที่ผิวหน้า
8	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามากขึ้น	ขาว-เหลืองเล็กน้อย	กลิ่นหอมนมน้อยลง	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่องและก้นกล่อง	เกิดเม็ดไขมันเล็กๆ ลอยที่ผิวหน้า
9	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามากขึ้น	ขาว-เหลือง	ไม่มีกลิ่นหอมนม	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่องและก้นกล่อง	เกิดเม็ดไขมันเล็กๆ ลอยที่ผิวหน้า
10	มีลิ่มนมเล็ก ๆ ที่ผิวหน้ามากขึ้น	ขาว-เหลือง	ไม่มีกลิ่นหอมนม	เกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่องและก้นกล่อง	เกิดเม็ดไขมันเล็กๆ ลอยที่ผิวหน้ามากขึ้น

4.1.2 วิเคราะห์นมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย โดยตรวจสอบ alcohol test ค่าสี (L, a, b) pH ของนมยูเอชที ปริมาณโปรตีน และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2-4.3 และรูปที่ 4.1-4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์นมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย

จำนวนเดือนหลังหมดอายุการจำหน่าย	Alcohol test	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (colony/ ml.)
		L	a	b	pH ของนมยูเอชที	ปริมาณโปรตีน^{ns} (%)	
1	-	$81.77^{b} \pm 0.12$	$-2.08^{b} \pm 0.04$	$7.53^{f} \pm 0.04$	$6.72^{a} \pm 0.02$	3.12 ± 0.02	ไม่พบ
2	-	$81.96^{a} \pm 0.06$	$-2.16^{c} \pm 0.04$	$7.94^{e} \pm 0.13$	$6.67^{a} \pm 0.01$	3.06 ± 0.02	ไม่พบ
3	-	$81.72^{b} \pm 0.05$	$-2.82^{e} \pm 0.01$	$7.98^{e} \pm 0.05$	$6.69^{a} \pm 0.03$	3.10 ± 0.05	ไม่พบ
4	+	$81.94^{a} \pm 0.07$	$-2.34^{d} \pm 0.02$	$7.97^{e} \pm 0.09$	$6.55^{b} \pm 0.02$	3.08 ± 0.04	ไม่พบ
5	+	$80.72^{c} \pm 0.06$	$-2.82^{e} \pm 0.04$	$8.01^{de} \pm 0.20$	$6.52^{b} \pm 0.04$	3.09 ± 0.10	1
6	++	$80.44^{d} \pm 0.04$	$-2.38^{d} \pm 0.03$	$8.12^{d} \pm 0.10$	$6.53^{b} \pm 0.05$	3.11 ± 0.08	ไม่พบ
7	++	$80.41^{d} \pm 0.07$	$-2.31^{d} \pm 0.01$	$8.81^{c} \pm 0.05$	$6.47^{bc} \pm 0.02$	3.08 ± 0.03	2
8	+++	$79.20^{e} \pm 0.05$	$-2.21^{c} \pm 0.11$	$9.85^{b} \pm 0.09$	$6.43^{cd} \pm 0.05$	3.07 ± 0.02	ไม่พบ
9	+++	$78.04^{g} \pm 0.04$	$-2.15^{bc} \pm 0.13$	$9.73^{b} \pm 0.08$	$6.37^{de} \pm 0.03$	3.05 ± 0.04	ไม่พบ
10	+++	$78.66^{f} \pm 0.02$	$-1.45^{a} \pm 0.05$	$11.52^{a} \pm 0.10$	$6.34^{e} \pm 0.03$	3.10 ± 0.06	1

a,b,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

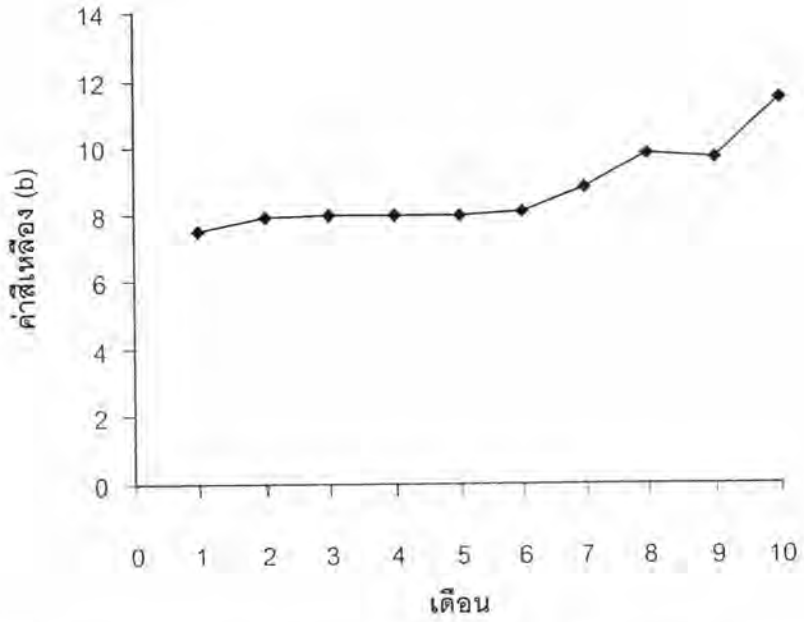
- หมายถึง ไม่เกิดลิ่มหรือตะกอนกับ alcohol 68 %

+ หมายถึง เกิดลิ่มหรือตะกอนกับ alcohol 68 % ถ้าบวกมากขึ้นแสดงว่าเกิดลิ่มหรือตะกอนเร็วและมีปริมาณมาก

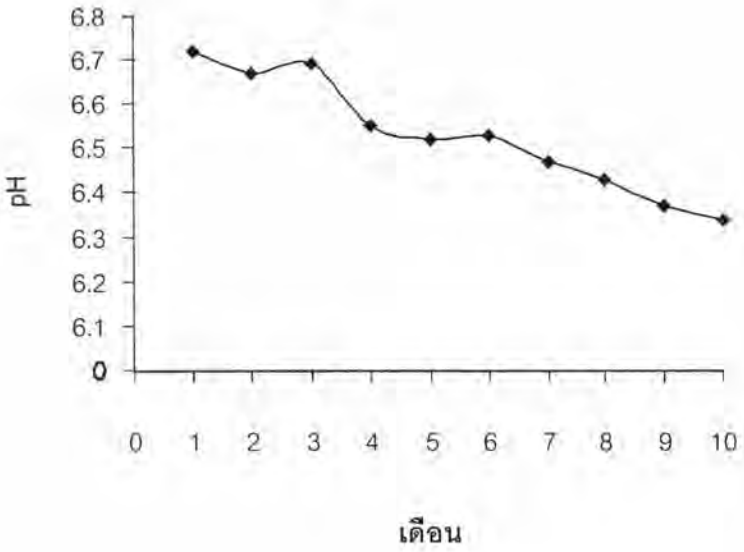
ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสี (L, a, b) ค่าเฉลี่ย pH และค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีน ของนมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย

SOV	d.f.	MS				
		L	a	b	pHของนมยูเอชที	ปริมาณโปรตีน (%)
Treatment	9	6.15*	0.45*	4.71*	0.052*	0.99
Error	20	0.005	0.002	0.005	0.002	0.07

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.1 ผลของเวลาในการเก็บต่อค่าสีเหลือง (b) ของนมยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย



รูปที่ 4.2 ผลของเวลาในการเก็บต่อ pH ของนมยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และการวิเคราะห์นมสดยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่าย (ตารางที่ 4.1-4.3 และ รูปที่ 4.1-4.2) โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 ± 2 ^{0}C เป็นเวลา 10 เดือน พบว่า ในช่วง 3 เดือนแรกของการเก็บนมยูเอชทีที่หมดอายุการจำหน่ายจะยังคงมีลักษณะทางกายภาพและทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2522) และผลการทดสอบกับ alcohol 68 % ให้ผลเป็นลบ แต่นับจากเดือนที่ 4 ของการเก็บ ลักษณะทางกายภาพของนมยูเอชทีจะเริ่มเปลี่ยนแปลง โดยเริ่มสังเกตเห็นลิ่มนมเล็ก ๆ ลอยอยู่ที่บริเวณผิวหน้า สีนมเริ่มเหลือง กลิ่นหอมนมน้อยลง และเกิดเจลเกาะที่ด้านข้างกล่อง รวมทั้งเริ่มพบลิ่มนมที่บริเวณก้นกล่อง ส่วนผลการทดสอบกับ alcohol 68 % ให้ผลเป็นบวก และจะเป็นบวกมากขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บ ดังนั้นจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดจึงเลือกนมยูเอชทีหลังหมดอายุการจำหน่ายหรือก่อนที่จะถึงวันหมดอายุตามที่ระบุไว้บนกล่อง 3-1 เดือนมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป

4.2 ศึกษาหา pH ที่เหมาะสมในการทำให้นมยูเอชทีจับตัวเป็นก้อนลิ่ม

โดยเติม calcium chloride 200 ppm. ลงในนมสดยูเอชที 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดแลคติกความเข้มข้น 10% (v/v) ลงไปเพื่อปรับ pH ให้ได้ 4.7, 5.0, 5.3, และ 5.6 นำนมไปอุ่นใน water bath จนมีอุณหภูมิ 35 °C เติมเอนไซม์เรนเนทความเข้มข้น 50 ppm. ลงไป 0.1 มิลลิลิตร คนให้ผสมกันและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำลิ่มนมที่ได้มาแยกเวย์ออกโดยเทลิ่มนมลงบนผ้าขาวบางที่มีกรวยรองอีกชั้น ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง นำลิ่มนมที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก ประเมินผลโดยหา เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณลิ่มนมและปริมาณโปรตีน ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4-4.5

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม และปริมาณโปรตีนในลิ่มนมที่ได้จากการปรับ pH ที่ระดับต่างกัน

pH	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)
4.7	$59.70^{c} \pm 0.75$	$13.60^{b} \pm 0.42$	$26.47^{c} \pm 0.64$
5.0	$59.99^{c} \pm 0.52$	$13.62^{b} \pm 0.30$	$33.50^{a} \pm 0.49$
5.3	$62.32^{b} \pm 0.79$	$17.00^{a} \pm 0.84$	$30.07^{b} \pm 0.66$
5.6	$69.91^{a} \pm 1.21$	$17.31^{a} \pm 0.16$	$29.91^{b} \pm 1.03$

a,b... ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม และปริมาณโปรตีน ในลิ่มนมที่ได้จากการปรับ pH ที่ระดับต่างกัน

SOV	d.f.	MS		
		% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)
Treatment	3	66.19*	12.61*	24.79*
Error	8	0.80	0.27	0.71

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่า pH มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณลิ่มนม และปริมาณโปรตีน โดยตัวอย่างลิ่มนมที่ปรับ pH นมก่อนเติมเรนเนทที่ pH 5.0 ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีนที่ต้องการ recover จากนมสดยูเอชทีสูงที่สุด และมีค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีนแตกต่างกับ treatment อื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นและปริมาณลิ่มนมพบว่า ตัวอย่างลิ่มนมที่ปรับ pH นมก่อนเติมเรนเนทที่ pH 4.7 ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นและปริมาณลิ่มนมน้อยที่สุด

ดังนั้นจึงเลือก pH 5.0 เป็น pH ที่เหมาะสมในการทำให้นมจับตัวเป็นก้อนลิ่ม จากเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น และปริมาณโปรตีน เพื่อนำมาใช้เป็นสภาวะในการศึกษาขั้นต่อไป

4.3 ศึกษาหาชนิดกรดที่เหมาะสมในการทำให้นมยูเอชทีจับตัวเป็นก้อนลิ่ม

นำ pH ที่เลือกได้จากข้อ 3.2.2 มาใช้ในการปรับ pH ของนม โดยใช้กรดความเข้มข้น 10% และแปรชนิดของกรดเป็น กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดแลคติก และกรดฟอสฟอริก โดยใช้ร่วมกับเอนไซม์เรนเนทและ calcium chloride ประเมินผลโดยหา เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีน และลักษณะลิ่มนม ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6-4.7

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีน และลักษณะลิ่มนมที่ได้จากการแปรชนิดกรดที่ใช้

ชนิดกรด	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			ลักษณะลิ่มนม
	% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)^{ns}	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)	
อะซิติก	58.05^{c} ± 0.58	15.43 ± 0.56	35.03^{a} ± 0.61	ผิวหน้าเรียบ ลิ่มนมจับตัวกันดี มี whey ติดมากับลิ่มนมน้อย
ซิตริก	63.69^{a} ±1.17	15.86 ± 0.86	26.38^{c} ± 1.18	ผิวหน้าไม่เรียบ ลิ่มนมจับตัวกันไม่ดี มี wheyติดมากับลิ่มนมมาก
แลคติก	58.52^{c} ± 0.94	15.15 ± 0.44	34.95^{a} ± 0.41	ผิวหน้าเรียบ ลิ่มนมจับตัวกันดี มี whey ติดมากับลิ่มนมน้อย
ฟอสฟอริก	61.42^{b} ± 0.48	15.22 ± 0.08	31.58^{b} ± 0.78	ผิวหน้าเรียบ ลิ่มนมจับตัวกันดี มี whey ติดมากับลิ่มนมมาก

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีนในลิ่มนมที่ได้จากการแปรชนิดกรดที่ใช้

SOV	d.f.	MS		
		% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)
Treatment	3	19.43*	0.374	46.29*
Error	8	1.39	0.367	0.95

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่าชนิดกรดมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นและปริมาณโปรตีน ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนม ($p > 0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างลิ่มนมที่ปรับ pH ด้วยกรดอะซิติกและกรดแลคติกมีค่าเฉลี่ยปริมาณโปรตีนที่ต้องการ recover จากนมยูเอชทีไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นพบว่า ตัวอย่างลิ่มนมที่ปรับ pH ด้วยกรดอะซิติกให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำที่สุด

ดังนั้นจึงเลือกใช้กรดอะซิติกเป็นกรดที่เหมาะสมในการ recover โปรตีนจากนมยูเอชที ตามเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณโปรตีน และลักษณะของลิ่มนม เพื่อการศึกษาขั้นต่อไป

สำหรับในขั้นตอนนี้ได้เติม calcium chloride และเรนเนท ลงไปด้วย เนื่องจากถ้าใช้กรดเพียงอย่างเดียวในการทำให้นมจับตัวเป็นก้อนลิ่ม จะได้ลิ่มนมที่มีลักษณะนิ่มเหลวจับตัวกันหลวม ๆ และมีเวย์ติดมากับลิ่มนมมาก แต่ถ้าใช้ calcium chloride และเรนเนท โดยไม่มีการเติมกรดลงไป อาจทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนนมเพียงเล็กน้อยที่ก้นภาชนะ และเมื่อนำมาแยกเวย์ออกโดยเทนมลงบนผ้าขาวบาง จะมีลิ่มนมเล็ก ๆ ติดอยู่บนผ้าน้อยมากจนไม่สามารถแยกลิ่มนมออกมาได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ทั้งกรด calcium chloride และเรนเนท ร่วมกันในการทำให้นมจับตัวเป็นก้อนลิ่ม

4.4 ศึกษาหาปริมาณ calcium chloride และเรนเนทที่เหมาะสมในการ recover โปรตีนจากนมยูเอชที

นำกรดที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.3 มาใช้ในการ recover โปรตีนจากนม โดยเติม calcium chloride ในช่วงการเตรียมน้ำนมและเติมเรนเนทหลังจากเติมกรด โดยแปรปริมาณ calcium chloride เป็น 3 ระดับคือ 0, 100 และ 200 ppm. และแปรปริมาณเรนเนทเป็น 3 ระดับคือ 25, 50 และ 75 ppm. ประเมินผลโดยหา เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีน และลักษณะลิ่มนม ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.8-4.11

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีน และลักษณะลิ่มนม ที่แปรปริมาณ calcium chloride และปริมาณเรนเนท

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			ลักษณะลิ่มนม
		% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)^{ns}	
0	25	66.90 ± 1.25	15.93 ± 0.02	31.89 ± 1.78	ผิวหน้าไม่เรียบ ลิ่มนมจับตัวกันไม่ดี มี whey ติดมากับลิ่มนมมาก
100		66.32 ± 0.05	15.89 ± 0.68	32.81 ± 2.98	
200		67.61 ± 1.22	15.79 ± 0.04	33.90 ± 0.16	
0	50	64.25 ± 1.17	14.83 ± 0.43	32.43 ± 1.17	ผิวหน้าเรียบ ลิ่มนมจับตัวกันดี มี whey ติดมากับลิ่มนมน้อย
100		64.02 ± 0.87	16.33 ± 0.74	31.80 ± 0.74	
200		63.06 ± 0.61	16.05 ± 0.31	32.43 ± 1.28	
0	75	65.19 ± 0.69	15.90 ± 0.29	32.90 ± 2.21	ผิวหน้าเรียบ ลิ่มนมจับตัวกันดี มี whey ติดมากับลิ่มนมน้อย
100		64.98 ± 0.66	16.11 ± 0.55	30.45 ± 0.57	
200		63.40 ± 0.87	16.81 ± 0.53	33.73 ± 0.17	

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในลิ่มนม ปริมาณลิ่มนม ปริมาณโปรตีน ที่แปรปริมาณ calcium chloride และปริมาณเรนเนท

SOV	d.f.	MS		
		% ความชื้น	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)	ปริมาณโปรตีน (% dry basis)
Calcium chloride (A)	2	2.070	0.946*	4.197
Rennet (B)	2	15.977*	0.467	0.688
AB	4	1.001	0.398	1.952
Error	9	0.803	0.217	2.324

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 3×3 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณ calcium chloride และปริมาณเรนเนท (AB) ต่อค่าเฉลี่ย % ความชื้น ปริมาณลิ่มนม และปริมาณโปรตีน ($p>0.05$) แต่อิทธิพลของปริมาณเรนเนท (B) มีผลต่อค่าเฉลี่ย % ความชื้น ($p\leq 0.05$) และอิทธิพลของปริมาณ calcium chloride (A) มีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนม ($p\leq 0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย % ความชื้น โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณเรนเนท แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.10 และค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนมพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปริมาณ calcium chloride แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณเรนเนท

ปริมาณเรนเนท (ppm.)	% ความชื้น
25	$66.94^{a} \pm 0.13$
50	$63.91^{b} \pm 0.10$
75	$64.38^{b} \pm 0.29$

a,b ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณเรนเนท (B) มีผลต่อค่าเฉลี่ย % ความชื้น ($p>0.05$) โดยตัวอย่างลิ่มนมที่ได้จากการใช้ปริมาณเรนเนท 50 ppm. มีค่าเฉลี่ย % ความชื้นต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับตัวอย่างลิ่มนมที่ได้จากการใช้เรนเนท 75 ppm.

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนม เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปริมาณ calcium chloride

ปริมาณ calcium chloride (ppm.)	ปริมาณลิ่มนม (% dry basis)
0	$15.55^{b} \pm 0.24$
100	$16.09^{a} \pm 0.19$
200	$16.35^{a} \pm 0.29$

a,b ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณ calcium chloride (A) มีผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนม ($p \leq 0.05$) โดยตัวอย่างลิ่มนมที่ได้จากการใช้ calcium chloride 200 ppm. มีค่าเฉลี่ยปริมาณลิ่มนมสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับตัวอย่างลิ่มนมที่ได้จากการใช้ calcium chloride 100 ppm.

ดังนั้นจากการพิจารณาโดยรวมจึงเลือกตัวอย่างลิ่มนมที่ได้จากการใช้ปริมาณเรนเนท 50 ppm. และ calcium chloride 200 ppm. เป็นสภาวะที่เหมาะในการเตรียมลิ่มนม สำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากให้ลิ่มนมที่มีปริมาณความชื้นต่ำ และปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง อีกทั้งได้ปริมาณลิ่มนมค่อนข้างมาก โดยไม่จำเป็นต้องใช้เรนเนทในปริมาณที่สูงในการเตรียม

4.5 ศึกษาผลของปริมาณ emulsifying salt ที่เหมาะสมในการผลิตโพรเซสชีสสเปรด

เตรียมโพรเซสชีสสเปรดตามขั้นตอนการผลิตที่ระบุในข้อ 3.2.5 โดยใช้ disodium phosphate (Na_2HPO_4) เป็นemulsifying salt และแปรปริมาณที่ใช้เป็น 4 ระดับ คือ 1, 2, 3 และ 4 % ของน้ำหนักลิ่มนม ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณเกลือ ค่าสี (L, a, b) และการวัดเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture analyser ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.12-4.15 และรูปที่ 4.3 ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.16-4.17

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือ และค่าเฉลี่ยสี (L, a, b) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด ที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

ปริมาณ Na_2HPO_4 (% / น้ำหนักลิ่มนม)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	% ความชื้น	ปริมาณเกลือ (% NaCl)	L ^{ns}	a	b ^{ns}
1	$64.73^{a} \pm 0.43$	$2.24^{b} \pm 0.06$	86.16 ± 0.10	$-1.53^{a} \pm 0.03$	15.40 ± 0.09
2	$58.07^{b} \pm 0.46$	$2.31^{b} \pm 0.06$	86.20 ± 0.06	$-1.84^{b} \pm 0.17$	15.44 ± 0.09
3	$56.02^{c} \pm 0.40$	$2.35^{b} \pm 0.07$	86.44 ± 0.05	$-1.56^{a} \pm 0.08$	15.44 ± 0.08
4	$55.79^{c} \pm 0.45$	$3.50^{a} \pm 0.19$	86.15 ± 0.11	$-1.79^{b} \pm 0.08$	15.36 ± 0.13

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณเกลือ และค่าเฉลี่ยสี (L, a, b) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรดที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

SOV	d.f.	MS				
		% ความชื้น	ปริมาณเกลือ (% NaCl)	L	a	b
Treatment	3	52.38*	1.09*	0.28	0.08*	0.00
Error	8	0.49	0.01	0.08	0.01	0.01

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ย Force , Softness, และ Adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด ที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

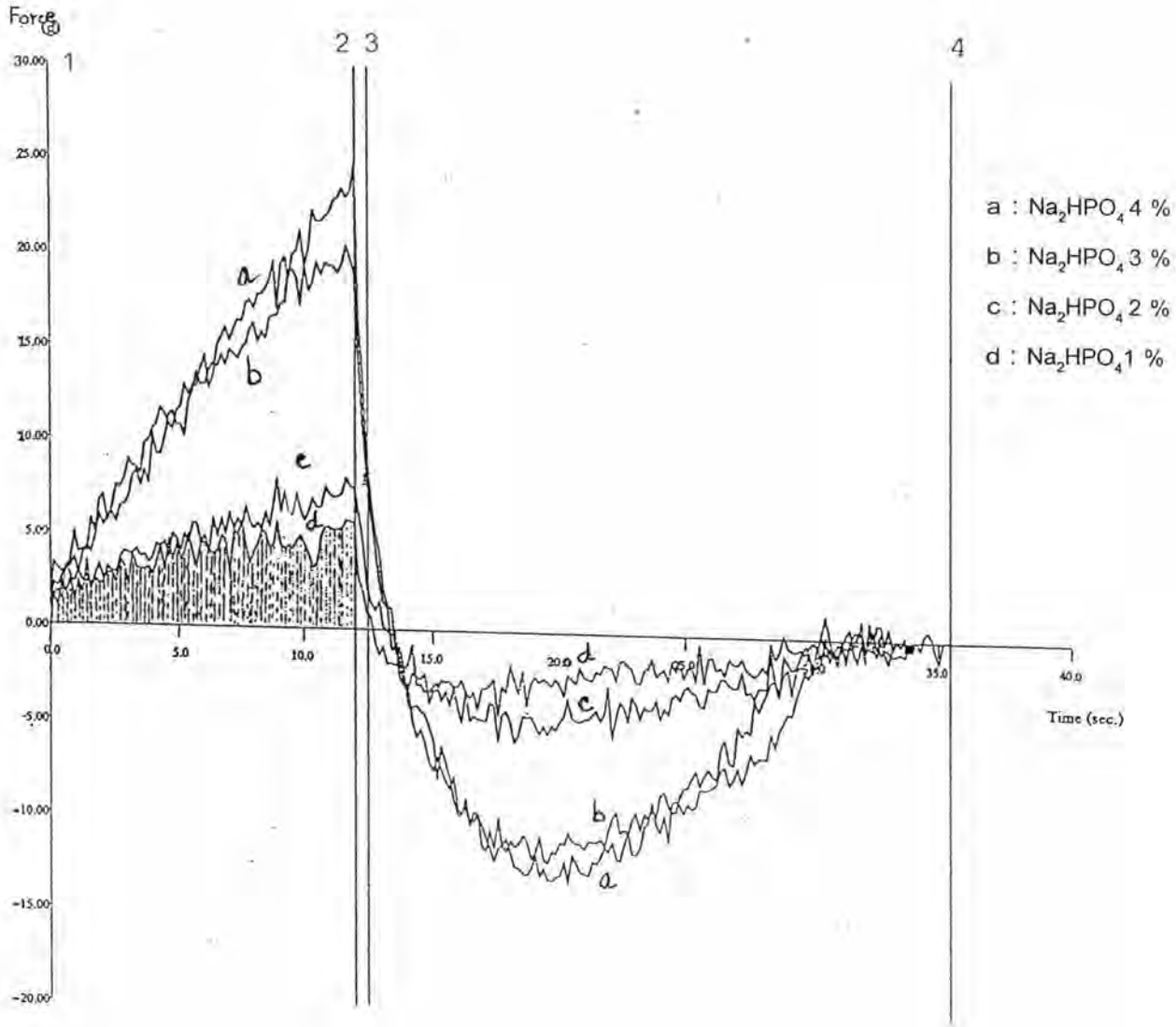
ปริมาณ Na_2HPO_4 (% / น้ำหนักลิ่มนม)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	Force (g)	Softness (g.s)	Adhesiveness (g.s)
1	$5.08^{d} \pm 0.28$	$39.96^{c} \pm 0.73$	$41.93^{d} \pm 1.61$
2	$7.63^{c} \pm 0.13$	$60.24^{b} \pm 1.89$	$63.38^{c} \pm 1.04$
3	$19.07^{b} \pm 0.25$	$148.91^{a} \pm 1.08$	$131.09^{b} \pm 2.82$
4	$22.59^{a} \pm 1.07$	$152.98^{a} \pm 4.37$	$148.78^{a} \pm 5.26$

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

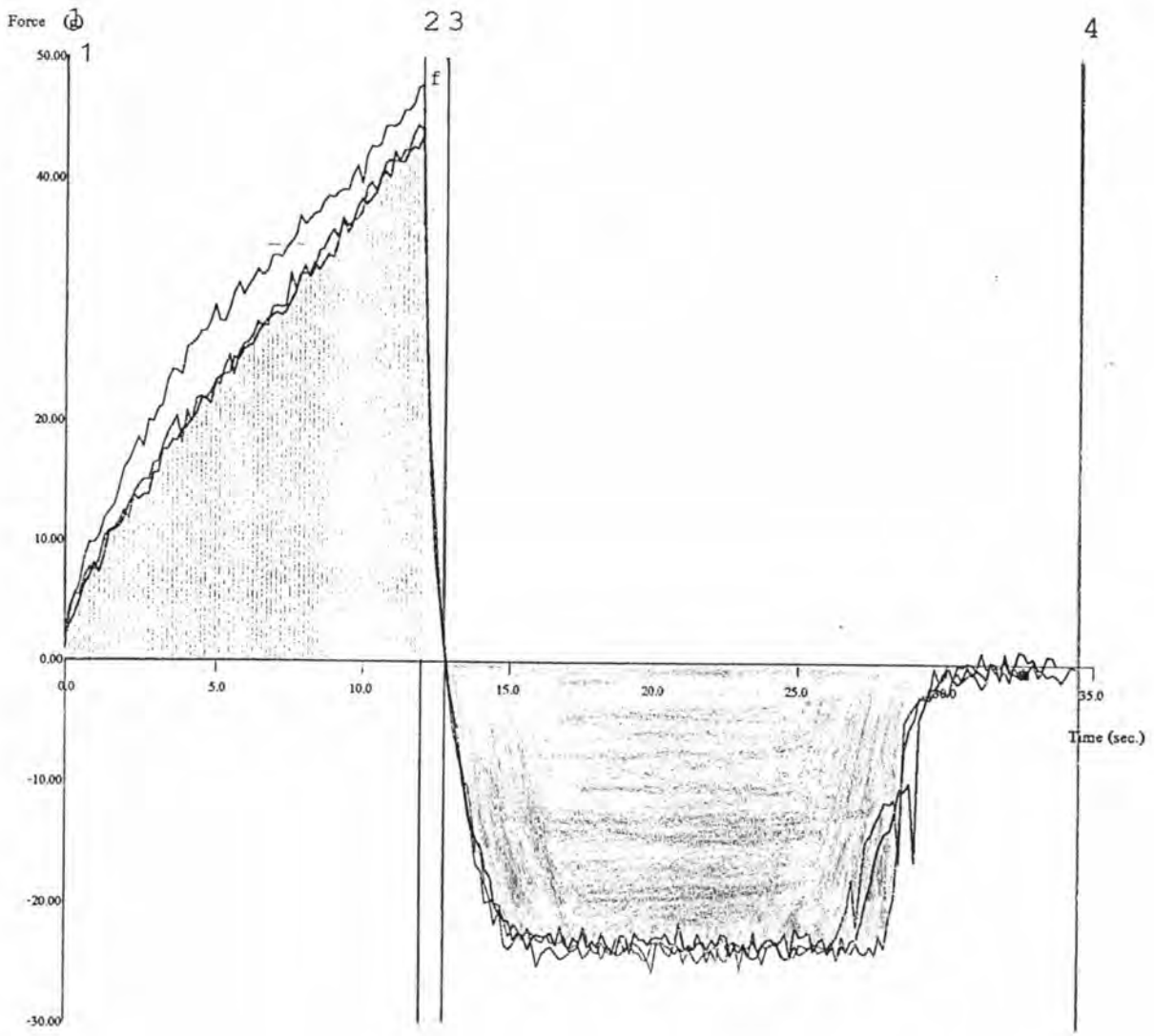
ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Force , Softness, และ Adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด ที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

SOV	d.f.	MS		
		Force (g)	Softness (g.s)	Adhesiveness (g.s)
Treatment	3	218.90*	10384.95*	8005.55*
Error	8	0.48	6.09	10.96

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.3 ผลการแปรปริมาณ disodium phosphate ต่อค่า Force, Softness และ Adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด



รูปที่ 4.4 ผลการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

Force = 44.77 ± 1.37 g. ,

Softness = 322.37 ± 20.63 g.s

Adhesiveness = 349.99 ± 8.50 g.s

ตารางที่ 4.16 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสหรือ ความรู้สึกภายในปาก ความสามารถในการแผ่กระจาย (spreadability) (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรดที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

ปริมาณ Na_2HPO_4 (% / น้ำหนักลิ่มนม)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ลักษณะปรากฏ	สี ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความสามารถในการแผ่กระจาย	ความชอบรวม
1	5.76 ^{b} ± 1.52	8.58 ± 0.77	7.56 ± 1.40	5.93 ^{b} ± 1.29	8.76 ^{a} ± 1.23	6.58 ^{b} ± 1.29
2	7.15 ^{a} ± 1.42	8.55 ± 0.51	7.69 ± 1.12	6.83 ^{ab} ± 1.69	8.50 ^{a} ± 0.69	7.25 ^{ab} ± 0.92
3	7.12 ^{a} ± 1.67	8.65 ± 0.58	8.27 ± 0.85	7.88 ^{a} ± 1.12	7.74 ^{b} ± 0.52	7.81 ^{a} ± 0.93
4	7.37 ^{a} ± 1.33	8.61 ± 0.53	7.86 ± 0.91	6.71 ^{b} ± 1.95	7.60 ^{b} ± 1.01	7.25 ^{ab} ± 0.81

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรดที่ได้จากการใช้ disodium phosphate ปริมาณต่างกันเป็น emulsifying salt

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความสามารถในการแผ่กระจาย	ความชอบรวม
Panelist	11	8.398*	1.404*	3.286*	9.380*	1.897*	2.419*
Treatment	3	6.498*	0.023	1.149	7.668*	3.607*	3.033*
Error	33	1.723	0.066	0.630	1.650	0.565	0.711

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design (ตารางที่ 4.12-4.15 และ รูปที่ 4.3) และ Randomized Complete Block Design (ตารางที่ 4.16-4.17) พบว่า ปริมาณ disodium phosphate ที่ใช้เป็น emulsifying salt ที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง และค่าสีเหลือง ($p>0.05$) แต่มีผลต่อค่าเฉลี่ย % ความชื้น และค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือ (% NaCl) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า ตัวอย่างที่เติม disodium phosphate 3 และ 4 % ของน้ำหนักลิ่มนม มีค่าเฉลี่ย % ความชื้นไม่แตกต่างกัน แต่จะมีค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือแตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่ได้จากการเติม disodium phosphate 4 % ของน้ำหนักลิ่มนม มีค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือสูงที่สุด ส่วนผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ปริมาณ disodium phosphate ที่ใช้มีผลต่อ force (แรงที่ใช้ในการแผ่กระจายตัวอย่าง) softness และ adhesiveness ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างที่ได้จากการเติม disodium phosphate 4 % ของน้ำหนักลิ่มนม มีค่าเฉลี่ย force ,ค่า softness และค่า adhesiveness สูงที่สุด แต่มีค่าเฉลี่ย softness ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่เติม disodium phosphate 3 % ของน้ำหนักลิ่มนม

สำหรับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณ disodium phosphate ที่ใช้ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้าน สี และ รสชาติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ความสามารถในการแผ่กระจาย และความชอบรวม ($p \leq 0.05$) โดยตัวอย่างที่ได้จากการเติม disodium phosphate 3 % ของน้ำหนักลิ่มนม คะแนนเฉลี่ยด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ตัวอย่างที่เติม disodium phosphate 4% ของน้ำหนักลิ่มนม มีคะแนนสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่เติม disodium phosphate 3 % ของน้ำหนักลิ่มนม

ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ได้จากการเติม disodium phosphate 3 % ของน้ำหนักลิ่มนม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย % ความชื้นต่ำ และมีค่าเฉลี่ยความสว่าง ค่าสีเหลือง ค่า softness รวมทั้งมีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูง สำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป

4.6 ศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ ประสาทสัมผัส จุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด

นำตัวอย่างที่ดีที่สุดจากข้อ 3.2.5 มาเติม potassium sorbate ในปริมาณ 1000 ppm. และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วปากกว้างที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วปิดฝาขนาด 240 c.c ที่อุณหภูมิประมาณ 10 ± 2 ^{0}C สุ่มตรวจคุณภาพตัวอย่างเริ่มต้นและหลังจากนั้นทุก 1 สัปดาห์ ประเมินผลโดย

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณเกลือ ปริมาณไขมัน ค่าสี (L, a, b) และลักษณะเนื้อสัมผัสจากการวัดด้วยเครื่อง Texture Analyser ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.18-4.21 และรูปที่ 4.4-4.5 ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.22-4.23 และผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) แสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือ ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และค่าเฉลี่ยสี (L, a, b) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	% ความชื้น	ปริมาณเกลือ^{ns} (%NaCl)	ปริมาณไขมัน^{ns} (% dry basis)	L	a	B
0	58.24^{d}±0.20	2.40±0.49	7.17±0.47	85.56^{a}±0.31	-1.34^{a}±0.19	14.15^{b}±0.10
1	58.36^{d}±0.49	2.35±0.03	7.00±0.23	85.59^{a}±0.08	-1.32^{a}±0.06	14.23^{b}±0.28
2	58.56^{d}±0.68	2.11±0.02	7.04±0.84	85.48^{ab}±0.09	-1.59^{b}±0.01	14.86^{a}±0.04
3	59.51^{cd}±1.38	2.09±0.08	7.41±1.09	85.37^{ab}±0.04	-1.23^{a}±0.05	14.88^{a}±0.31
4	60.54^{c}±0.87	2.47±0.18	7.17±0.33	85.36^{ab}±0.04	-1.38^{a}±0.03	15.06^{a}±0.23
5	61.00^{c}±1.36	2.11±0.03	7.25±0.90	85.06^{bc}±0.19	-1.90^{c}±0.10	15.24^{a}±0.05
6	62.54^{b}±1.13	2.42±0.23	7.27±0.36	85.34^{ab}±0.04	-1.37^{a}±0.12	15.24^{a}±0.05
7	66.55^{a}±0.61	2.41±0.45	7.51±0.64	84.67^{cd}±0.59	-1.74^{bc}±0.24	15.29^{a}±0.46
8	67.35^{a}±0.35	2.67±0.09	7.56±1.04	84.37^{d}±0.04	-1.59^{b}±0.01	15.43^{a}±0.61

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือ ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมัน และ ค่าเฉลี่ยสี (L, a, b) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

SOV	d.f	MS					
		% ความชื้น	ปริมาณเกลือ^{ns} (%NaCl)	ปริมาณไขมัน^{ns} (% dry basis)	L	a	b
Treatment	8	35.62*	0.12	0.12	0.54*	0.15*	0.64*
Error	18	0.78	0.06	0.52	0.06	0.01	0.09

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่า ระยะเวลาเก็บไม่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณเกลือ (%NaCl) และปริมาณไขมัน ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ($p>0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) ($p \leq 0.05$) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ความชื้นในตัวอย่างจะมากขึ้น โดยตัวอย่างที่มีอายุเก็บ 7-8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงที่สุด ซึ่งจากการสังเกตลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์พบว่า ผิวหน้ามีลักษณะเปียกชื้นทั่วและมี oil-off เกิดขึ้น เมื่อทดลองใช้ช้อนตักตัวอย่างจะมีลักษณะอ่อนนิ่มมากกว่าก่อนการเก็บรักษา ส่วนค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L) จะมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ค่าสีเหลือง (b) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.20-4.21 และรูปที่ 4.5-4.6

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ย Force , Softness, และ Adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

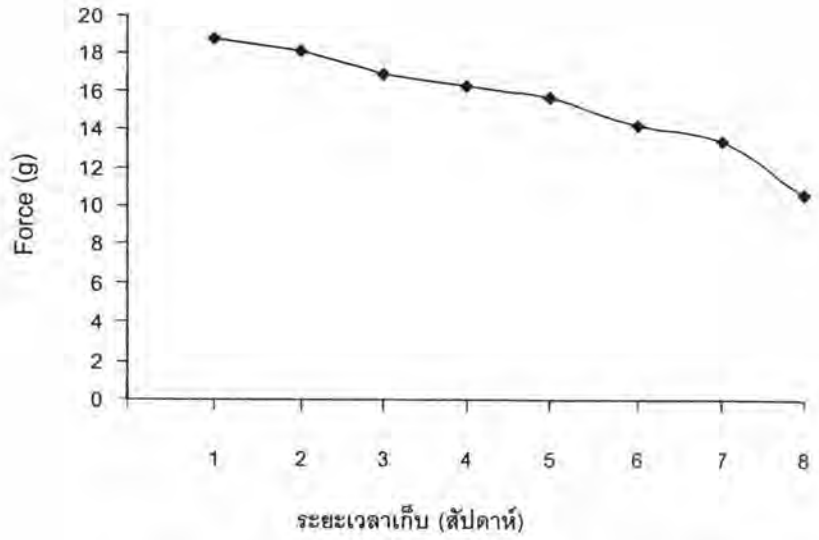
ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	Force (g)	Softness (g.s)	Adhesiveness (g.s)
0	$18.86^{a} \pm 0.99$	$135.53^{ab} \pm 1.31$	$151.02^{a} \pm 5.51$
1	$18.77^{a} \pm 0.72$	$137.95^{ab} \pm 8.91$	$137.74^{b} \pm 5.94$
2	$18.19^{a} \pm 0.86$	$131.78^{ab} \pm 6.07$	$127.66^{c} \pm 6.42$
3	$16.86^{b} \pm 0.50$	$129.22^{ab} \pm 8.14$	$121.79^{cd} \pm 1.88$
4	$16.29^{b} \pm 0.67$	$119.90^{bc} \pm 9.09$	$123.89^{cd} \pm 5.67$
5	$15.70^{b} \pm 0.59$	$125.03^{ab} \pm 7.98$	$114.74^{de} \pm 7.40$
6	$14.23^{c} \pm 0.99$	$107.52^{c} \pm 6.06$	$107.37^{e} \pm 4.26$
7	$13.41^{c} \pm 0.61$	$104.63^{c} \pm 4.37$	$96.85^{f} \pm 4.41$
8	$10.63^{d} \pm 0.48$	$78.03^{d} \pm 2.10$	$85.40^{g} \pm 2.61$

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

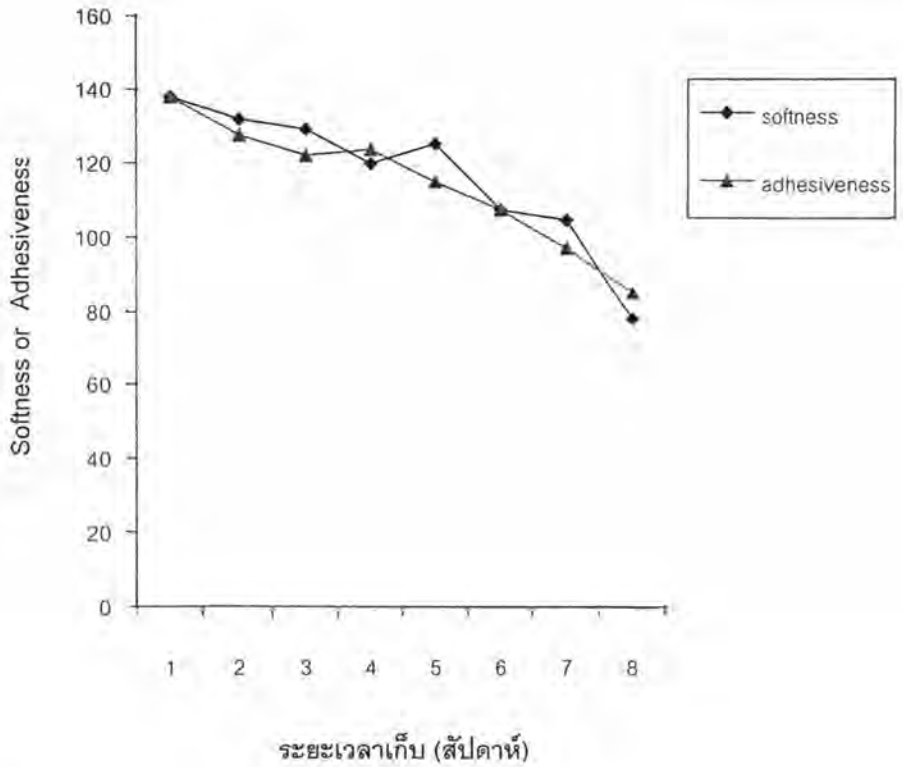
ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย Force , Softness, และ Adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

SOV	d.f.	MS		
		Force (g)	Softness (g.s)	Adhesiveness (g.s)
Treatment	8	22.55*	1107.50*	1220.16*
Error	18	0.54	74.94	34.34

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.5 ค่า Force ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน



รูปที่ 4.6 ค่า softness และค่า adhesiveness ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design พบว่า ระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อค่า force (แรงที่ใช้ในการแผ่กระจายตัวอย่าง) softness และ adhesiveness ($p \leq 0.05$) ของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า force , softness และ adhesiveness มีแนวโน้มลดลง ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.22-4.23

ตารางที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัสหรือความรู้สึกภายในปาก ความสามารถในการแผ่กระจาย (spreadability) (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน) ของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน					
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความสามารถในการแผ่กระจาย ^{ns}	ความชอบรวม
0	8.34 ± 0.56	8.71 ± 0.74	8.42^{a} ± 0.77	8.59^{a} ± 0.58	8.48 ± 0.42	8.40^{a} ± 0.66
1	7.93 ± 0.73	8.25 ± 0.64	7.88^{a} ± 0.52	8.74^{a} ± 0.77	8.63 ± 0.91	8.18^{ab} ± 0.70
2	7.91 ± 1.02	8.54 ± 0.81	7.92^{a} ± 0.56	8.52^{a} ± 0.66	8.41 ± 0.62	8.00^{abc} ± 0.63
3	7.97 ± 1.26	8.55 ± 0.66	8.22^{a} ± 0.55	8.48^{a} ± 0.60	8.52 ± 0.78	7.88^{bc} ± 0.65
4	8.22 ± 0.61	8.56 ± 0.45	8.20^{a} ± 0.78	7.99^{b} ± 0.78	8.21 ± 0.74	7.82^{bc} ± 0.88
5	8.09 ± 0.93	8.61 ± 0.61	8.00^{a} ± 0.98	7.96^{b} ± 0.76	8.07 ± 0.67	7.77^{bc} ± 0.60
6	7.53 ± 0.52	8.22 ± 0.69	7.40^{b} ± 0.45	7.61^{b} ± 0.73	7.96 ± 0.58	7.52^{c} ± 0.81

a,b ,...ตัวอักษรต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

SOV	d.f.	MS					
		ลักษณะปรากฏ ns	สี ns	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความสามารถในการแผ่กระจาย ns	ความชอบรวม
Panelist	11	1.023	1.399*	1.174*	2.083*	0.907*	1.745*
Treatment	6	0.823	0.413	1.294*	2.132*	0.751	0.999*
Error	66	0.662	0.281	0.345	0.224	0.402	0.298

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่า ระยะเวลาเก็บไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และความสามารถในการแผ่กระจาย ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าในช่วงระยะเวลา 3 สัปดาห์ มีคะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมใกล้เคียงกัน แต่ที่ระยะเวลาเก็บ 6 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ยด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาสมบัติทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยการเติม potassium sorbate (1000 ppm.) เป็นสารกันเสีย และเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ปริมาณยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด เมื่อระยะเวลาเก็บต่างกัน

ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ปริมาณยีสต์และรา
0	<300	ไม่พบ
1	<300	ไม่พบ
2	<300	ไม่พบ
3	<300	ไม่พบ
4	<300	ไม่พบ
5	<300	ไม่พบ
6	<300	ไม่พบ
7	3.5×10^{2}	ไม่พบ
8	3.7×10^{2}	ไม่พบ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บมากขึ้น โดยเริ่มตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์มากกว่า 300 โคโลนี / กรัม ที่ระยะเวลาเก็บ 7 สัปดาห์ ส่วนปริมาณยีสต์และราตรวจไม่พบตลอดระยะเวลาเก็บ 8 สัปดาห์

4.7 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสสเปรด

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย[a] (%) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น	58.65 ± 0.80
โปรตีน	10.95 ± 0.24
ไขมัน[b]	2.92 ± 0.20
เถ้า	4.13 ± 0.13
คาร์โบไฮเดรต[c]	23.35 ± 0.13

[a] ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

[b] หาโดยใช้วิธี Soxhlet

[c] หาโดยผลต่างจาก 100 %