บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบและสมบัติของน้ำนม

ได้วิเคราะห์องค์ประกอบและตรวจสอบสมบัติทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของน้ำนมที่นำมาใช้ผลิตเนยแข็งพิซซ่าหลังจากปรับมาตรฐานไขมัน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบสมบัติทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของน้ำนมที่นำมาผลิตเนยแข็งพิซซ่า

องค์ประกอบและสมบัติ	ค่าเฉลี่ย
ของแข็งทั้งหมด (%)	10.81 $\pm$ 0.03
ไขมัน %	2.0 $\pm$ 0.05
โปรตีน (%)	3.36 $\pm$ 0.02
pH	6.72 $\pm$ 0.03
M.B. Test* (ชม.)	9 $\pm$ 1

* Methylene blue reduction test

4.2 ศึกษาหาชนิดและปริมาณกรดที่เหมาะสมในการผลิตเนยแข็งพิซซ่า

4.2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด แสดงได้ดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

ชนิดของกรด	ความชื้น (%)	ไขมัน (% dry basis)	โปรตีน (%)	เกลือ (%)
Acetic acid	48.70±0.86^{d}	41.07±0.45^{bc}	23.45±0.04^{abc}	1.14±0.03^{c}
Citric acid	56.53±0.42^{a}	38.70±0.17^{f}	20.06±0.17^{a}	1.26±0.02^{a}
Hydrochloric acid	48.49±0.63^{d}	41.25±0.11^{b}	23.55±0.34^{ab}	1.11±0.02^{cd}
Lactic acid	50.62±0.59^{c}	40.56±0.36^{bc}	23.12±0.09^{c}	1.19±0.03^{b}
Malic acid	53.43±0.58^{b}	38.91±0.45^{e}	21.52±0.43^{d}	1.22±0.02^{ab}
Phosphoric acid	48.28±0.34^{d}	42.15±0.52^{a}	23.68±0.27^{a}	1.07±0.02^{d}

a, b, c,... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยกรดต่างชนิด

SOV	ค่า F จากการคำนวณ				ค่า F จากตาราง
	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	เกลือ	
ชนิดของกรด	92.82*	19.77*	138.24*	18.24*	3.11

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.2 ผลการตรวจสอบด้าน renneting time และปริมาณผลผลิตของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยการใช้กรดต่างชนิด แสดงได้ดังตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย renneting time และปริมาณผลผลิตของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิต โดยใช้กรดต่างชนิด

ชนิดของกรด	renneting time (นาที)	ปริมาณผลผลิต ns (%)
Acetic acid	3.49 ± 0.02^{c}	8.58 ± 0.16
Citric acid	4.26 ± 0.10^{a}	8.95 ± 0.22
Hydrochloric acid	3.27 ± 0.07^{d}	8.56 ± 0.17
Lactic acid	3.45 ± 0.05^{c}	8.76 ± 0.35
Malic acid	4.08 ± 0.03^{b}	8.85 ± 0.20
Phosphoric acid	3.25 ± 0.06^{d}	8.65 ± 0.18

a, b, c,... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย renneting time และปริมาณผลผลิตของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

S O V	ค่า F จากการคำนวณ		ค่า F จากตาราง
	renneting time	ปริมาณผลผลิต	
ชนิดของกรด	136.46*	1.40	3.11

*หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.3 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด แสดงได้ดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

ชนิดของกรด	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	การแยกตัวของไขมัน (ซม^2)	การหลอมละลาย (%)	
			horizontal increase	vertical decrease
Acetic acid	43.50 ± 2.35^{bc}	3.81 ± 0.04^{c}	49.61 ± 1.42^{d}	70.54 ± 0.67^{b}
Citric acid	25.23 ± 1.62^{e}	4.38 ± 0.04^{a}	69.74 ± 1.53^{a}	76.38 ± 0.97^{a}
Hydrochloric acid	45.90 ± 1.74^{ab}	3.74 ± 0.06^{c}	38.38 ± 1.58^{e}	61.45 ± 0.66^{c}
Lactic acid	42.53 ± 1.95^{c}	4.20 ± 0.04^{b}	54.26 ± 1.43^{c}	71.51 ± 0.65^{b}
Malic acid	34.20 ± 1.27^{d}	4.32 ± 0.05^{a}	65.43 ± 1.13^{b}	75.04 ± 0.45^{a}
Phosphoric acid	48.03 ± 1.15^{a}	3.42 ± 0.06^{d}	36.82 ± 1.42^{e}	55.31 ± 0.42^{d}

a, b, c,... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 8 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

S O V	ค่า F จากการคำนวณ				ค่า F จากตาราง
	ความแน่นเนื้อ	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย (สมดุลย์)		
			horizontal increase	vertical decrease	
ชนิดของกรด	181.96*	156.32*	269.74*	460.90*	3.11

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิดแสดงได้ดังตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

ชนิดของกรด	การยืดเป็นเส้น (20 คะแนน)	รสชาติ (20 คะแนน)	สี ns (10 คะแนน)	การแยกตัวของไขมัน ns (10 คะแนน)	การหลอมละลาย (25 คะแนน)	การแผ่กระจาย (20 คะแนน)	ลักษณะปรากฏทั่วไป (5 คะแนน)	คะแนนรวม (100 คะแนน)
Acetic acid	17.42 ± 0.78[a]	8.14 ± 0.69[b]	7.57 ± 0.53	7.28 ± 0.48	19.28 ± 1.60[ab]	15.14 ± 0.69[b]	4.41 ± 0.37[a]	79.00 ± 1.63[b]
Citric acid	15.42 ± 0.97[b]	7.57 ± 0.53[b]	7.14 ± 0.69	7.71 ± 0.48	19.71 ± 1.38[a]	16.28 ± 1.11[a]	1.00 ± 0.00[c]	75.14 ± 2.73[c]
Hydrochloric acid	15.28 ± 0.75[b]	7.85 ± 0.69[b]	7.42 ± 0.53	7.28 ± 0.48	18.28 ± 1.11[b]	13.28 ± 0.75[c]	3.57 ± 0.53[b]	72.00 ± 1.15[d]
Lactic acid	18.00 ± 0.81[a]	8.85 ± 0.69[a]	7.57 ± 0.78	7.57 ± 0.53	19.28 ± 0.75[ab]	16.14 ± 0.75[a]	4.28 ± 0.48[a]	81.71 ± 1.95[a]
Malic acid	16.00 ± 0.08[b]	7.71 ± 0.48[b]	7.28 ± 0.75	7.71 ± 0.48	19.57 ± 0.78[a]	16.24 ± 0.69[a]	1.00 ± 0.00[c]	75.38 ± 2.13[c]
Phosphoric acid	15.14 ± 0.69[b]	7.85 ± 0.69[b]	7.57 ± 0.53	7.14 ± 0.69	16.57 ± 0.97[e]	11.57 ± 0.76[d]	3.42 ± 0.53[b]	69.28 ± 1.79[e]

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 10 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดต่างชนิด

S O V	ค่า F จากการคำนวณ								ค่า F จากตาราง
	การยืดเป็นเส้น	รสชาติ	สี	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย	การแผ่กระ-จาย	ลักษณะปรากฏทั่วไป	คะแนนรวม	
ชนิดของกรด	15.30*	4.09*	0.63	1.46	36.69*	9.69*	108.26*	36.00*	2.36

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 3-10 จะเห็นได้ว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรด lactic มีข้อได้เปรียบมากกว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดชนิดอื่น คือ มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและคะแนนรวมสูงกว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้กรดชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และยังมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยืดเป็นเส้น, ลักษณะปรากฏทั่วไปสูงกว่าเช่นกัน แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตได้โดยใช้กรด acetic นอกจากนี้ในด้านองค์ประกอบเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตจากกรด lactic มีปริมาณความชื้นและไขมันอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ดังนั้นจึงเลือกกรด lactic เป็นตัวแทนไปศึกษาข้อต่อไป

4.3 <u>ศึกษาหาปริมาณ calcium chloride และ rennet ที่เหมาะสมในการผลิตเนยแข็งพิซซ่า</u>

ปัจจัยที่ศึกษา คือ

A = ปริมาณ calcium chloride มี 3 ระดับ คือ 0, 100 และ 200 ppm.

B = ปริมาณ rennet มี 3 ระดับ คือ 100, 150 และ 200 ppm.

นำชนิดกรดที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2 คือ กรด lactic มาศึกษาหาปริมาณ calcium chloride และ rennet ที่เหมาะสมในการผลิตเนยแข็งพิซซ่า

4.3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ calcium chloride และ rennet ปริมาณต่างกันแสดงได้ดังตารางที่ 11- 15 และรูปที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ปริมาณความชื้น (%) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	55.59±1.18	53.65±0.89	52.34±0.64	53.86±0.90[a]
100	53.69±0.55	52.55±0.67	51.73±0.70	52.65±0.64[b]
200	52.75±0.39	51.85±0.30	51.02±0.28	51.87±0.32[c]
ค่าเฉลี่ย rennet	54.0±0.70[a]	52.68±0.62[b]	51.69±0.54[c]	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 ปริมาณไขมัน (% dry basis) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	33.57±1.18	35.26±1.05	36.95±0.60	35.26±0.94[b]
100	35.25±0.73	37.82±0.77	39.15±1.47	37.40±0.99[a]
200	36.97±1.63	37.58±1.06	40.16±1.17	38.39±1.28[a]
ค่าเฉลี่ย rennet	35.26±1.18[c]	36.88±0.96[b]	38.90±1.08[a]	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 ปริมาณโปรตีน (%) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	18.92±0.88	21.08±0.88	23.89±0.85	21.29±0.87[b]
100	22.77±1.26	33.47±1.09	24.80±1.13	23.68±1.16[a]
200	23.60±1.24	24.78±1.32	25.38±1.26	24.57±1.27[a]
ค่าเฉลี่ย rennet	21.76±1.12[c]	23.11±1.09[b]	24.67±1.08[a]	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

<u>ตารางที่ 14</u> ปริมาณเกลือ (%) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

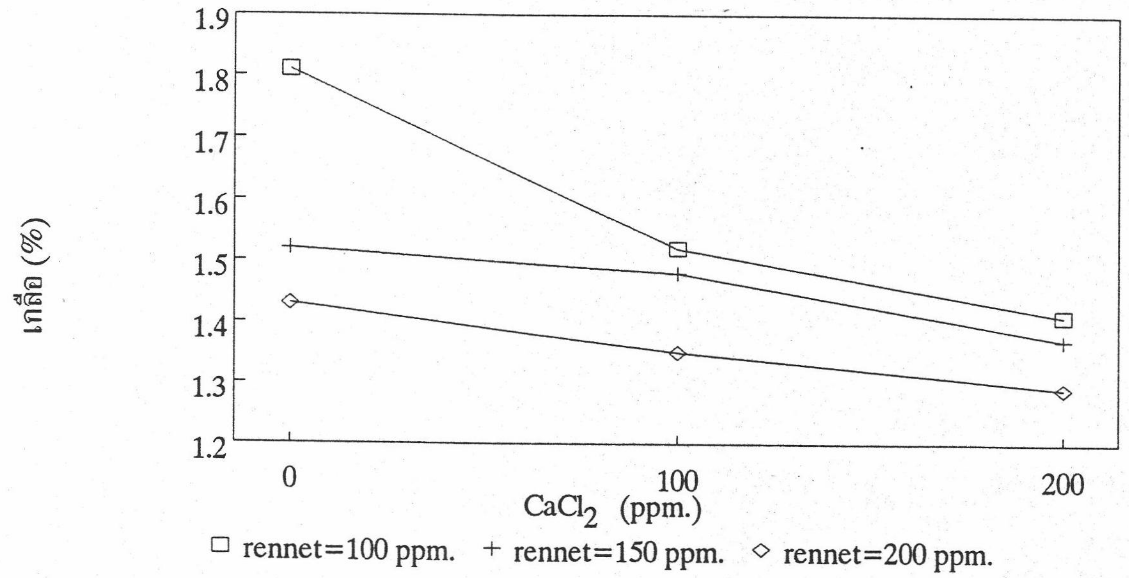
$CaCl_2$ (ppm.)	rennet (ppm.)	เกลือ (%)
0	100	1.81 ± 0.06^{a}
	150	1.52 ± 0.81^{b}
	200	1.43 ± 0.04^{cd}
100	100	1.52 ± 0.04^{b}
	150	1.48 ± 0.05^{bc}
	200	1.35 ± 0.05^{de}
200	100	1.41 ± 0.04^{cd}
	150	1.37 ± 0.06^{de}
	200	1.29 ± 0.05^{e}

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ				ค่า F จากตาราง
	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	เกลือ	
A : $CaCl_2$	19.30*	17.30*	20.62*	37.38*	3.55
B : rennet	26.03*	22.45*	15.28*	34.96*	3.55
A B	1.12	0.68	2.02	6.29*	2.93

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 3 อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อปริมาณเกลือ

4.3.2 ผลการตรวจสอบด้าน renneting time และปริมาณผลผลิตของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ calcium clhoride และ rennet ปริมาณต่างกัน แสดงได้ดังตารางที่ 16-18 และรูปที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 Renneting time (นาที) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	rennet (ppm.)	renneting time (นาที)
0	100	35.03 ± 1.54^a
	150	12.41 ± 0.07^b
	200	4.06 ± 0.06^e
100	100	10.24 ± 0.06^c
	150	8.35 ± 0.07^d
	200	3.54 ± 0.03^e
200	100	9.14 ± 0.03^d
	150	8.23 ± 0.03^d
	200	3.43 ± 0.06^e

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 ปริมาณผลผลิต (%) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$ ns
	100	150	200	
0	9.89±0.54	9.21±0.33	8.75±0.50	9.28±0.45
100	9.72±0.30	9.33±0.16	8.98±0.33	9.34±0.26
200	9.24±0.48	8.96±0.50	8.97±0.12	9.05±0.36
ค่าเฉลี่ย rennet	9.61±0.44[a]	9.16±0.33[b]	8.90±0.31[b]	

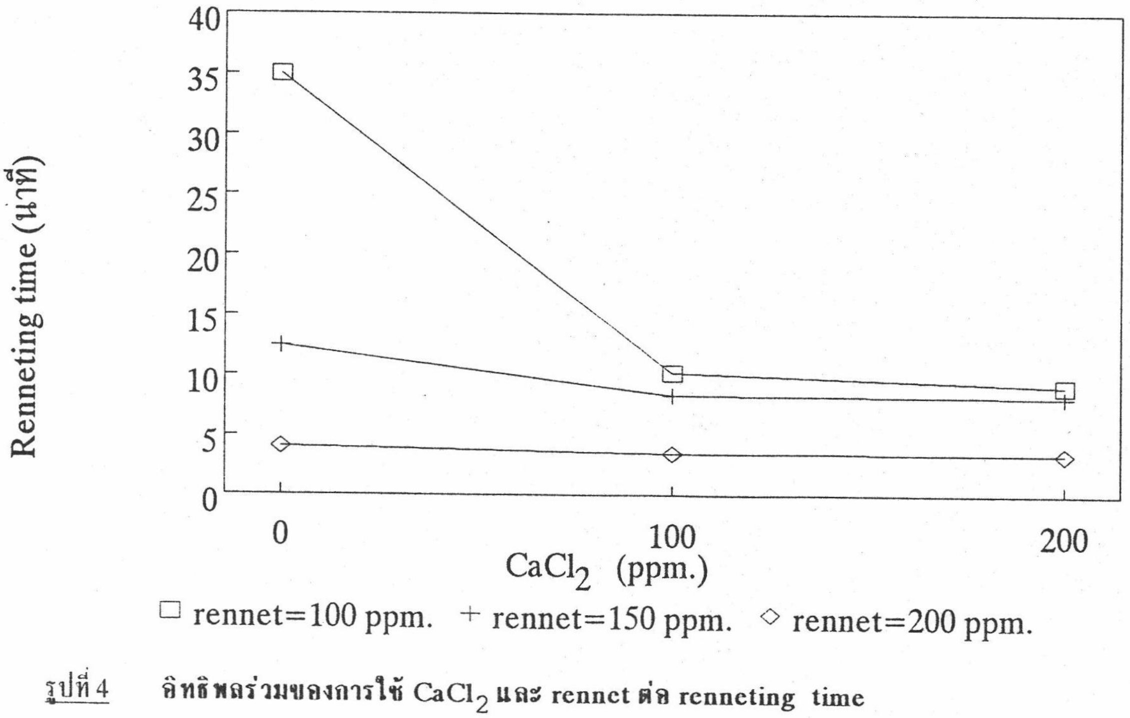
a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 18 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย renneting time และปริมาณผลผลิตของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ		ค่า F จากตาราง
	renneting time	ปริมาณผลผลิต	
A : $CaCl_2$	1128.10*	1.32	3.55
B : rennet	1780.43*	7.55*	3.55
AB	672.83*	0.95	2.93

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4 อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อ renneting time

4.3.3 ผลการตรวจสอบด้านสมบัติทางกายภาพของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตได้โดยใช้ calcium chloride และ rennet ปริมาณต่างกันแสดงได้ดังตารางที่ 19 - 22 รูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) และการแยกตัวของไขมัน (ซม^2.) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	rennet	ความแน่นเนื้อ	การแยกตัวของไขมัน
0	100	11.20 ± 1.73^{f}	4.40 ± 0.03^{a}
	150	14.80 ± 1.49^{e}	4.34 ± 0.03^{b}
	200	30.40 ± 2.26^{c}	4.25 ± 0.03^{c}
100	100	24.40 ± 2.89^{d}	4.30 ± 0.02^{bc}
	150	30.40 ± 2.46^{c}	4.24 ± 0.05^{c}
	200	36.50 ± 2.50^{ab}	3.90 ± 0.04^{d}
200	100	28.80 ± 1.57^{c}	4.28 ± 0.02^{bc}
	150	35.13 ± 1.33^{b}	3.83 ± 0.04^{d}
	200	39.16 ± 0.08^{a}	3.74 ± 0.04^{e}

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

<u>ตารางที่ 20</u> การหลอมละลาย (% horizonal increase) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย ns $CaCl_2$
	100	150	200	
0	62.50±3.21	59.70±2.84	57.16±4.64	59.78±3.56
100	58.19±4.80	57.95±2.82	55.70±3.26	57.28±3.62
200	57.80±2.97	56.10±2.42	53.76±2.14	55.88±2.51
ค่าเฉลี่ย ns rennet	59.49± 3.66	57.91±2.69	55.54±3.34	

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

i 18032461

ตารางที่ 21 การหลอมละลาย (% vertical decrease) ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

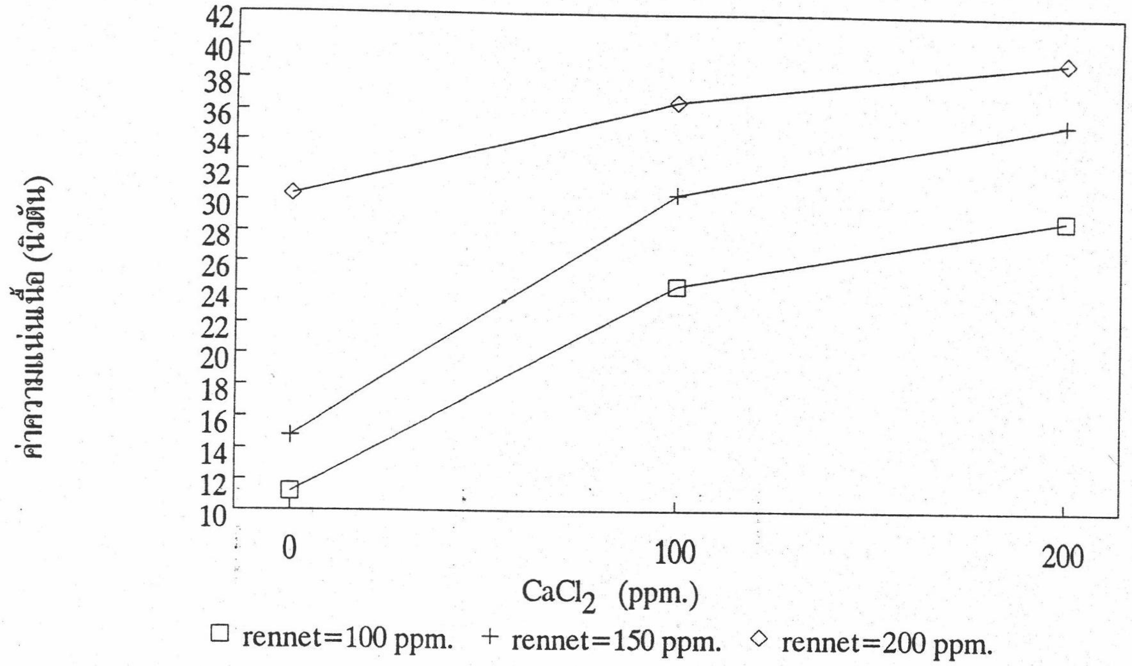
$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	73.61±3.16	72.91±2.08	71.87±1.51	72.79±2.25[a]
100	72.91±2.22	70.83±1.57	65.62±1.95	69.78±1.91[b]
200	66.66±2.37	65.62±2.27	63.71±1.32	65.33±1.98[c]
ค่าเฉลี่ย rennet	71.06±2.58[a]	69.78±1.97[a]	67.06±1.59[b]	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

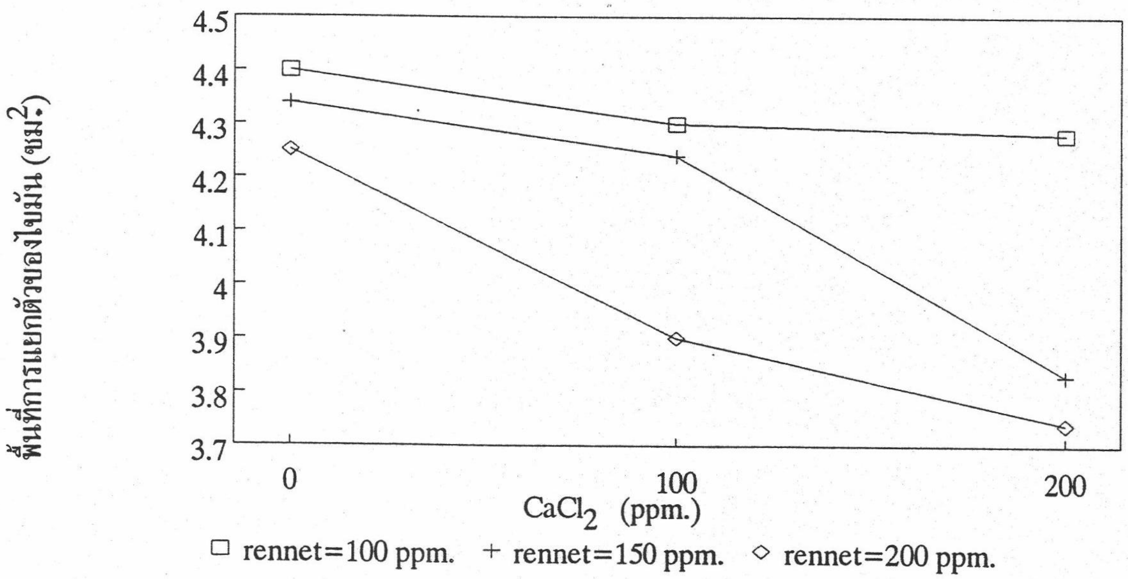
ตารางที่ 22 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมบัติทางกายภาพของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ				ค่า F จากตาราง
	ความแน่นเนื้อ	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย		
			horizontal increase	vertical decrease	
A : $CaCl_2$	147.72*	297.58*	3.13	28.27*	3.55
B : rennet	110.73*	259.60*	3.18	8.34*	3.55
A B	7.79*	49.38*	0.16	1.54	2.93

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



<u>รูปที่ 5</u> อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อค่าความแแน่นเนื้อ



<u>รูปที่ 6</u> อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อพื้นที่การแยกตัวของไขมัน

4.3.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ calcium chloride และ rennet ปริมาณต่างกัน แสดงได้ดังตารางที่ 23 - 30 รูปที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยืดเป็นเส้นของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	12.40±3.78	13.40±4.21	14.40±4.72	13.40 ± 4.23^{a}
100	13.80±2.16	14.40±2.07	15.60±2.60	14.60 ± 2.27^{a}
200	14.20±2.48	15.20±2.48	16.60±2.07	15.33 ± 2.34^{b}
ค่าเฉลี่ย rennet	13.46 ± 2.80^{b}	14.33 ± 2.92^{b}	15.53 ± 3.13^{a}	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 24 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	6.60±0.89	6.80±0.44	2.00±0.00	6.80±0.44^{c}
100	7.20±0.83	7.40±0.54	7.40±0.54	7.33±0.63^{b}
200	7.40±0.54	7.80±0.44	8.60±1.14	7.93±0.70^{a}
ค่าเฉลี่ย rennet	7.06±0.75^{b}	7.33±0.47^{ab}	7.66±0.56^{a}	

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 25 คะแนนการทดลองทางประสาทสัมผัสด้านสีและลักษณะปรากฏทั่วไปของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

$CaCl_2$ (ppm.)	rennet (ppm.)	สี (คะแนนเต็ม 10)	ลักษณะปรากฏทั่วไป (คะแนนเต็ม 5)
0	100	7.40 ± 0.54^{c}	3.80 ± 0.44^{b}
	150	7.40 ± 0.54^{c}	3.80 ± 0.44^{b}
	200	7.40 ± 0.54^{c}	3.80 ± 0.44^{b}
100	100	7.60 ± 0.54^{c}	3.80 ± 0.44^{b}
	150	4.60 ± 0.54^{c}	4.00 ± 0.00^{b}
	200	$7.80 + 0.54^{bc}$	4.00 ± 0.00^{b}
200	100	7.60 ± 0.54^{c}	3.80 ± 0.44^{b}
	150	8.20 ± 0.44^{b}	4.00 ± 0.00^{b}
	200	8.80 ± 0.44^{a}	5.00 ± 0.00^{a}

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 26 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการแยกตัวของไขมัน ของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย ns $CaCl_2$
	100	150	200	
0	8.00±0.00	8.00±0.00	8.00±0.00	8.00±0.00
100	7.80±0.44	8.20±0.44	8.40±0.54	8.13±0.47
200	7.60±0.89	8.20±0.44	8.88±0.44	8.22±0.59
ค่าเฉลี่ย rennet	7.80±0.44[b]	8.13±0.29[ab]	8.40±0.32[a]	

a, b, ... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 27 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการหลอมละลาย ของเนยแข็งพิซซ่า ที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	14.60±3.97	15.00±4.06	15.20±4.08	14.93±4.03[b]
100	15.40±1.94	16.00±1.41	17.00±2.00	16.13±1.78[ab]
200	15.60±1.81	16.60±1.81	17.60±1.81	16.60±1.81[a]
ค่าเฉลี่ย rennet ns	15.20±2.57	15.86±2.42	16.60±2.63	

a, b, ... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 28 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการแผ่กระจายของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	10.60±5.12	10.60±5.12	10.80±5.35	10.66±5.19[c]
100	12.60±3.20	13.20±3.56	13.60±4.09	13.13±3.61[b]
200	13.40±2.88	14.40±2.88	16.20±2.16	14.66±2.64[a]
ค่าเฉลี่ย rennet ns	12.60±3.38	13.13±3.35	14.40±3.20	

a, b, ... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้ง หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 29 คะแนนรวมของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของเนยแข็งพิซซ่า ที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

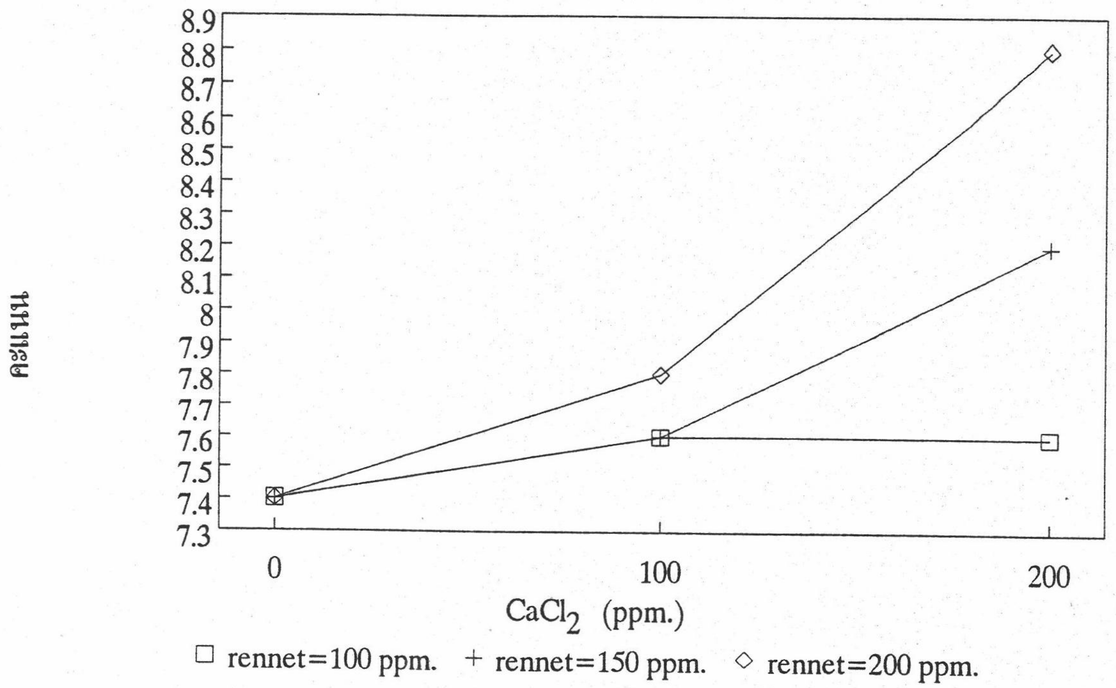
$CaCl_2$ (ppm.)	Rennet (ppm.)			ค่าเฉลี่ย $CaCl_2$
	100	150	200	
0	63.40±12.17	65.00±12.46	66.80±12.93	65.06±12.52^{c}
100	68.20±6.05	70.80±5.80	73.80±7.15	70.93±6.33^{b}
200	69.60±5.54	74.20±5.80	80.60±4.87	74.80^{a}±5.40^{a}
ค่าเฉลี่ย rennet	67.06±7.92^{b}	70.00±8.02^{b}	73.66±8.31^{a}	

a, b, c.... อักษรต่างกันของข้อมูลทั้งในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

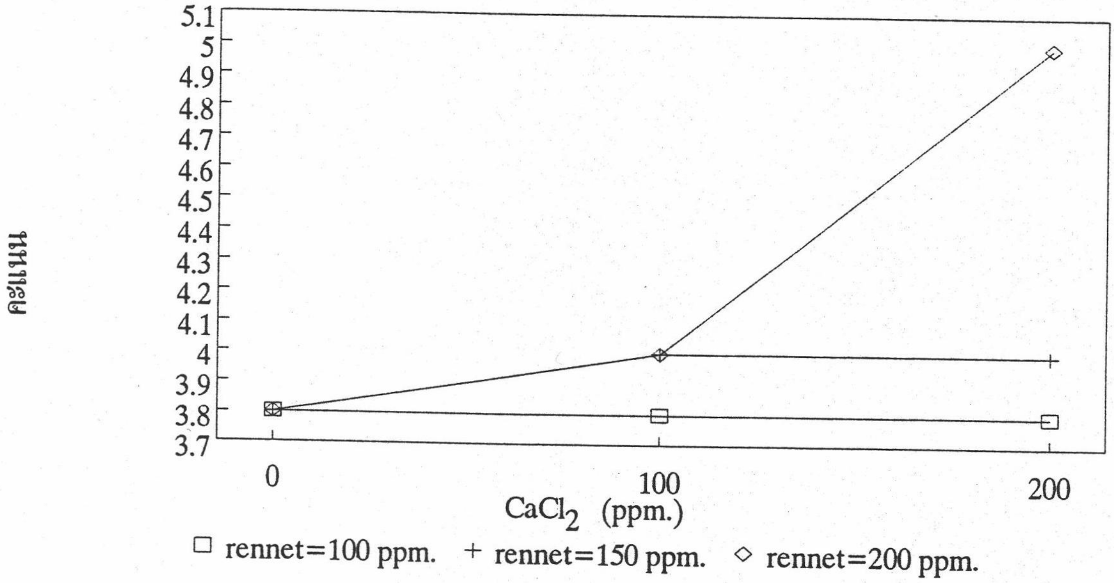
<u>ตารางที่ 30</u> ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ปริมาณต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ								ค่า F จากตาราง
	การยืดเป็นเส้น	รสชาติ	สี	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย	การแผ่กระจาย	ลักษณะปรากฏทั่วไป	คะแนนรวม	
A:$CaCl_2$	10.13*	16.38*	15.72*	0.72	4.16*	29.07*	15.60*	21.57*	3.30
B:rennet	11.45*	4.60*	5.19*	6.26*	2.76	3.21	15.60*	9.68*	3.30
AB	0.11	1.32	3.30*	2.10	0.26	1.11	11.40*	1.20	2.67

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



รูปที่ 7 อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี



รูปที่ 8 อิทธิพลร่วมของการใช้ $CaCl_2$ และ rennet ต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏทั่วไป

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 11-17 จะเห็นได้ว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ที่ระดับ 200 ppm. มีข้อได้เปรียบมากกว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ $CaCl_2$ และ rennet ระดับอื่น คือมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏทั่วไปและคะแนนรวมสูงกว่าเนยแข็งพิซซ่าที่ผลิตโดยใช้ calcium chloride และ rennet ระดับอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) รวมทั้งมีปริมาณความชื้นและไขมันอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ดังนั้น จึงเลือกใช้ $CaCl_2$ และ rennet ที่ระดับ 200 ppm. เป็นตัวแทนไปศึกษาข้อต่อไป

4.4 <u>ศึกษาหาอายุการเก็บรักษาของเนยแข็งที่ผลิตได้</u>

4.4.1 ผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของเนยแข็งพิซซ่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7 °ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน โดยใช้กรด sorbic 0.1% พ่นบริเวณผิวด้านนอกจนทั่ว แล้วปล่อยให้แห้งในบรรยากาศ 30 นาที เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อนบรรจุในถุงพลาสติกชนิด polypropylene ด้วยระบบการบรรจุแบบธรรมดา แสดงได้ดังตารางที่ 31 และ 32

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของเนยแข็งพิซซ่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	pH	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	การแยกตัวของไขมัน (ซม^2)	การหลอมละลาย (%)	
				horizontal ns increase	vertical decrease
2	5.56 $\pm$ 0.01^a	36.50 $\pm$ 0.88^b	3.57 $\pm$ 0.03^a	53.50 $\pm$ 1.14	62.10 $\pm$ 1.49^a
4	5.53 $\pm$ 0.01^b	36.90 $\pm$ 0.72^b	3.51 $\pm$ 0.02^b	53.10 $\pm$ 0.73	61.30 $\pm$ 0.95^{ab}
6	5.50 $\pm$ 0.01^c	37.50 $\pm$ 0.52^{ab}	3.47 $\pm$ 0.02^{bc}	53.80 $\pm$ 1.01	60.20 $\pm$ 0.87^{bc}
8	5.46 $\pm$ 0.01^d	37.80 $\pm$ 0.60^{ab}	3.44 $\pm$ 0.02^{cd}	52.30 $\pm$ 0.72	59.65 $\pm$ 0.78^{bc}
10	5.43 $\pm$ 0.01^e	38.70 $\pm$ 1.05^a	3.40 $\pm$ 0.03^d	51.71 $\pm$ 1.05	58.70 $\pm$ 0.45^c

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 32 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ					ค่า F จากตาราง
	pH	ความแน่นเนื้อ	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย		
				horizontal increase	vertical decrease	
ระยะเวลาการเก็บ	42.83*	3.53*	18.11*	1.39	5.70*	3.48

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.2 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะต่างกัน โดยใช้กรด sorbic 0.1% เป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์พ่นบริเวณผิวด้านนอกจนทั่ว แล้วปล่อยให้แห้งในบรรยากาศ 30 นาที ก่อนบรรจุในถุงพลาสติกชนิด polypropylene ด้วยระบบการบรรจุแบบธรรมดา แสดงได้ดังตารางที่ 33 และ 34

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ของเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	จำนวนยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)
2	5400[e]	18[c]
4	16000[d]	22[c]
6	38000[c]	28[b]
8	74000[b]	37[b]
10	156000[a]	49[a]

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 34 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจุลินทรีย์ในเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ		ค่า F จากตาราง
	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด	จำนวนยีสต์และรา	
ระยะเวลาการเก็บรักษา	313.74*	80.02*	3.11

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.4.2 ผลการตรวจทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน โดยใช้กรด sorbic 0.1% เป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์แสดงได้ดังตารางที่ 21 และ 22

ตารางที่ 35 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	การยืดเป็นเส้น (20 คะแนน)	รสชาติ (10 คะแนน)	สี (10 คะแนน)	การแยกตัวของไขมัน (10 คะแนน)	การหลอมละลาย (25 คะแนน)	การแผ่กระจาย (20 คะแนน)	ลักษณะปรากฏทั่วไป (5 คะแนน)	คะแนนรวม (100 คะแนน)
2	18.20 ± 1.09^{a}	9.35 ± 0.89^{a}	8.70 ± 0.44	8.20 ± 0.44^{a}	21.20 ± 0.44^{a}	17.40 ± 0.89^{a}	4.40 ± 0.41^{a}	86.55 ± 2.60^{a}
4	17.20 ± 1.92^{ab}	9.35 ± 0.44^{a}	8.70 ± 0.44	8.15 ± 0.89^{a}	20.20 ± 2.48^{ab}	16.20 ± 1.48^{ab}	4.20 ± 0.44^{ab}	84.00 ± 7.07^{a}
6	17.00 ± 1.73^{abc}	8.40 ± 0.89^{ab}	8.60 ± 0.54	8.00 ± 0.00^{a}	19.40 ± 1.94^{cb}	16.40 ± 2.07^{ab}	4.00 ± 0.00^{ab}	81.90 ± 7.05^{ab}
8	16.40 ± 1.94^{bc}	7.80 ± 0.83^{b}	8.60 ± 0.54	7.80 ± 0.44^{a}	18.60 ± 2.07^{c}	16.00 ± 2.34^{ab}	3.80 ± 0.44^{b}	79.60 ± 8.21^{b}
10	15.60 ± 2.19^{c}	5.40 ± 0.54^{c}	8.60 ± 0.54	7.00 ± 0.00^{b}	17.20 ± 0.83^{c}	14.80 ± 1.64^{b}	3.20 ± 0.44^{c}	71.80 ± 4.43^{a}

a, b, c... อักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 36 ค่า F ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งพิซซ่า เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-7° ซ. เป็นระยะเวลาต่างกัน

S O V	ค่า F จากการคำนวณ								ค่า F จากตาราง
	การยืดเป็นเส้น	รสชาติ	สี	การแยกตัวของไขมัน	การหลอมละลาย	การแผ่กระ-จาย	ลักษณะปรากฏทั่วไป	คะแนนรวม	
ระยะเวลาการเก็บรักษา	3.85*	21.15*	0.16	5.52*	30.21*	2.96*	6.63*	19.90*	2.87

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)