

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพคัสตาร์ดขุ่น

4.1.1 ผลของการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมคั้นรูป, pH ของส่วนผลัมและอุณหภูมิสุดท้ายของการอบที่มีต่อคุณภาพคัสตาร์ดขุ่น

ในการทดลองได้แปรตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจะมีสภาพการทดลอง 12 สภาพ เพื่อหาลำภาวะในการผลิตที่เหมาะสม ก่อนจะทำการศึกษาได้ตรวจสอบวัตถุดิบและส่วนผลัม ดังนี้คือ

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของนมผง, น้ำนมและไข่ไก่ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของน้ำนมคั้นรูปและไข่ไก่ ได้แก่ pH, ความหนืดและองค์ประกอบของสี ดังแสดงในตารางที่ 4.2

2. ตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของส่วนผลัมคัสตาร์ด ได้แก่ pH, %total Solid และองค์ประกอบของสี ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ในการทดลองได้ติดตาม, ตรวจสอบและวิเคราะห์ผลของตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

1. ติดตามความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผลัมคัสตาร์ด ซึ่งเตรียมจากน้ำนมคั้นรูปที่ให้ความร้อนเพิ่มต่างกัน, pH ของส่วนผลัมและอุณหภูมิสุดท้ายของการอบที่ต่างกัน แสดงในรูปที่ 4.1, 4.2

2. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคัสตาร์ดขุ่น แสดงในตารางที่ 4.4

3. ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดขุ่น แสดงในตารางที่ 4.5

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติของตัวแปรต่าง ๆ นี้ พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง pH ของส่วนผลัมกับอุณหภูมิสุดท้ายของการอบ ซึ่งจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการอบ ได้แสดงในรูป

ที่ 4.3 และยังพบว่า pH ของส่วนผลัมกับอุณหภูมิสุดท้ายมีผลต่อคุณสมบัติของคัสตาร์ด ได้แก่ ความนุ่มของผิวนอก, ความเรียบของผิวนอก ปรากฏการณ์ syneresis และคุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์ ได้แสดงในรูปที่ 4.4 นอกจากนี้อิทธิพลรวมทั้งสองอย่างมีผลต่อเนื้อสัมผัส (ดัชนีความแน่นและเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่แยกจากเจล) ดังรูปที่ 4.5



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันและไขไก่ที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	นมผง	น้ำมัน พาล์เจอโรล์	น้ำมัน ยู เอช ที	น้ำมัน ลัตเตอร์โลล์	น้ำมันข้นจัด ที่ปรับ% total solid เป็น 11 - 12	น้ำมันถั่วเหลือง ที่ปรับ% total solid เป็น 11 - 12	ไขไก่
acidity	0.12 [*]	0.12	0.12	0.14	0.18	0.12	-
ของแข็ง	96.40 _{+0.20}	12.13 _{+0.08}	12.21 _{+0.03}	12.16 _{+0.05}	12.70 _{+0.03}	12.80 _{+0.05}	26.36 _{+1.08}
โปรตีน	28.97 _{+0.16}	3.29 _{+0.12}	3.34 _{+0.02}	3.47 _{+0.01}	3.52 _{+0.01}	4.03 _{+0.02}	13.10 _{+0.42}
ไขมัน	26.30 _{+0.24}	3.49 _{+0.00}	3.54 _{+0.12}	3.52 _{+0.14}	3.60 _{+0.25}	3.64 _{+0.15}	11.15 _{+0.92}
แลคโทส	32.80 _{+0.00}	4.59 _{+0.00}	4.57 _{+0.00}	4.90 _{+0.00}	4.80 _{+0.35}	-	-
เถ้า	7.00 _{+0.01}	0.75 _{+0.01}	0.75 _{+0.00}	0.75 _{+0.01}	0.78 _{+0.05}	0.68 _{+0.09}	0.95 _{+0.04}
องค์ประกอบอื่น ๆ (โดยการหักลบ)	1.32	0.01	0.01	0.02	0.03	-	1.16

* ทำเป็นนมคั้นรูป ฝ TS 12%

- ไม่ได้ตรวจสอบ

ตารางที่ 4.2 ค่าของ pH , ความหนืดและองค์ประกอบของสีของน้ำนมคั้นรูป และ ไข่ไก่ทั้งฟอง ที่มีอายุต่างกัน เก็บที่อุณหภูมิห้อง

คุณสมบัติ	น้ำนมคั้นรูป	อายุของไข่ไก่ (วัน)					
		1	5	10	15	20	22
pH	6.8 ± 0.1	7.5 ± 0.2	7.7 ± 0.1	7.8 ± 0.3	8.0 ± 0.2	8.2 ± 0.1	8.3 ± 0.3
ความหนืด (เซนต์พอยล์)	12.7 ± 0.2	36.8 ± 0.3	36.5 ± 0.2	36.0 ± 0.3	35.0 ± 0.2	34.0 ± 0.3	32.0 ± 0.2
องค์ประกอบของสีของไข่ไก่ (เปอร์เซนต์)							
5Y8.7/14.6	-	35.0 ± 1.7	35.0 ± 1.8	33.7 ± 0.6	33.7 ± 0.6	33.7 ± 0.6	33.7 ± 0.6
7R5.2/16	-	39.0 ± 1.7	38.5 ± 1.7	38.7 ± 2.1	38.7 ± 2.1	38.5 ± 2.1	38.5 ± 2.1
N9.5/	-	18.7 ± 1.5	18.8 ± 1.5	20.7 ± 3.2	20.7 ± 3.2	20.9 ± 3.2	20.9 ± 3.2
N1/	-	7.3 ± 1.5	7.7 ± 1.6	7.0 ± 1.7	7.0 ± 1.7	7.0 ± 1.7	7.0 ± 1.7
องค์ประกอบของสีของน้ำนม (เปอร์เซนต์)							
N8/	0.5 ± 0.0	-	-	-	-	-	-
10YR8/6	0.5 ± 0.1	-	-	-	-	-	-
5G8/6	2.0 ± 0.1	-	-	-	-	-	-
5Y8/12	9.0 ± 0.1	-	-	-	-	-	-
N9.25/	88.0 ± 0.1	-	-	-	-	-	-

ได้ตรวจสอบคุณสมบัติของ วัตถุที่ใช้นี้ในการทดลองนี้ซึ่งได้แก่ น้ำนมคั้นรูปและ ไข่ไก่ที่มีอายุต่างกันในตารางที่ 4.2 พบว่า น้ำนมคั้นรูปมี pH 6.8 มี สีขาว ทึบแสง เมื่อตรวจสอบองค์ประกอบของสีโดยใช้ Munsell Disc Colorimeter พบว่า ประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์สีขาว, สีเขียวและสีเหลืองในปริมาณ 88.0, 2.0 และ 9.0 ตามลำดับ เนื่องจากในน้ำนมมีสารแขวนลอยคัลเซียมแคซีเนท, คัลเซียมฟอสเฟต และหยดไขมัน สารเหล่านี้เมื่ออยู่รวมกัน จะทำให้น้ำนมมีสีขาวอมเหลือง นอกจากนี้ น้ำนมยังมีเม็ดสี คือ คาโรทีน (carotene) ซึ่งจะทำให้น้ำนมมีสีอมเหลืองเล็กน้อย ไรโบฟลาวินหรือวิตามินบีสอง ทำให้สีของเวย์ของน้ำนมมีสีเหลืองเขียว (16) สำหรับ ไข่ไก่ เมื่ออายุมากขึ้น ขนาดของโพรงอากาศด้านข้างใหญ่ขึ้น เนื่องจากน้ำในไข่ระเหย ออกทางรูเปลือกไข่ ไข่แดงใหญ่ขึ้นเนื่องจากน้ำในไข่ขาวเคลื่อนเข้าไปในไข่แดงด้วยแรงดัน ออสโมซิส ดังนั้นไข่แดงไม่อยู่ตรงกลางฟอง (32) จากตารางที่ 4.2 พบว่าความเป็น ต่างจะเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ไปจากไข่ ความเป็นต่างเป็นตัวละลายเส้นใยโอโมลิวซิน ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงร่างอัมัลบูมินเหลวไว้ ภายใน ดังนั้นทำให้ไข่ขาวข้นเหลว ความหนืดจึงลดลง ไข่ที่มีอายุมากกว่า 20 วัน ไข่แดงและไข่ขาวรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ความหนืดจึงลดลงอย่างเห็นได้ชัด จึงไม่ได้ใช้ ในการทดลองนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ค่าของ pH, total solid และองค์ประกอบของสีของส่วนผลมคัลลาร์ดที่ทำจากน้ำมันดินรูปที่ 1 ความร้อนต่างกันและไฮโดรฟองที่ผายต่างกัน

คุณสมบัติที่ตรวจสอบ	ไฮโดรอายุ 1 วัน		ไฮโดรอายุ 10 วัน		ไฮโดรอายุ 20 วัน	
	A	B	A	B	A	B
pH	6.9 ± 0.1	6.9 ± 0.2	7.1 ± 0.3	7.1 ± 0.2	7.3 ± 0.1	7.3 ± 0.3
total solid (เปอร์เซ็นต์)	21.5 ± 0.5	21.2 ± 0.3	21.2 ± 0.3	21.2 ± 0.3	21.0 ± 0.0	21.0 ± 0.0
องค์ประกอบของสี (เปอร์เซ็นต์)						
N8/	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.8	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.4
10YR8/6	50.0 ± 0.0	50.0 ± 0.1	50.0 ± 0.0	50.0 ± 0.5	50.0 ± 0.0	50.0 ± 0.0
5G8/6	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3
5Y8/12	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.3
N9.25/	45.2 ± 0.3	45.2 ± 0.3	45.2 ± 0.3	45.2 ± 0.3	45.7 ± 0.6	45.7 ± 0.6

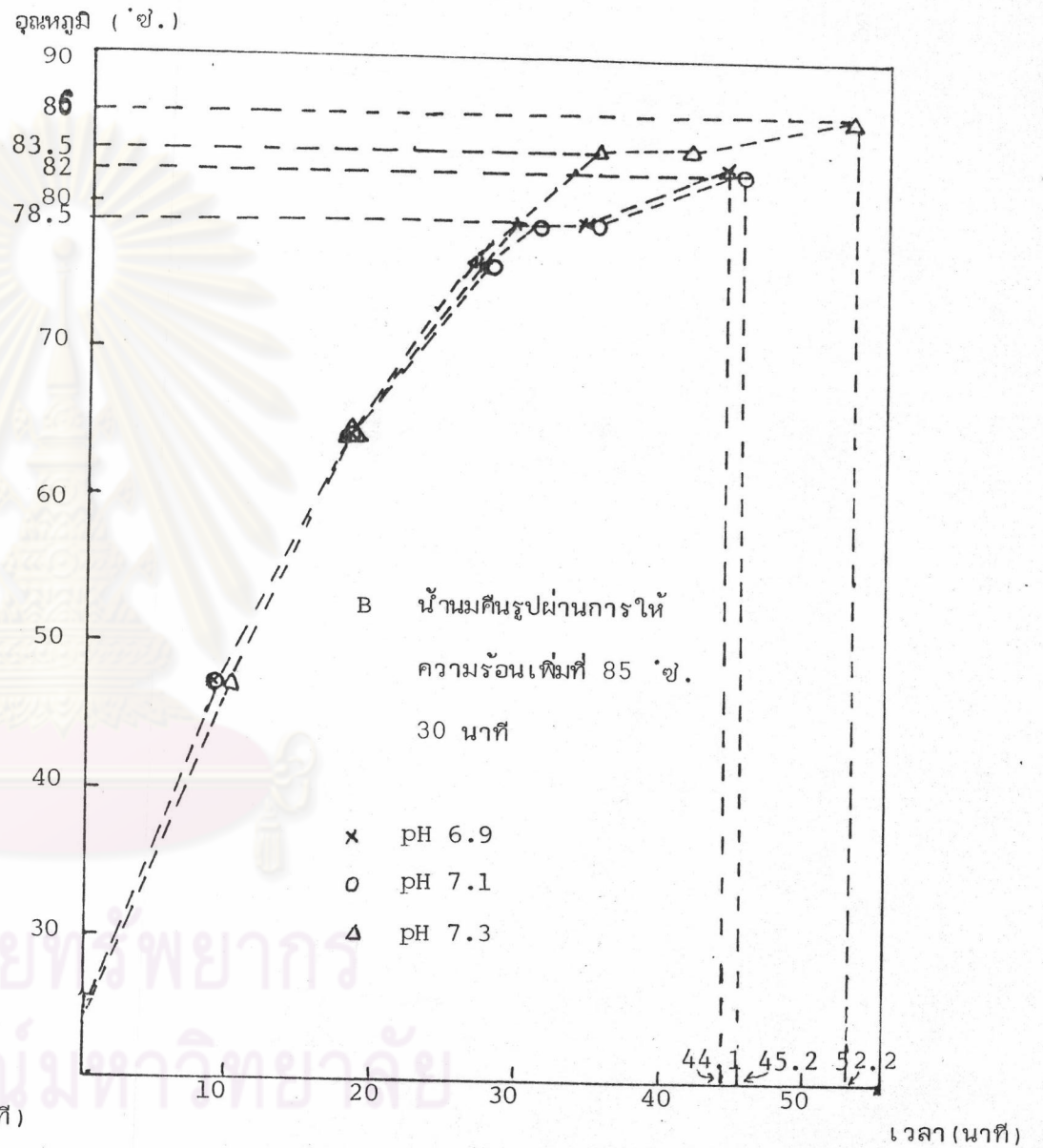
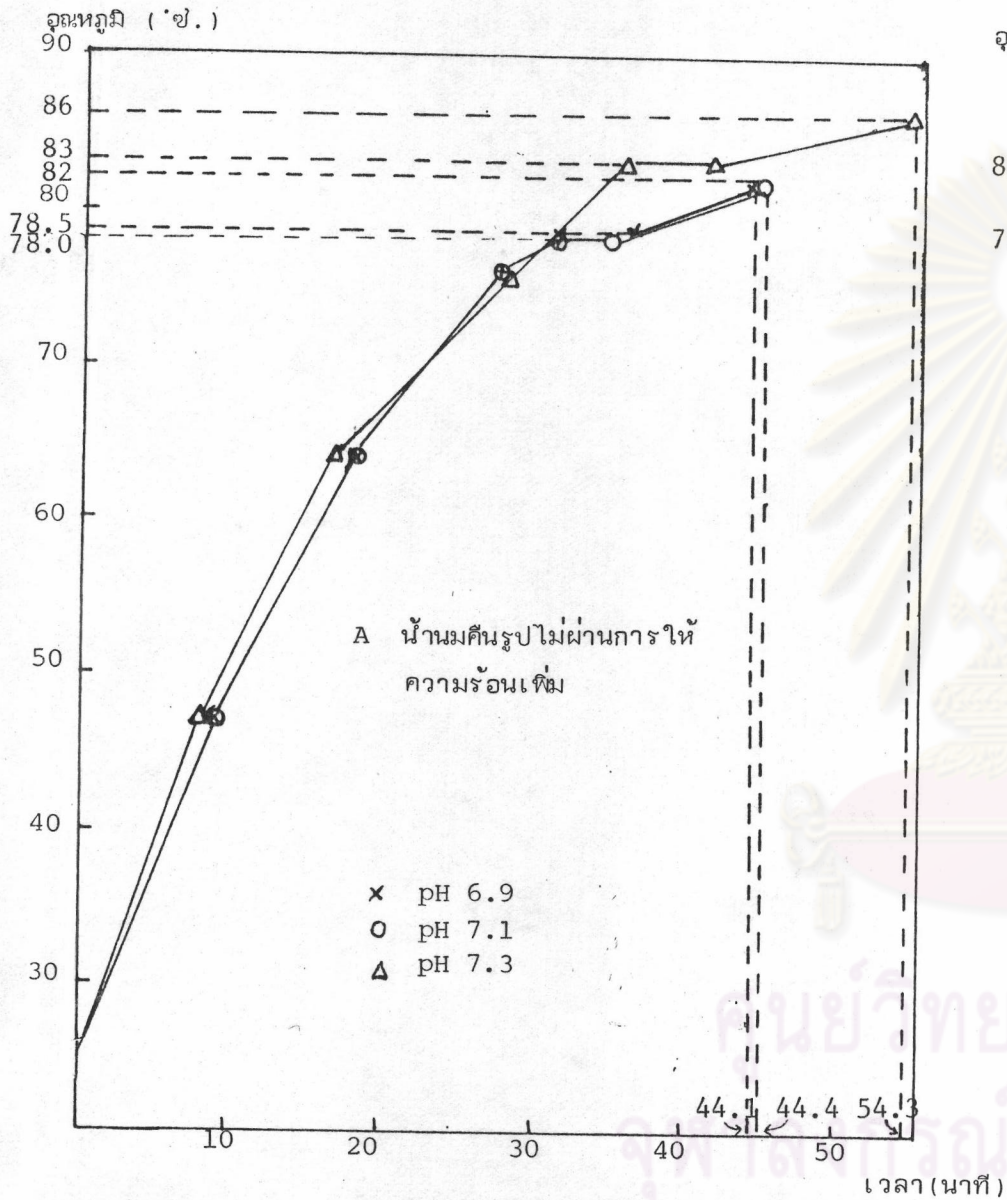
A = น้ำมันดินรูปซึ่งไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนเพิ่ม

B = น้ำมันดินรูปซึ่งผ่านการให้ความร้อนเพิ่มที่ 85 °C. 30 นาที

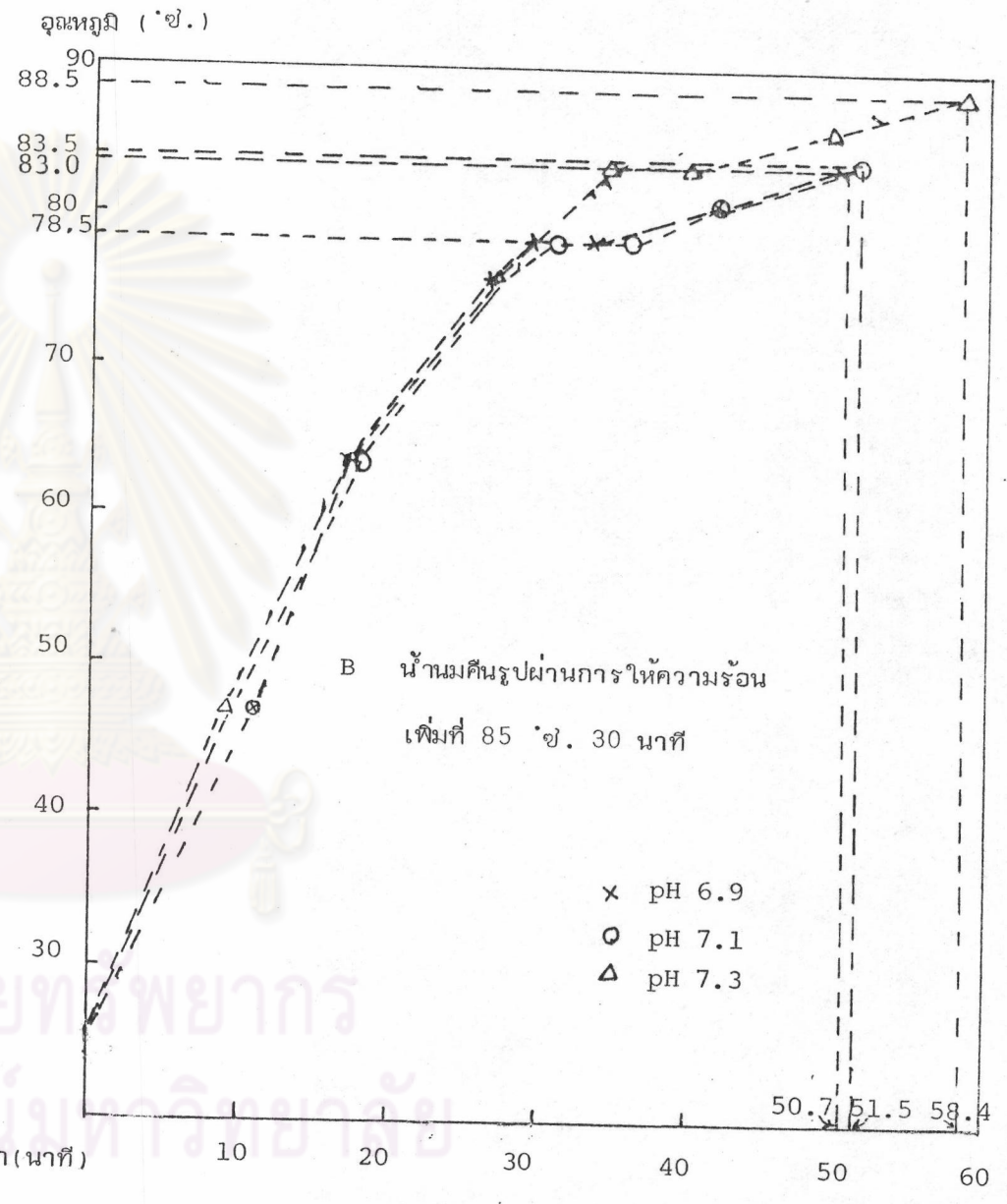
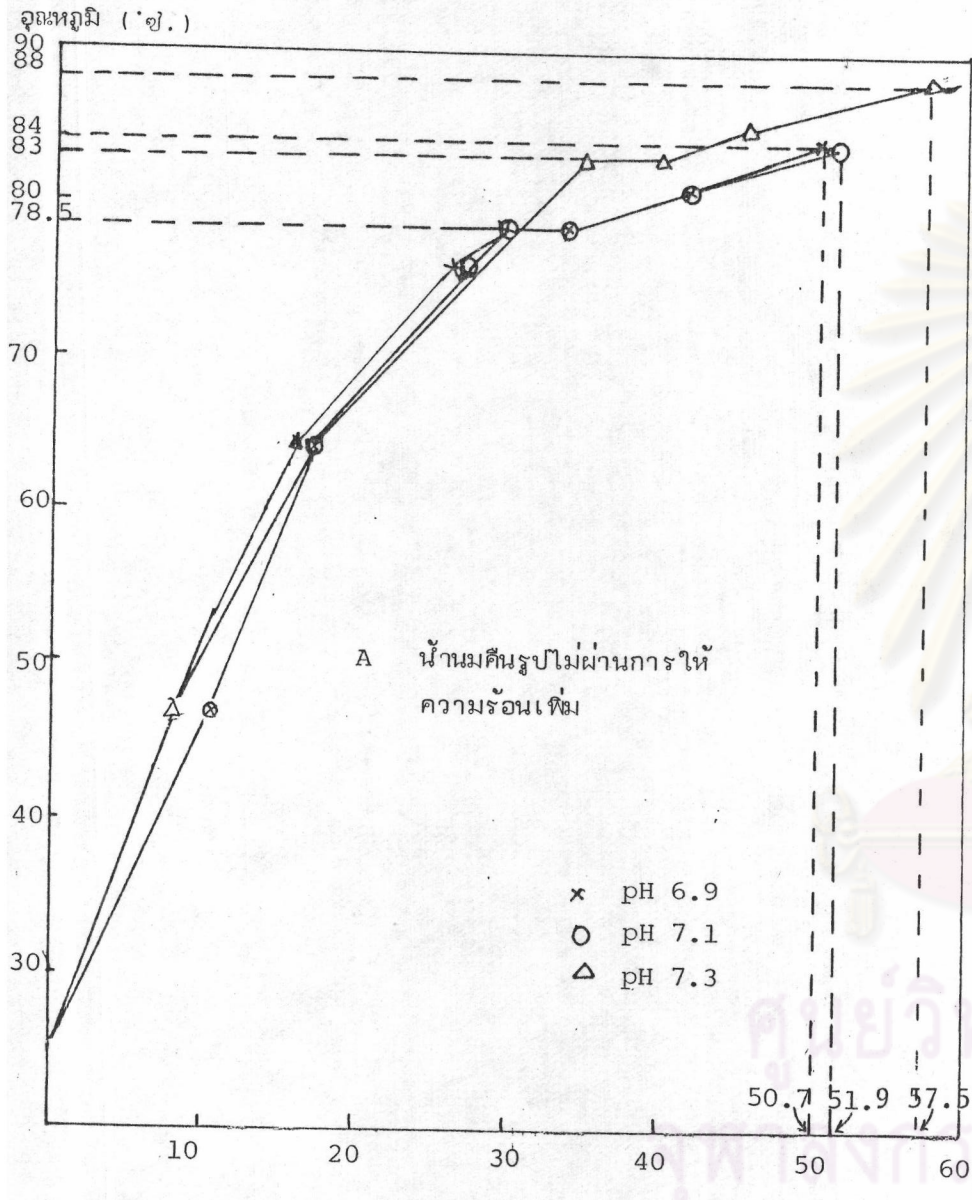
เมื่อนำส่วนผสมต่าง ๆ มาผสมกัน เพื่อเตรียมส่วนผสมของคีลัตราต์ ได้ตรวจสอบล้อยาคู่ผสมบ้างประการของส่วนผสม ในตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อเปรียบ เทียบส่วนผสมซึ่งเตรียมจากน้ำนมคั้นรูปที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนเพิ่มกับส่วนผสมซึ่งเตรียม จากน้ำนมคั้นรูปที่ผ่านการให้ความร้อนเพิ่ม พบว่า pH ของส่วนผสมไม่แตกต่างกัน ทั้งเพราะว่าการให้ความร้อนเพิ่มแก่น้ำนมที่ 85 °ซ. 30 นาที จะมีผลต่อ β -lg โดย β -lg จะเกิด complex กับ K-casein ล่ารประกอบเชิงซ้อนนี้จะป้องกันการ รวมตัวของโปรตีนเมื่อได้รับความร้อนอีก ทำให้น้ำนมมีเสถียรภาพมากขึ้น แต่จะไม่มีผล ต่อระบบเกลือ ดังนั้น pH ของน้ำนมจึงไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังพบว่า ไซที่มีอายุ ต่างกันเมื่อนำมาเตรียมส่วนผสม จะให้ pH ของส่วนผสมที่แตกต่างกัน โดยไซที่มีอายุ 1, 10, 20 วัน จะให้ pH ของส่วนผสมเป็น 6.9, 7.1 และ 7.3 ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผลัมคัสตาร์ด ที่เตรียมจากน้ํามันรูปที่ผ่านการให้ความร้อนเพิ่มต่างกัน, pH ของส่วนผลัมที่ต่างกัน และอบส่วนผลัมให้มีอุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจาก initial gelation 3 °ซ.



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผลัมคัสตาร์ด ที่เตรียมจากน้ํานมคั้นรูปที่ผ่านการให้ความร้อนเพิ่มต่างกัน, pH ของส่วนผลัมที่ต่างกันและอบส่วนผลัมให้อุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจาก initial gelation 5 °C.

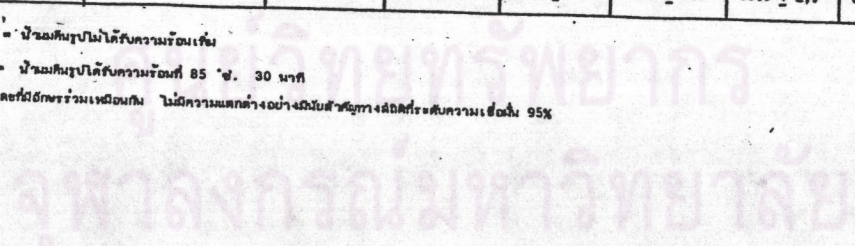
ตารางที่ 4.4 ผลของการตรวจคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุคาร์บอน ซึ่งได้จากน้ำมันรูปที่ได้รับความร้อนต่างกัน, pH ส่วนผสมและคุณสมบัติที่ปรากฏบนการอบที่ต่างกัน

ปัจจัยที่ศึกษา คุณภาพคาร์บอน	อุณหภูมิที่ห่างจากจุดเริ่มต้น ของการเกิดผลต่างกัน (°C)	pH 6.9		pH 7.1		pH 7.3	
		A	B	A	B	A	B
pH	3	7.2 ± 0.5	7.2 ± 0.5	7.3 ± 0.4	7.3 ± 0.6	7.4 ± 0.5	7.4 ± 0.5
	5	7.2 ± 1.5	7.2 ± 0.4	7.3 ± 0.6	7.3 ± 0.9	7.4 ± 0.4	7.4 ± 0.6
ดัชนีความแน่น (cm ⁻¹)	3	69.3 ± 0.4	69.7 ± 2.3	66.2 ± 0.8	68.3 ± 4.9	101.1 ± 3.2	97.8 ± 2.5
	5	130.8 ± 4.3	128.2 ± 2.9	125.4 ± 2.6	124.2 ± 4.0	108.6 ± 2.3	105.1 ± 3.3
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก จากเจล	3	0.76 ± 0.17	0.83 ± 0.14	0.96 ± 0.08	1.02 ± 0.08	2.88 ± 0.26	2.70 ± 0.23
	5	2.21 ± 0.08	2.22 ± 0.05	2.44 ± 0.09	2.41 ± 0.31	3.18 ± 0.04	3.21 ± 0.15
องค์ประกอบของปริมาณ ของผลิตภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์) NB/ 10YR/6 5GB/6 5YR/12 M9.25/	3	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.3
		11.8 ± 0.8	11.8 ± 0.8	11.8 ± 0.8	11.8 ± 0.8	11.8 ± 0.6	11.8 ± 0.6
		1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
		34.5 ± 0.5	34.5 ± 0.5	34.5 ± 0.5	34.5 ± 0.5	35.6 ± 1.7	35.6 ± 1.7
		51.4 ± 0.3	51.4 ± 0.3	51.4 ± 0.3	51.4 ± 0.3	49.8 ± 2.0	49.8 ± 2.0
	5	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2
		14.0 ± 0.0	14.0 ± 0.0	14.0 ± 0.0	14.0 ± 0.0	14.0 ± 1.0	14.0 ± 1.0
		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
		37.0 ± 1.0	37.0 ± 1.0	37.0 ± 1.0	37.0 ± 1.0	36.5 ± 1.5	36.5 ± 1.5
		46.4 ± 1.1	46.4 ± 1.1	46.4 ± 1.1	46.4 ± 1.1	46.5 ± 0.4	46.5 ± 0.4
องค์ประกอบของสีเมื่อสัมผัส ภายใน (เปอร์เซ็นต์) NB/ 10YR/6 5GB/6 5YR/12 M9.25/	3	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2
		6.7 ± 0.8	6.7 ± 0.8	6.7 ± 0.8	6.7 ± 0.8	6.7 ± 0.8	6.7 ± 0.8
		1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3
		27.6 ± 0.4	27.6 ± 0.4	27.6 ± 0.4	27.6 ± 0.4	27.6 ± 0.4	27.6 ± 0.4
		63.6 ± 1.0	63.6 ± 1.0	63.6 ± 1.0	63.6 ± 1.0	63.6 ± 1.0	63.6 ± 1.0
	5	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.2
		8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0	7.5 ± 0.0	7.5 ± 2.0	7.5 ± 2.0
		1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.7 ± 0.3	1.7 ± 0.3
		33.0 ± 0.9	33.0 ± 0.9	33.0 ± 0.9	33.5 ± 0.9	33.5 ± 3.9	33.5 ± 3.9
		56.5 ± 0.9	56.5 ± 0.9	56.5 ± 0.9	56.5 ± 0.9	60.0 ± 1.7	60.0 ± 1.7

หมายเหตุ A = น้ำมันรูปที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่ม

B = น้ำมันรูปที่ได้รับความร้อนที่ 85 °C. 30 นาที

ตัวเลขที่ต่างกันเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



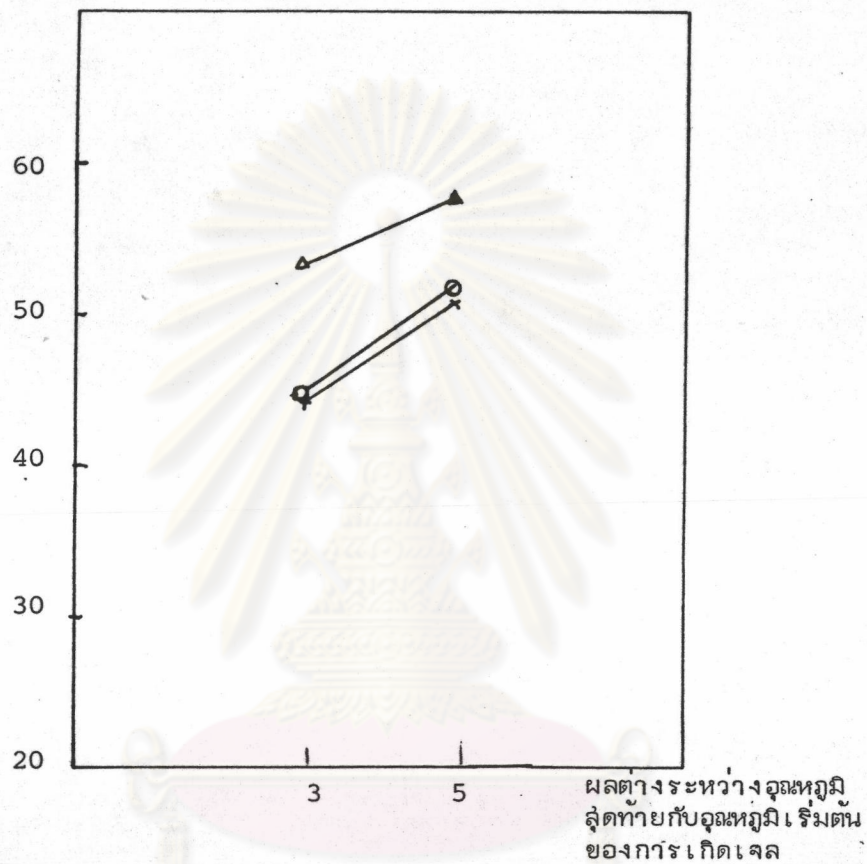
ตารางที่ 4.5 ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางประสาธน์ผลของสีน้ำตาลปิดกั้น ซึ่งทำจากน้ำนมคั้นรูปที่ไม่ได้รับความร้อนต่างกัน, pH ของส่วนผลส้มและอุณหภูมิสุดท้ายของการอบที่ต่างกัน

ปัจจัยที่ศึกษา	อุณหภูมิที่ห่างจากจุดเริ่มต้นของการเกิดเจล (°ซ.)	pH 6.9		pH 7.1		pH 7.3	
		A	B	A	B	A	B
ความนุ่มของฉนวนอก	3	4.3 ^a ± 2.5	3.5 ^a ± 1.8	3.8 ^a ± 1.0	3.1 ^a ± 1.5	2.5 ^b ± 0.8	2.8 ^b ± 0.3
	5	5.9 ^c ± 0.0	6.0 ^c ± 0.7	5.6 ^c ± 0.5	6.4 ^c ± 1.6	1.6 ^d ± 1.2	1.0 ^d ± 1.6
ความเรียบของฉนวนอก	3	4.2 ^d ± 0.8	3.9 ^d ± 1.2	3.2 ^d ± 1.9	3.7 ^d ± 0.5	2.8 ^f ± 1.3	2.3 ^f ± 1.8
	5	6.5 ^g ± 2.1	6.1 ^g ± 1.4	6.0 ^g ± 1.5	6.0 ^g ± 2.1	1.5 ^h ± 0.8	1.2 ^h ± 0.5
สีของตัวอย่าง	3	6 ⁱ .5 ± 1.3	6 ⁱ .1 ± 0.1	6 ⁱ .2 ± 0.9	6 ⁱ .8 ± 1.2	6 ⁱ .3 ± 1.6	6 ⁱ .7 ± 0.9
	5	6 ⁱ .9 ± 1.1	6 ⁱ .3 ± 1.7	6 ⁱ .6 ± 0.6	6 ⁱ .4 ± 1.5	6 ⁱ .9 ± 0.5	6 ⁱ .1 ± 0.8
กลิ่นรส	3	6 ^j .3 ± 1.5	6 ^j .9 ± 1.1	6 ^j .4 ± 1.2	6 ^j .1 ± 1.6	6 ^j .0 ± 1.0	6 ^j .7 ± 0.8
	5	5 ^j .9 ± 1.8	6 ^j .1 ± 2.3	6 ^j .3 ± 0.9	6 ^j .6 ± 0.8	6 ^j .8 ± 0.9	6 ^j .2 ± 1.5
ความแน่น	3	3 ^k .2 ± 0.9	3 ^k .8 ± 2.1	4 ^k .1 ± 0.7	3 ^k .9 ± 1.3	4 ^k .3 ± 1.5	4 ^k .5 ± 0.8
	5	6 ^l .3 ± 1.1	5 ^l .8 ± 2.3	5 ^l .5 ± 3.5	6 ^l .1 ± 1.8	5 ^l .6 ± 2.3	5 ^l .8 ± 2.5
ความเรียบของเนื้อสัมผัสภายใน	3	5 ^m .9 ± 0.1	6 ^m .3 ± 2.1	6 ^m .5 ± 1.9	6 ^m .2 ± 2.0	6 ^m .1 ± 1.5	6 ^m .4 ± 0.8
	5	6 ^m .6 ± 1.5	6 ^m .2 ± 0.6	5 ^m .8 ± 0.9	6 ^m .3 ± 1.5	6 ^m .2 ± 1.8	6 ^m .5 ± 1.4
ปรากฏการณ์การแยกน้ำ	3	4 ⁿ .5 ± 0.9	4 ⁿ .2 ± 1.6	4 ⁿ .0 ± 1.2	4 ⁿ .6 ± 0.9	3 ^p .5 ± 1.2	4 ^p .0 ± 1.1
	5	7 ^q .0 ± 0.0	6 ^q .9 ± 0.3	6 ^q .3 ± 0.8	6 ^q .8 ± 1.1	2 ^r .8 ± 2.3	3 ^r .1 ± 1.5
คุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์	3	4 ^s .2 ± 2.8	3 ^s .8 ± 0.8	3 ^s .3 ± 1.1	3 ^s .0 ± 3.1	2 ^p .9 ± 2.1	2 ^p .5 ± 0.8
	5	6 ^u .8 ± 1.4	6 ^u .2 ± 0.6	6 ^u .1 ± 1.2	6 ^u .5 ± 3.1	1 ^v .3 ± 2.0	1 ^v .8 ± 0.9



หมายเหตุ A = น้ำนมคั้นรูปที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่ม.
 B = น้ำนมคั้นรูปที่ได้รับความร้อนเพิ่มที่ 85 °ซ. 30 นาที
 ตัวอย่างที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เวลาเฉลี่ย (นาที)



X = pH 6.9

O = pH 7.1

Δ = pH 7.3

รูปที่ 4.3

อิทธิพลร่วมระหว่าง pH ของส่วนผลัมกับอุณหภูมิ

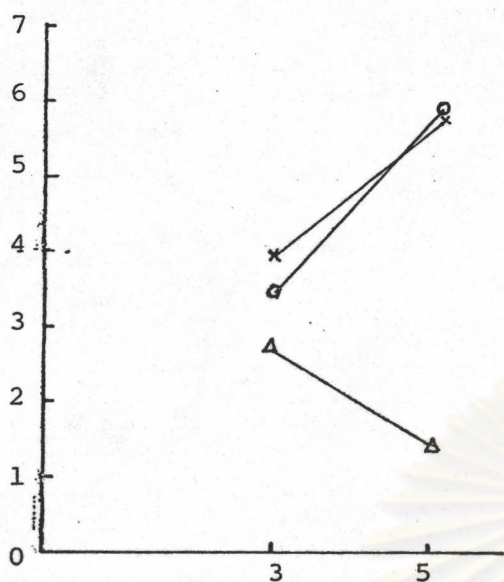
สุดท้ายของการอบที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการอบ

เมื่อแปร pH ของส่วนผลัมเป็น 6.9, 7.1, 7.3

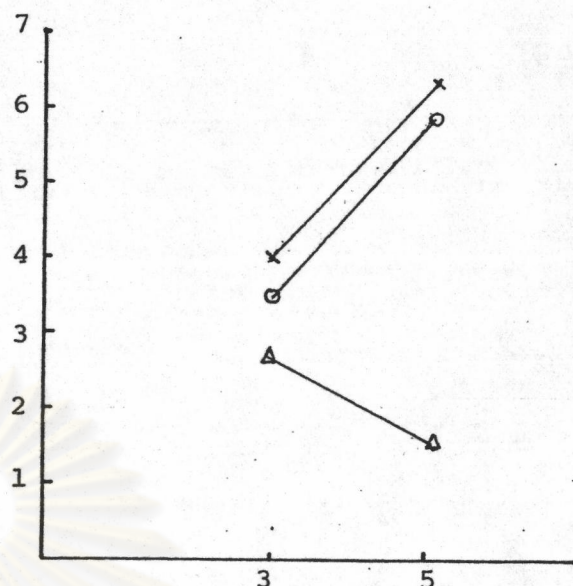
และอบส่วนผลัมให้มีอุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจาก

อุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล 3 และ 5 °ซ. ตามลำดับ

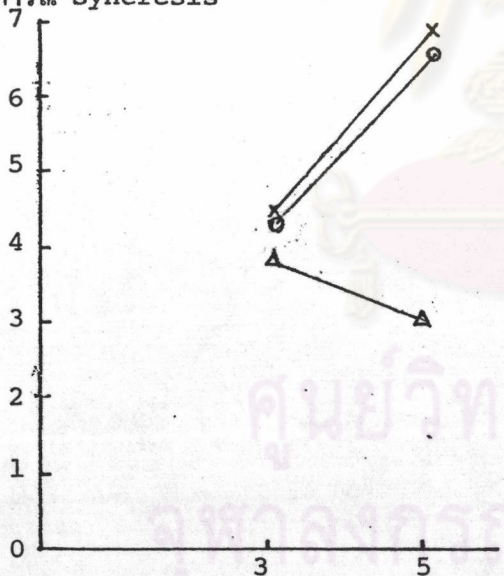
ความนุ่มของผิวนอก



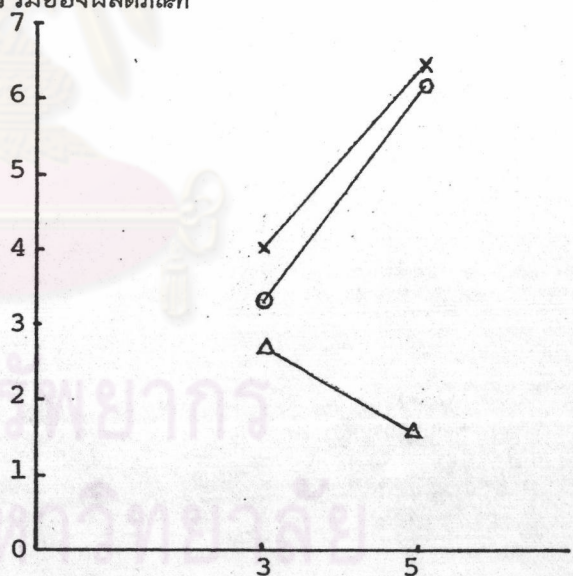
ความเรียบของผิวนอก



ปรากฏการณ์ syneresis



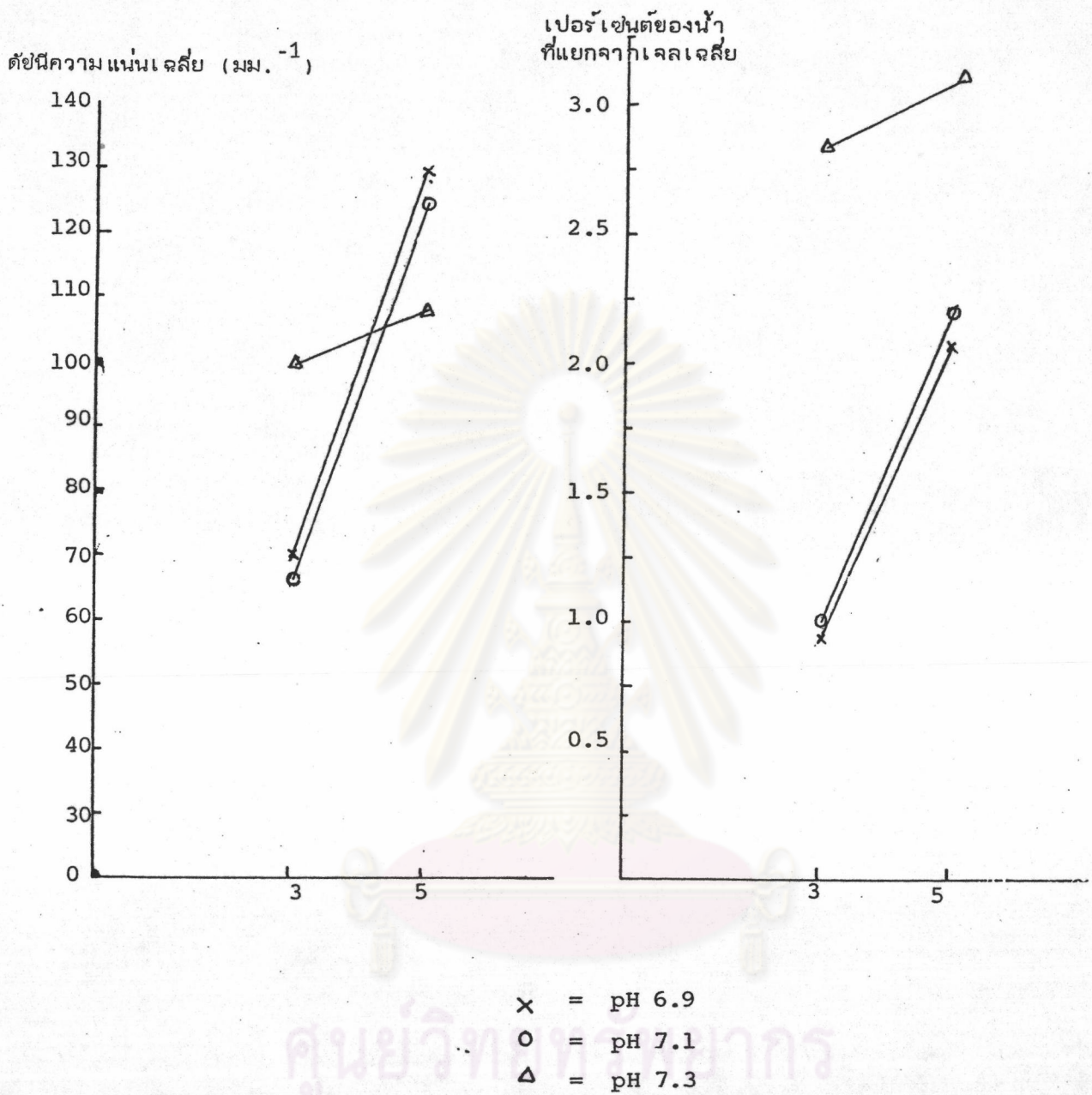
คุณภาพรวมของผลิตภัณฑ์



x = pH 6.9
 o = pH 7.1
 Δ = pH 7.3

แกน x = ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสุดท้ายและอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล
 แกน y = คะแนนเฉลี่ยของความชอบในด้านต่าง ๆ

รูปที่ 4.4 อิทธิพลร่วมระหว่าง pH ของส่วนผสมกับอุณหภูมิสุดท้ายที่มีต่อคุณลักษณะของคัสตาร์ด เมื่อแปร pH ของส่วนผสมเป็น 6.9, 7.1, และ 7.3 และอบส่วนผสมให้ถึงอุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจากอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล 3, 5 °ซ. ตามลำดับ



แกน x = ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสุดท้ายกับอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล

รูปที่ 4.5 อิทธิพลร่วมระหว่าง pH ของส่วนผลลัมกับอุณหภูมิสุดท้ายที่มีต่อเนื้อสัมผัสของคัสตาร์ด เมื่อแปร pH ของส่วนผลลัมเป็น 6.9, 7.1, 7.3 และอบส่วนผลลัมให้มีอุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจากอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล 3 และ 5 °ซ. ตามลำดับ

4.1.2 ผลของปริมาณน้ำตาลในล่วนผลม่ที่ม่ต่อคุณภาพค้ลตาร้ตข้มนดอบ

ใช้ล่ภาวะที่ล่รูปได้โนผลการทดลองที่ 4.1.1 ค้คือ ใช้น้ำนมค้นรูป PH ล่วนผลม่อยู่ในข้วง 6.9 - 7.1 ใช้เวลาอบ 50 นาที แต่ได้แปรปรมาณน้ำตาล ในล่วนผลม่เป็น 7.9, 10.0 และ 15.8% ตามล่ลำดับ ได้ตรวจล่อบค้ณล่บ้ตบ่างประการ ของล่วนผลม่ค้ลตาร้ตได้แก่ pH, total solid และองค้ประกอบของลี้ ด้งล่ดงใน ตารางที่ 4.6

ได้ตดตามและตรวจล่อบผลของตัวแปรด้งน้

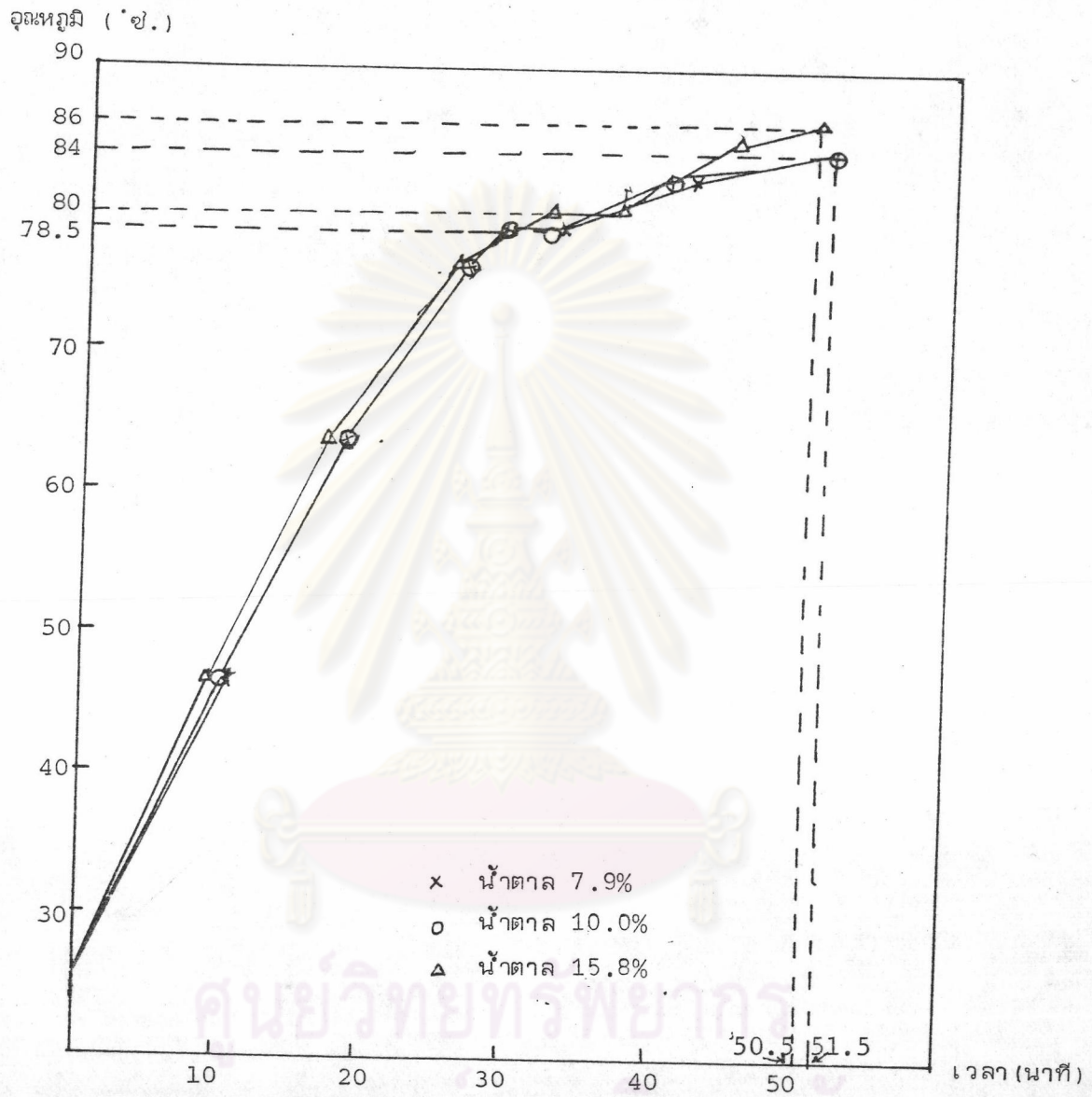
1. ในขณะอบล่วนผลม่ ได้ตดตามความล่่มพ้ันธ์ของอุณหภูมิและ เวลาในการตดข้ม ความร้อนของล่วนผลม่ค้ลตาร้ต ซึ่งเตรียมโดยใช้ปรมาณน้ำตาลในระดับต่างกัน ด้งล่ดงใน รูปที่ 4.6
2. ตรวจล่อบค้ณภาพทางกายภาพของค้ลตาร้ตข้มนดอบ ล่ดงในรูปที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.7
3. ตรวจล่อบค้ณภาพทางประล่่าทล่่มฝ้ล่ของค้ลตาร้ตข้มนดอบ ล่ดงในรูปที่ 4.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ค่าของ pH, total solid และองค์ประกอบของสีของส่วนผสม
 ศัลยศาสตร์ที่ทำโดยใช้ปริมาณน้ำตาลในระดับต่างกัน

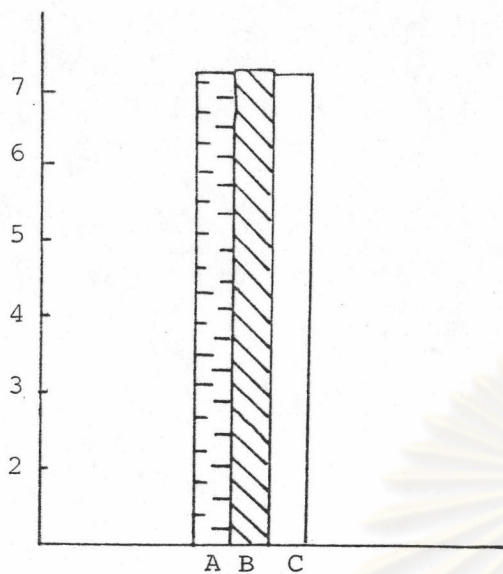
คุณสมบัติที่ตรวจสอบ	เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลในส่วนผสม		
	7.9	10	15.8
pH	6.9 ± 0.1	6.9 ± 0.1	6.9 ± 0.2
total solid (เปอร์เซ็นต์)	21.3 ± 0.5	23.0 ± 0.4	28.6 ± 0.3
องค์ประกอบของสี (เปอร์เซ็นต์)			
N8/	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
10YR8/6	49.0 ± 0.9	49.0 ± 0.9	49.0 ± 0.9
5G8/6	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
5Y8/12	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
N9.25/	46.0 ± 0.9	46.0 ± 0.9	46.0 ± 0.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

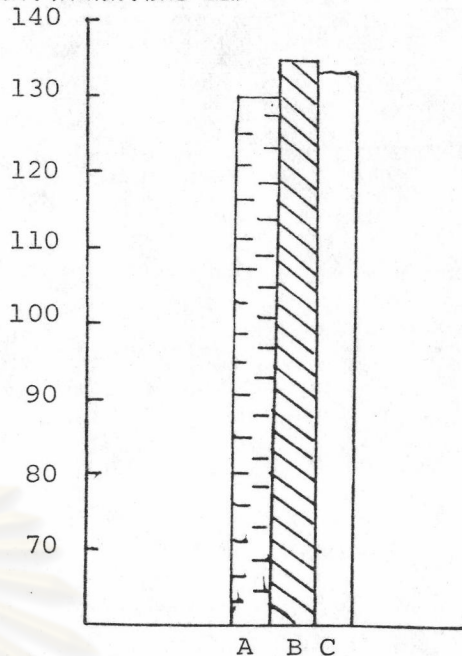


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิจาก 30 ถึง 90 องศาเซลเซียส และ เวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผลลัมส์ลัตตาร์ต ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลต่างกัน

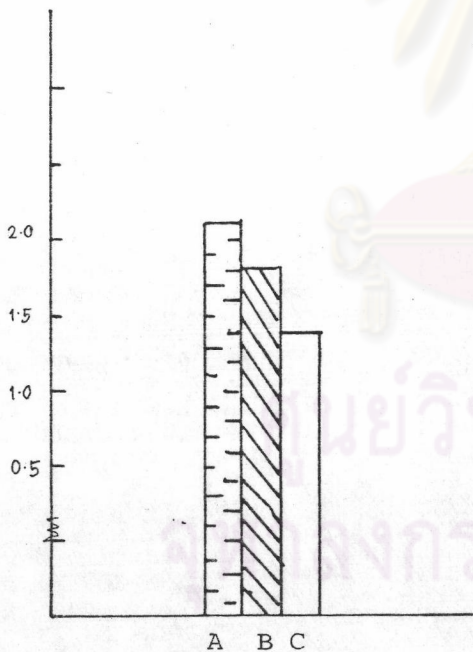
pH เฉลี่ย



ดัชนีความแน่นเฉลี่ย mm^{-1}



เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่แยกจากเจลเฉลี่ย



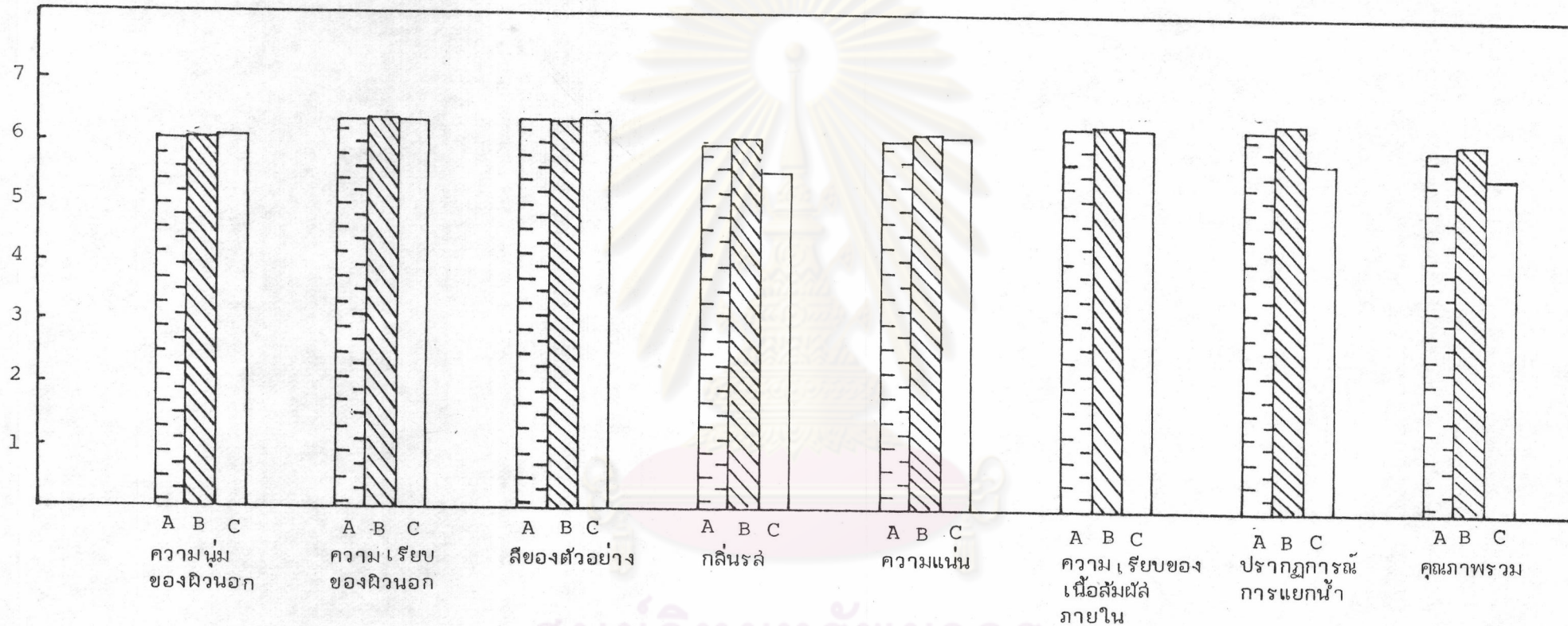
A, B, C คือ คัลตาร์ดซึ่งประกอบด้วย
น้ำตาล 7.9, 10 และ
15.8% ตามลำดับ

รูปที่ 4.7 ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคัลตาร์ดชนิดอบ ซึ่งเตรียมโดยใช้ ปริมาณน้ำตาลต่างกัน

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบของสีของ คัลล์ตาร์ตชนิดอบ ซึ่งเตรียมโดยใช้ปริมาณ
น้ำตาลในระดับต่างกัน

องค์ประกอบของสี ของคัลล์ตาร์ตชนิดอบ	เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลในคัลล์ตาร์ต		
	7.9	10.0	15.8
สีฉนวนอกของผลิตภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์)			
N8/	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3	0.6 ± 0.3
10YR8/6	13.0 ± 0.4	16.0 ± 0.4	21.0 ± 0.4
5G8/6	1.5 ± 0.4	1.5 ± 0.4	1.5 ± 0.4
5Y8/12	36.8 ± 1.7	36.8 ± 1.7	37.0 ± 2.1
N9.25/	48.1 ± 3.6	45.1 ± 3.6	39.9 ± 2.8
สีของเนื้อสัมผัสภายใน (เปอร์เซ็นต์)			
N8/	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
10YR8/6	8.0 ± 0.1	10.0 ± 0.1	15.0 ± 0.1
5G8/6	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.6 ± 0.1
5Y8/12	33.0 ± 3.6	33.0 ± 3.6	34.0 ± 3.1
N9.25/	56.5 ± 3.6	54.5 ± 3.6	48.4 ± 3.1

คะแนนเฉลี่ย



A, B, C คือคัสตาร์ดซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล 7.9, 10.0 และ 15.8%

ผลการจัดเรียงลำดับความนุ่ม : คัสตาร์ดที่ผลิตขึ้นจะมีความนุ่มตามลำดับของน้ำตาลที่ใช้ คือ 15.8% นุ่มที่สุด, 10.0% และ 7.9% นุ่มรองลงมาตามลำดับ

รูปที่ 4.8 ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดชนิดอบ ซึ่งเตรียมโดยใช้ปริมาณน้ำตาลในระดับต่างกัน

4.2 ผลของการหาประเภทน้ำนมที่เหมาะสมในการผลิตคีลลาร์ตชนิดอบ

ทดลองแปรประเภทของน้ำนมและการให้ความร้อนแก่น้ำนม และเปรียบเทียบคุณภาพของคีลลาร์ตที่ทำจากน้ำนมต่างประเภทที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและที่ได้รับความร้อนเพิ่ม เพื่อหาประเภทของน้ำนมและการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่เหมาะสมในการผลิตคีลลาร์ต จะได้ใช้เป็นข้อแนะนำในการผลิตคีลลาร์ต ลักษณะอื่น ๆ ได้กำหนดให้คงที่โดยได้ผลจากการทดลองที่ 4.1.1 คือ ได้ใช้น้ำนมคืนรูปเป็น control ไข่ไข่ที่มีอายุในช่วง 1 - 10 วัน ซึ่งจะให้ pH ส่วนผสมในช่วง 6.9 - 7.1 และอบส่วนผสมให้ อุณหภูมิสุดท้ายสูงจาก initial gelation 5 °ซ. ได้ตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของน้ำนมที่ใช้ในการทดลองได้แก่ pH, ความหนืด และองค์ประกอบของสีของน้ำนม ในตารางที่ 4.8 นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของส่วนผสมคีลลาร์ต ได้แก่ pH, total solid และองค์ประกอบของสี ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ในการทดลองได้ติดตาม, ตรวจสอบผลดังนี้

1. ในขณะอบส่วนผสมคีลลาร์ต ได้ติดตามความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผสมคีลลาร์ตที่ทำจากน้ำนมต่างประเภททั้งที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและที่ได้รับความร้อนเพิ่ม ผลแสดงในรูปที่ 4.9
2. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคีลลาร์ตชนิดอบ ผลแสดงดังรูปที่ 4.10
3. ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคีลลาร์ตชนิดอบ ผลแสดงดังรูปที่ 4.11
4. ตรวจสอบองค์ประกอบของสีของคีลลาร์ตชนิดอบ แสดงผลในตารางที่ 4.10
5. ตรวจสอบลักษณะ โครงสร้างของเจลคีลลาร์ตที่ทำจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ผลแสดงดังรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.8 ค่าของ pH, ความหนืดและองค์ประกอบของสี ของน้ำนมที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติ	น้ำนมคั้นรูป	น้ำนมพาล์เจอโรล์	น้ำนมยูเอชที	น้ำนมสเตอริไลส์	น้ำนมข้นจืดที่ปรับ % TS เป็น 11-12	น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับ % TS เป็น 11-12
pH	6.8 ± 0.1	6.8 ± 0.1	6.7 ± 0.1	6.6 ± 0.0	6.4 ± 0.0	6.8 ± 0.1
ความหนืด(เซนติพอยล์)	12.70 ± 0.17	12.73 ± 0.25	12.60 ± 0.17	12.63 ± 0.29	13.82 ± 0.25	12.60 ± 0.13
องค์ประกอบของสี (เปอร์เซ็นต์)						
N8/	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.5 ± 0.0	1.0 ± 0.1
10YR8/ 6	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	15.0 ± 0.0	23 ± 0.0	1.0 ± 0.1
5G8/ 6	2.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1
5Y8/12	9.0 ± 0.1	9.0 ± 0.1	9.0 ± 0.1	8.0 ± 0.1	8.0 ± 0.1	6.0 ± 0.1
N9.25/	88.0 ± 0.1	88.0 ± 0.1	88.0 ± 0.1	74.5 ± 0.1	66.5 ± 0.1	91.0 ± 0.1

น้ำนมที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำนมรสธรรมชาติ มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด น้ำนมแต่ละประเภทผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่แตกต่างกันคือ น้ำนมพาสเจอร์ไรส์ ผ่านการให้ความร้อนที่ 72 °ซ. 15 วินาที (24) น้ำนม ยู เอช ที ผ่านการให้ความร้อนที่ 141 °ซ. 4 วินาที (26) ส่วนน้ำนมสเตอริไลส์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำนมที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 120 °ซ. 6 นาที (27) และน้ำนมข้นจัดเป็น recombined milk ที่ทำจากนมผงขาดมันเนยชนิด high heat treatment ผ่านการให้ความร้อนที่ 120 °ซ. 10 นาที

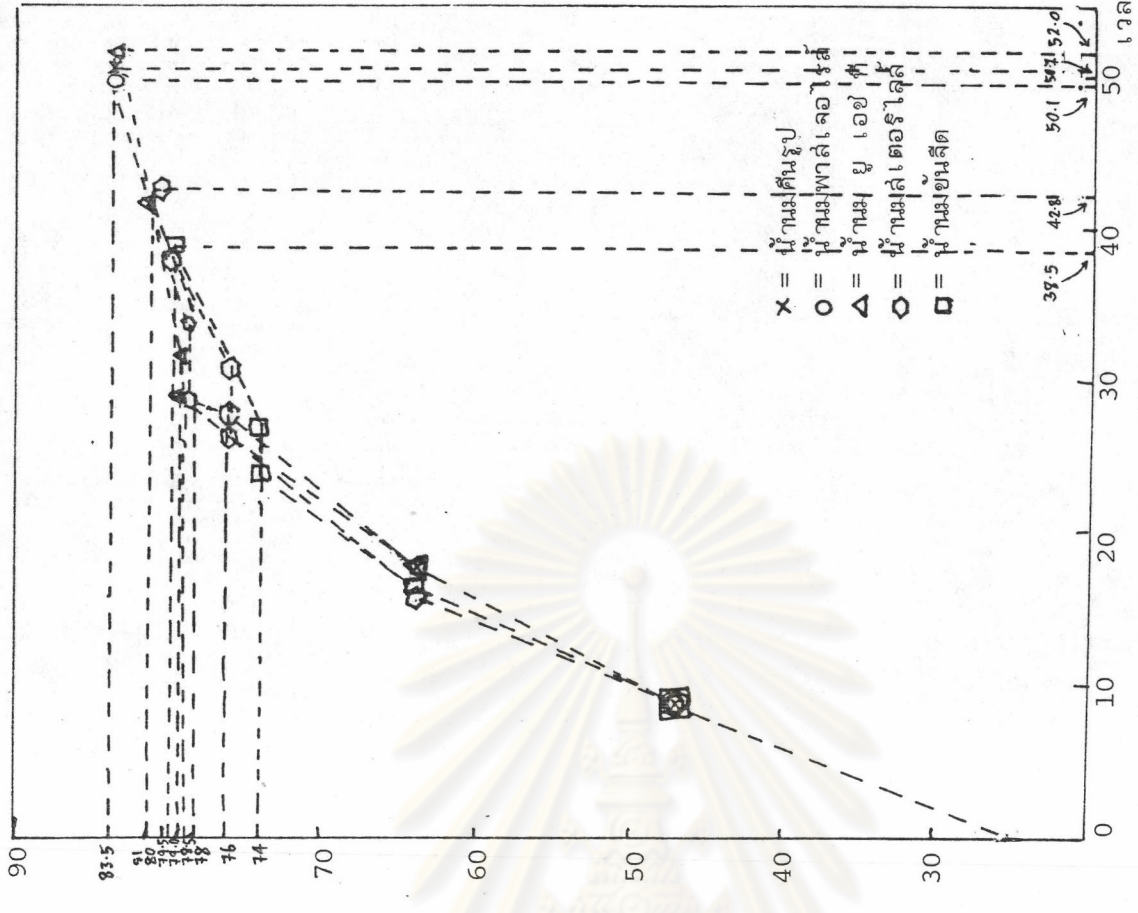
กระบวนการให้ความร้อนจะมีผลต่อ pH และสีของน้ำนมเป็นอย่างมากด้วยผลการตรวจสอบในตารางที่ 4.8 พบว่า น้ำนมสเตอริไลส์ และน้ำนมข้นจัดจะมี pH ต่ำกว่า และมีสีเข้มกว่าน้ำนมคั้นรูป, น้ำนมพาสเจอร์ไรส์และน้ำนม ยู เอช ที ซึ่งมี pH อยู่ในช่วง 6.7 - 6.8 สีของน้ำนมจะประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ลิคริม (LOYR8/6) 0.5 สำหรับน้ำนมข้นจัดจะมี pH ต่ำกว่าและมีสีเข้มกว่าน้ำนมสเตอริไลส์ โดยน้ำนมข้นจัดจะมี pH เป็น 6.4 และสีของน้ำนมจะประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ลิคริมเป็น 23.0 ในขณะที่น้ำนมสเตอริไลส์มี pH เป็น 6.6 และเปอร์เซ็นต์ลิคริมในน้ำนมเป็น 15.0 เพราะว่า น้ำนมสเตอริไลส์และน้ำนมข้นจัด เป็นน้ำนมที่ได้รับความร้อนสูง เป็นเวลานาน ความร้อนจะมีผลทำให้ระบบเกลือในน้ำนมเปลี่ยนแปลง โดยแคลเซียมฟอสเฟตในน้ำนมจะละลายได้น้อยลง ไฮโดรเจนไอออนจะถูกปล่อยออกมาดังปฏิกิริยา $3\text{Ca}^{++} + 2\text{HPO}_4^{=} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_2)_2\downarrow + 2\text{H}^+$ จึงมีผลทำให้ pH ของน้ำนมต่ำลง (16) นอกจากนี้ความร้อนจะมีผลต่อสีน้ำนมด้วย คือจะเป็นตัวช่วยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวของโปรตีนและน้ำตาลแลคโทสในน้ำนมได้สารประกอบสีน้ำตาล (18) ดังนั้นน้ำนมสเตอริไลส์และน้ำนมข้นจัดจึงมีเปอร์เซ็นต์ลิคริม (LOYR8/6) มากกว่าน้ำนมอีก 3 ประเภท

ตารางที่ 4.9 ค่าของ pH , total solid และองค์ประกอบของสีของส่วนผสมสีสารถักที่มาจากน้ำนมที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและได้รับความร้อนเพิ่ม

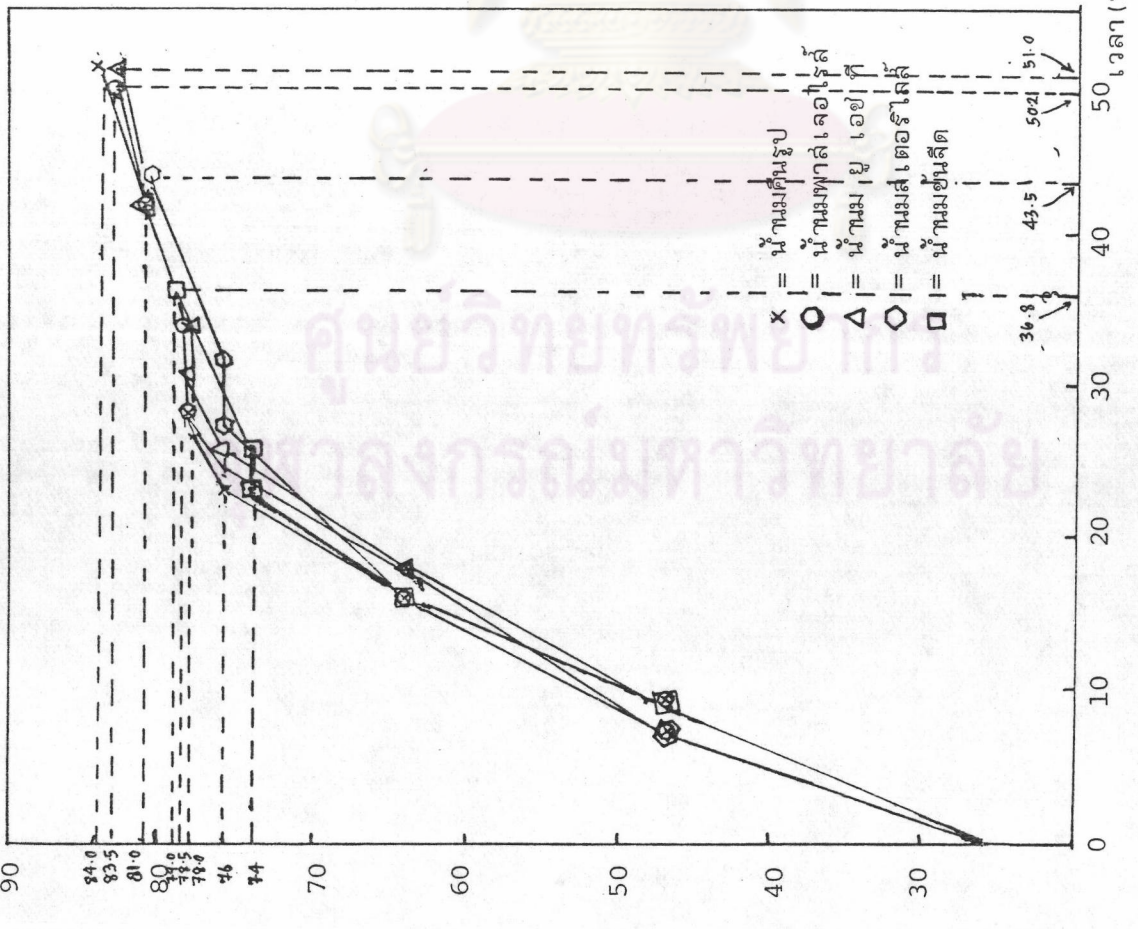
ปัจจัยที่ศึกษา คุณสมบัติที่ตรวจสอบ	การให้ความร้อนเพิ่ม แก่น้ำนมเป็นเวลา 30 นาที (°C) (B)	ประเภทของน้ำนม (A)				
		น้ำนมคืนรูป	น้ำนมพาสเจอร์ไรส์	น้ำนมยูเอชที	น้ำนมสเตอริไลส์	น้ำนมข้นจืด
pH	-	6.9 ± 0.0	6.9 ± 0.0	6.9 ± 0.0	6.7 ± 0.0	6.5 ± 0.0
	85	6.9 ± 0.0	6.9 ± 0.0	6.8 ± 0.0	6.7 ± 0.0	6.5 ± 0.0
total solid (เปอร์เซ็นต์)	-	21.0 ± 0.0	21.7 ± 0.29	22.0 ± 0.0	22.0 ± 0.0	21.3 ± 0.29
	85	21.0 ± 0.0	22.2 ± 0.29	22.0 ± 0.0	22.0 ± 0.0	21.8 ± 0.29
องค์ประกอบของสี (เปอร์เซ็นต์) N8/ 10YR8/6 5G8/6 5Y8/12 N9.25/	-	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		50.0 ± 1.0	50.0 ± 1.0	50.0 ± 1.0	55.0 ± 0.1	57.0 ± 0.0
		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0
		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.1
		45.0 ± 1.0	45.0 ± 1.0	45.0 ± 1.0	39.0 ± 0.0	37.5 ± 0.1
	85	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		50.0 ± 1.0	50.0 ± 1.0	50.0 ± 1.0	55.0 ± 1.0	57.0 ± 1.0
		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.1
		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	3.0 ± 0.0	3.0 ± 0.1
		45.0 ± 1.0	45.0 ± 1.0	45.0 ± 1.0	39.0 ± 0.0	37.5 ± 0.1

เมื่อนำน้ำนมไปผสมกับส่วนประกอบอื่น จะให้ส่วนผสมสีสารถัก ในตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าส่วนผสมสีสารถักจากน้ำนมสเตอริไลส์และน้ำนมข้นจืด จะมี pH ต่ำกว่า และสีเข้มกว่าส่วนผสมสีสารถักจากน้ำนมอีก 3 ประเภท

อุณหภูมิ (°ซ.)

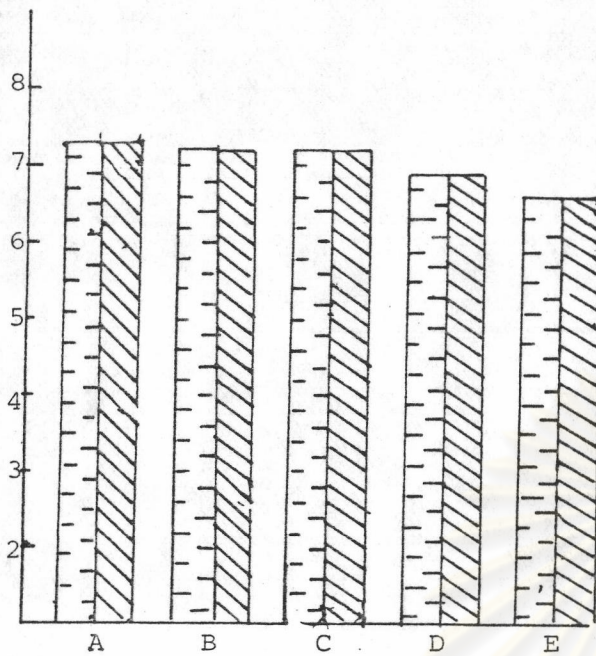


อุณหภูมิ (°ซ.)

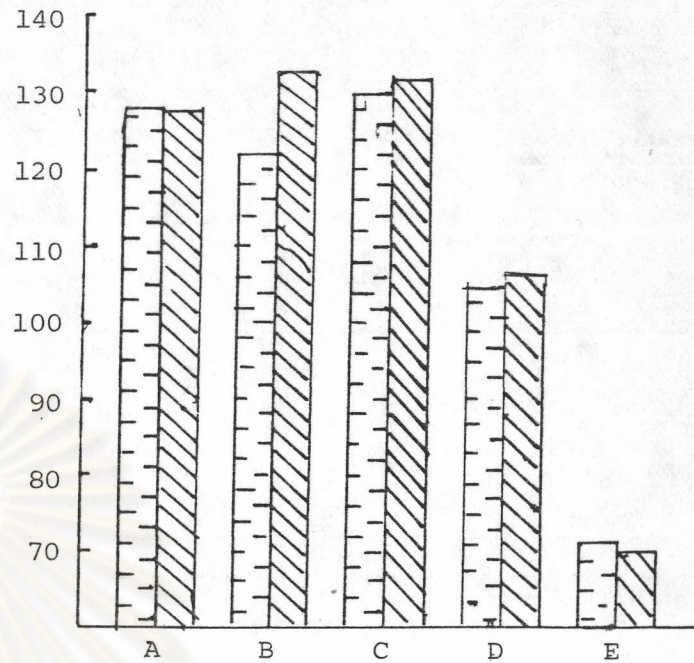


รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผสมสัลดาร์ตที่ทำจากน้ำมันต่างประเภทที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่ม และที่ได้รับความร้อนเพิ่ม

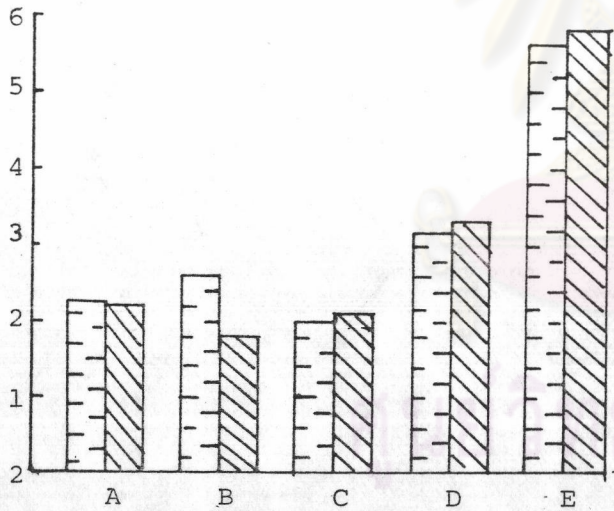
pH เจลลี่





ดัชนีความแน่น เจลลี่ (มม.⁻¹)



เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่แยกจากเจลเจลลี่

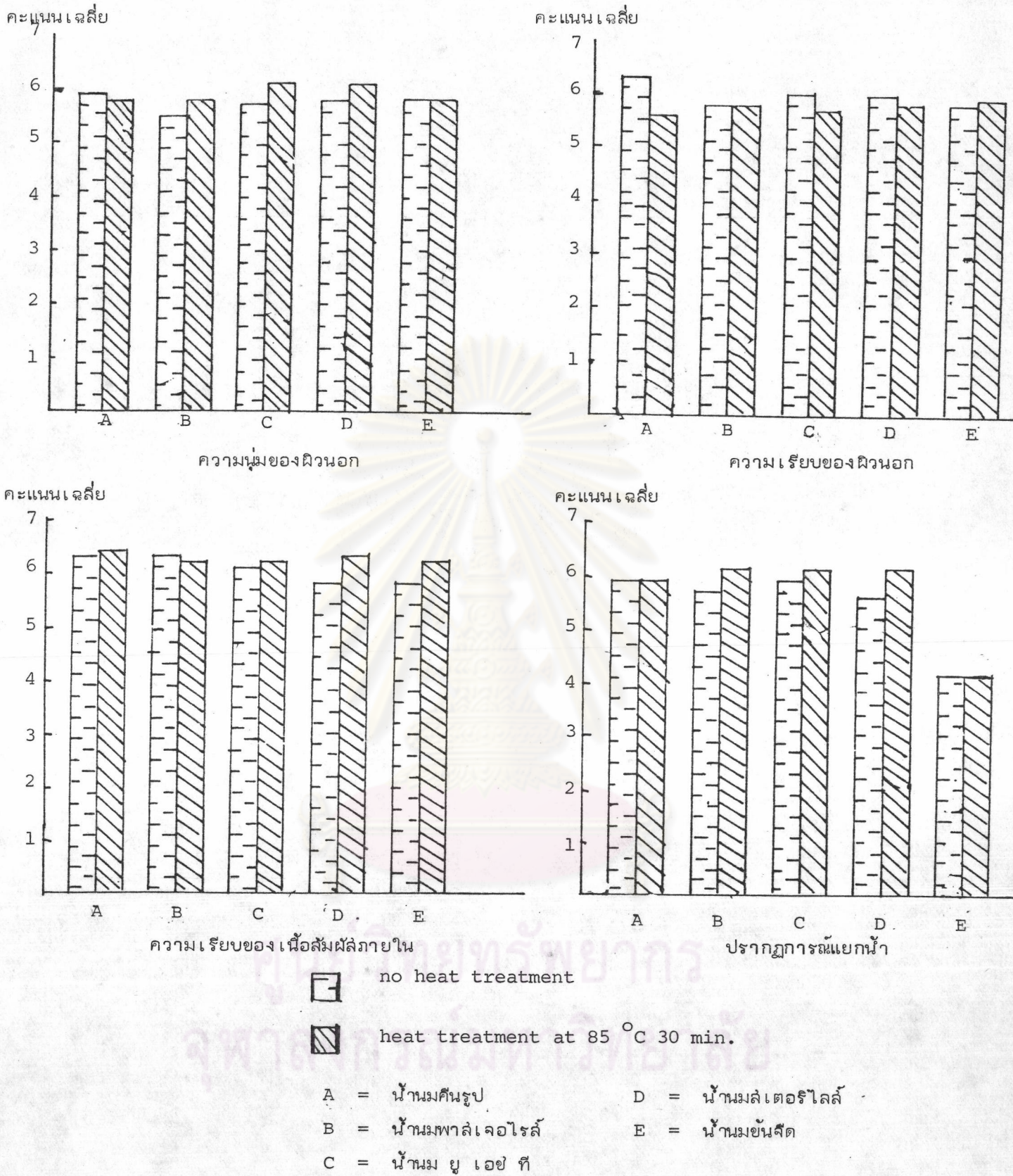


 no heat treatment
 heat treatment at 85°C 30 min.

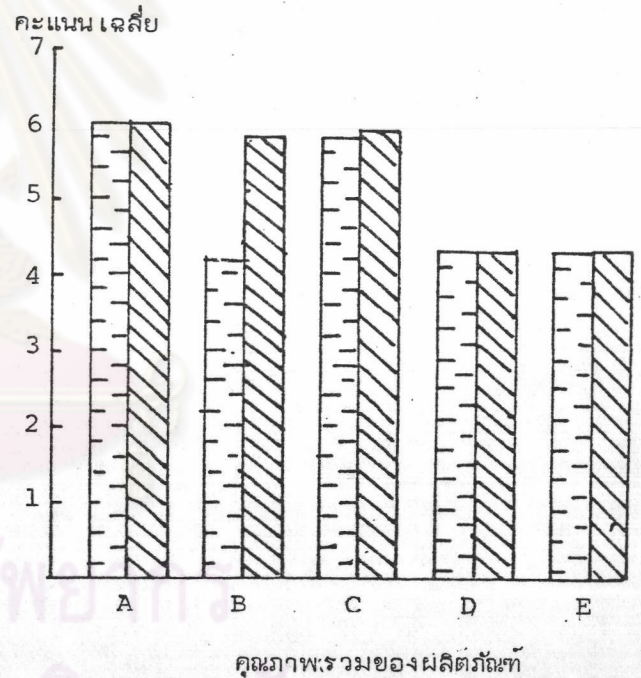
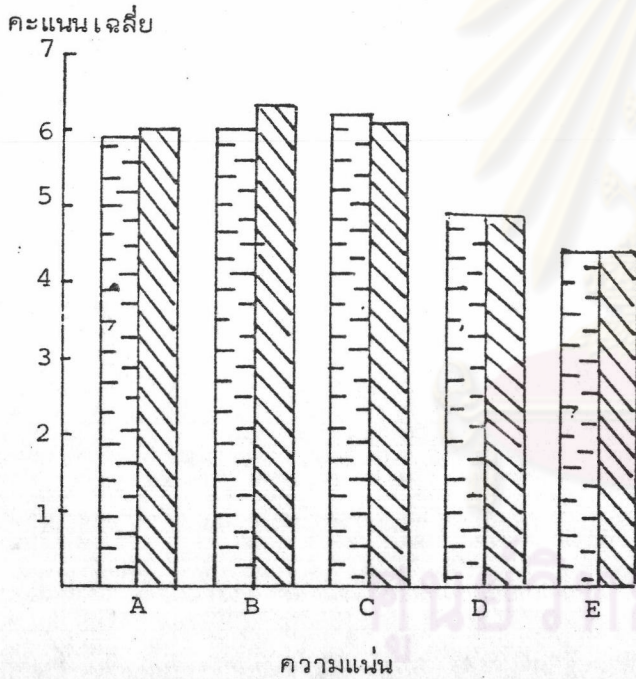
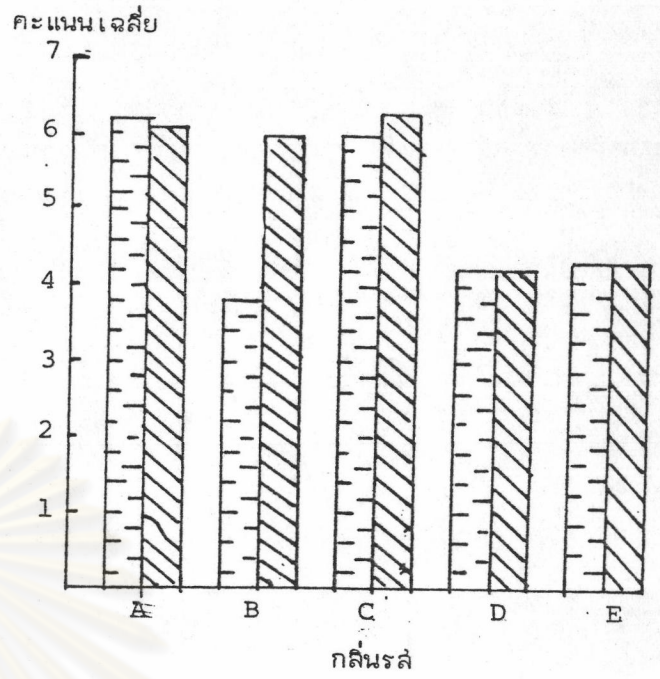
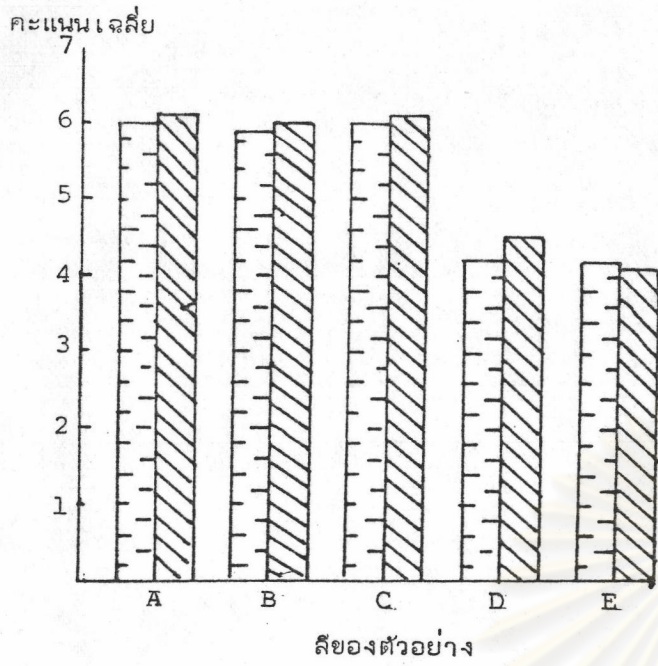
- A = น้านมคีนรูป
- B = น้านมพาสเจอร์ไรส์
- C = น้านม ยู เอช ที
- D = น้านมสเตอริไลส์
- E = น้านมข้นจืด


รูปที่ 4.10


ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคัสตาร์ดชนิดอบ ซึ่งทำจากน้านมต่างประเภท ที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและที่ได้รับความร้อนเพิ่ม



รูปที่ 4.11 ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลสตาร์ฟรุตที่ทำจากน้ํานมต่างประเภทที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและที่ได้รับความร้อนเพิ่ม



 no heat treatment

 heat treatment at 85°C 30 min.

A = น้ํานมคั้นรูป

D = น้ํานมล้ําเตอโรโลส

B = น้ํานมพาล้ําเจอโรส

E = น้ํานมข้ําจืด

C = น้ํานม ยู เอช ที

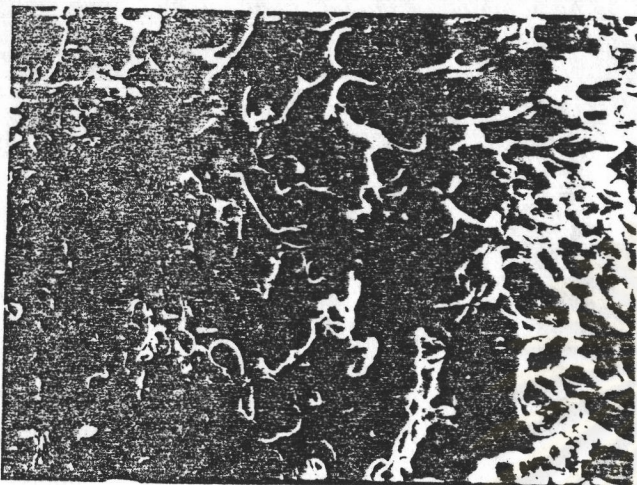
รูปที่ 4.11 (ต่อ)

ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดชนิดอบ ที่ทำจากน้ํานมต่างประเภทที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่มและที่ได้รับความร้อนเพิ่ม

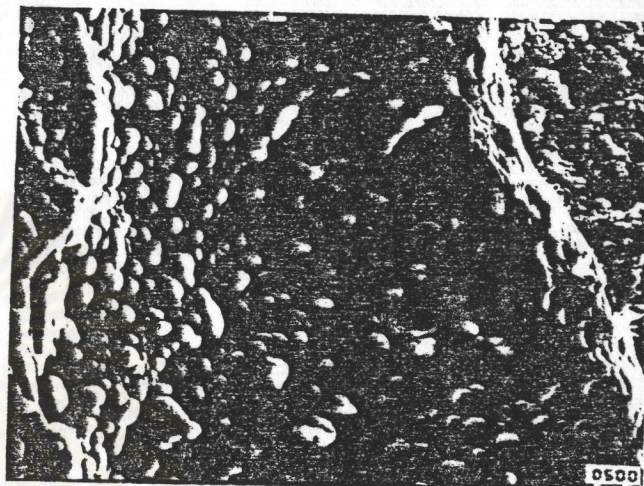
ตารางที่ 4.10 องค์ประกอบของสียของสีลิตารัตย์ติดอบ ซึ่งทำจากน้ำมันต่างประเทศที่ไม่ได้รับความร้อนเพิ่ม และ ที่ได้รับความร้อนเพิ่ม

สียของสีลิตารัตย์	การให้ความร้อนเพิ่ม แก่น้ำมันเป็นเวลา 30 นาที (°C) (B)	ประเภทของน้ำมัน (A)				
		น้ำมันกินรูป	น้ำมันพาสเจอร์ไรส์	น้ำมันยูเอชที	น้ำมันสเตอริไลส์	น้ำมันขุ่นสีด
สีดอกของผลิตภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์) NB/ 10YR8/6 5GB/6 5Y8/12 N9.25/ 85		1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		13.0 ± 0.6	12.0 ± 0.6	11.5 ± 0.4	26.0 ± 1.8	35.0 ± 1.8
		1.8 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1
		37.0 ± 2.5	37.0 ± 2.5	36.2 ± 2.5	38.0 ± 0.8	38.0 ± 0.8
		47.2 ± 2.1	48.2 ± 2.1	49.4 ± 2.8	33.0 ± 2.3	24 ± 2.3
		1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		13.0 ± 0.6	13.0 ± 0.6	11.5 ± 0.4	26.0 ± 1.8	35.0 ± 1.8
		1.8 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0
		37.0 ± 2.5	37.0 ± 2.5	36.2 ± 2.5	38.0 ± 0.8	38.0 ± 0.8
		47.2 ± 2.1	47.2 ± 2.1	49.4 ± 2.8	33.0 ± 2.3	24.0 ± 2.3
สีเนื้อภายในผลิตภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์) NB/ 10YR8/6 5GB/6 5Y8/12 N9.25/ 85		1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		8.8 ± 0.6	8.8 ± 0.6	8.8 ± 0.6	21 ± 2.8	30.0 ± 2.4
		1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0
		30.3 ± 1.3	30.3 ± 1.3	30.3 ± 1.3	31.0 ± 0.9	31.0 ± 0.0
		58.3 ± 1.8	58.3 ± 1.8	58.3 ± 1.8	45.5 ± 2.2	36.5 ± 2.4
		1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0
		8.8 ± 0.6	8.8 ± 0.6	8.8 ± 0.6	21 ± 2.8	30.0 ± 2.4
		1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0
		30.0 ± 1.3	30.3 ± 1.3	30.3 ± 1.3	31.0 ± 0.9	31.0 ± 0.0
		58.3 ± 1.8	58.3 ± 1.8	58.3 ± 1.8	45.5 ± 2.2	36.5 ± 2.4

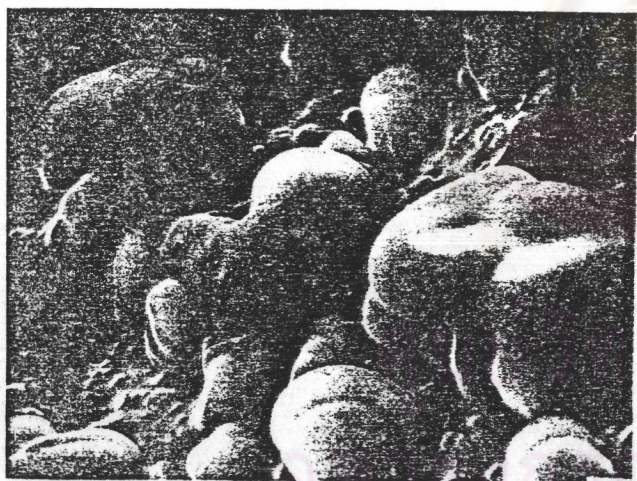
a



b



c



รูปที่ 4.12 ลักษณะโครงสร้าง
ของเซลล์สตาร์ต
จากน้ำนมพาล์เจอโรล์
ทั้งที่ไม่ผ่านและผ่านการ
ให้ความร้อนเพิ่ม

a น้ำนมไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน
เพิ่ม 500x

b น้ำนมผ่านการให้ความร้อนเพิ่มที่
85 °ซ. 30 นาที 500x

(รูป c เป็นรูปเดียวกับ b แต่
ขยาย 2000 เท่า)

4.3 ผลของการใช้น้ำนมถั่วเหลืองทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์บางส่วนในการผลิตคีลสตาร์ต

ชนิดอบ

ได้ทดลองแปรปรมาณน้ำนมถั่วเหลืองตั้งแต่ 0, 30, 40 และ 50% เพื่อหาปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ที่เหมาะสม สภาวะอื่นกำหนดให้คงที่ โดยใช้ผลจากการทดลองที่ 4.1.1 และ 4.2 ใช้น้ำนมพาสเจอร์ไรส์โดยผ่านการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นที่ 85 °ซ. 30 นาที ก่อนผสม โยที่มีอายุ 1 - 10 วัน ซึ่งจะให้ pH ของส่วนผสมคีลสตาร์ตอยู่ในช่วง 6.9 - 7.1 และอบส่วนผสมให้มีอุณหภูมิสุดท้ายของการอบสูงจาก initial gelation 5 °ซ. โดยใช้น้ำนมคั้นรูปเป็น control ได้ตรวจสอบคุณสมบัติบางประการของส่วนผสมคีลสตาร์ตจากน้ำนมผสม ได้แก่ pH, total solid และองค์ประกอบของสีของน้ำนม ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ในการทดลองได้ติดตาม, ตรวจสอบผลดังนี้

1. ในขณะอบส่วนผสมคีลสตาร์ต ได้ติดตามความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูซึมความร้อนของส่วนผสมคีลสตาร์ตที่เตรียมจากน้ำนมผสม โดยมีส่วนผสมคีลสตาร์ตจากน้ำนมคั้นรูปเป็น control ผลแสดงในรูปที่ 4.13
2. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคีลสตาร์ตชนิดอบจากน้ำนมผสม แสดงในรูปที่ 4.14
3. ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคีลสตาร์ตชนิดอบจากน้ำนมผสม แสดงในรูปที่ 4.15
4. ตรวจสอบองค์ประกอบของสีของคีลสตาร์ตชนิดอบจากน้ำนมผสม แสดงในตารางที่ 4.12
5. ตรวจสอบลักษณะโครงสร้างของเจลคีลสตาร์ตจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ผสมน้ำนมถั่วเหลือง 30% แสดงในรูปที่ 4.16

ตารางที่ 4.11 ค่าของ pH, total solid, องค์ประกอบของสีของส่วนผลมคัลตาร์ดที่ทำจากน้ำนมผสม ระหว่างน้ำนมพาสเจอร์ไรส์กับน้ำนมถั่วเหลือง

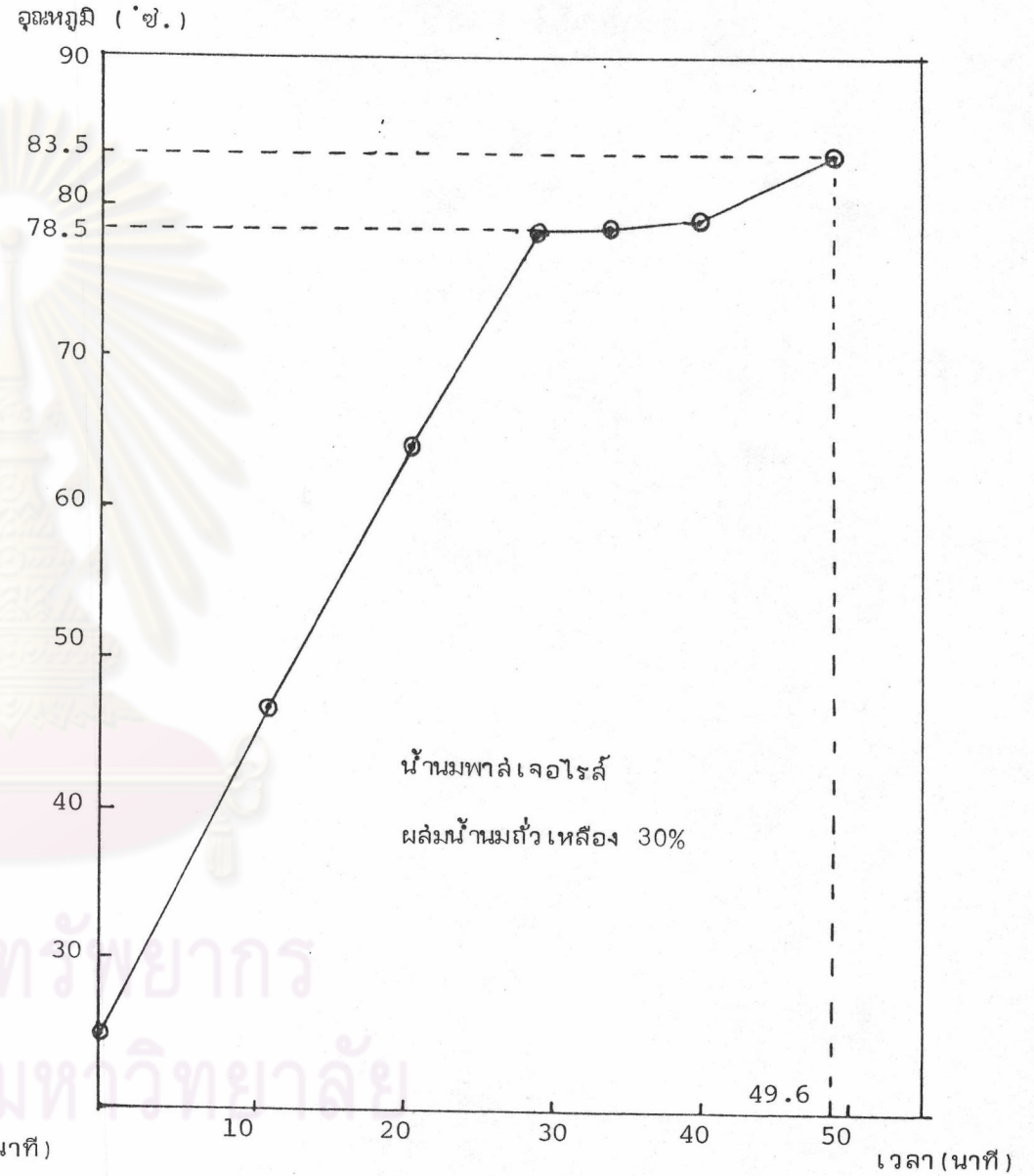
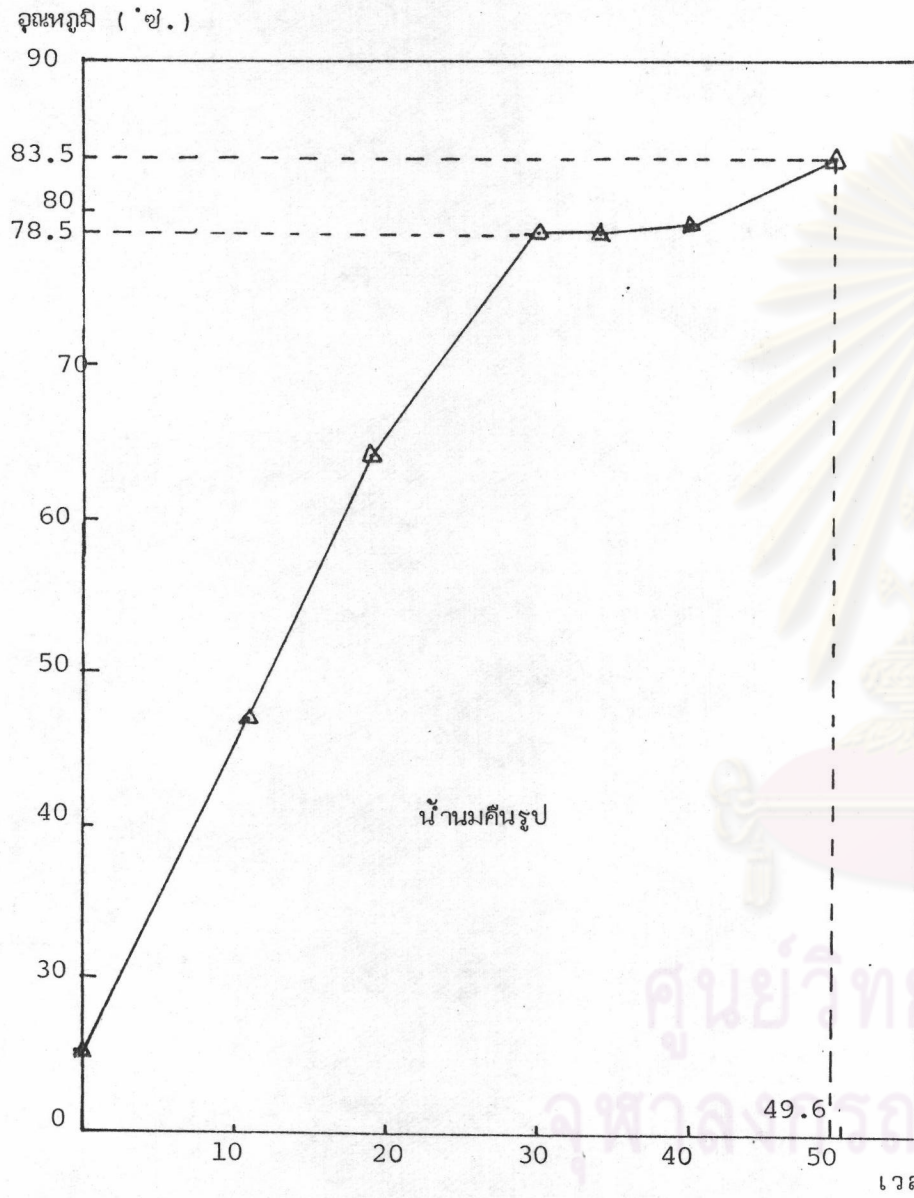
คุณลักษณะที่ตรวจสอบ	ส่วนผลมคัลตาร์ดจากน้ำนมคั้นรูป (control)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนน้ำนมพาสเจอร์ไรส์			
		0	30	40	50
pH	6.9 ± 0.0	6.8 ± 0.1	6.9 ± 0.1	6.9 ± 0.1	6.9 ± 0.1
total solid (เปอร์เซ็นต์)	21.7 ± 0.58	21.3 ± 0.29	21.7 ± 0.29	21.5 ± 0.00	21.5 ± 0.00
องค์ประกอบของสี (เปอร์เซ็นต์)					
N8/	1.0 ± 0.8	1.0 ± 0.6	1.0 ± 0.6	1.0 ± 0.6	1.0 ± 0.6
10YR8/6	50.2 ± 1.7	50.2 ± 0.0	49.0 ± 0.0	48.0 ± 0.0	47.0 ± 0.0
5G8/6	1.8 ± 0.3	1.8 ± 1.4	1.0 ± 1.4	1.0 ± 1.4	1.0 ± 1.4
5Y8/12	1.7 ± 0.6	1.7 ± 0.9	1.0 ± 0.9	1.0 ± 0.9	1.0 ± 0.9
N9.25/	45.3 ± 2.1	45.3 ± 2.9	48.0 ± 2.9	49.0 ± 2.9	50.0 ± 2.9

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

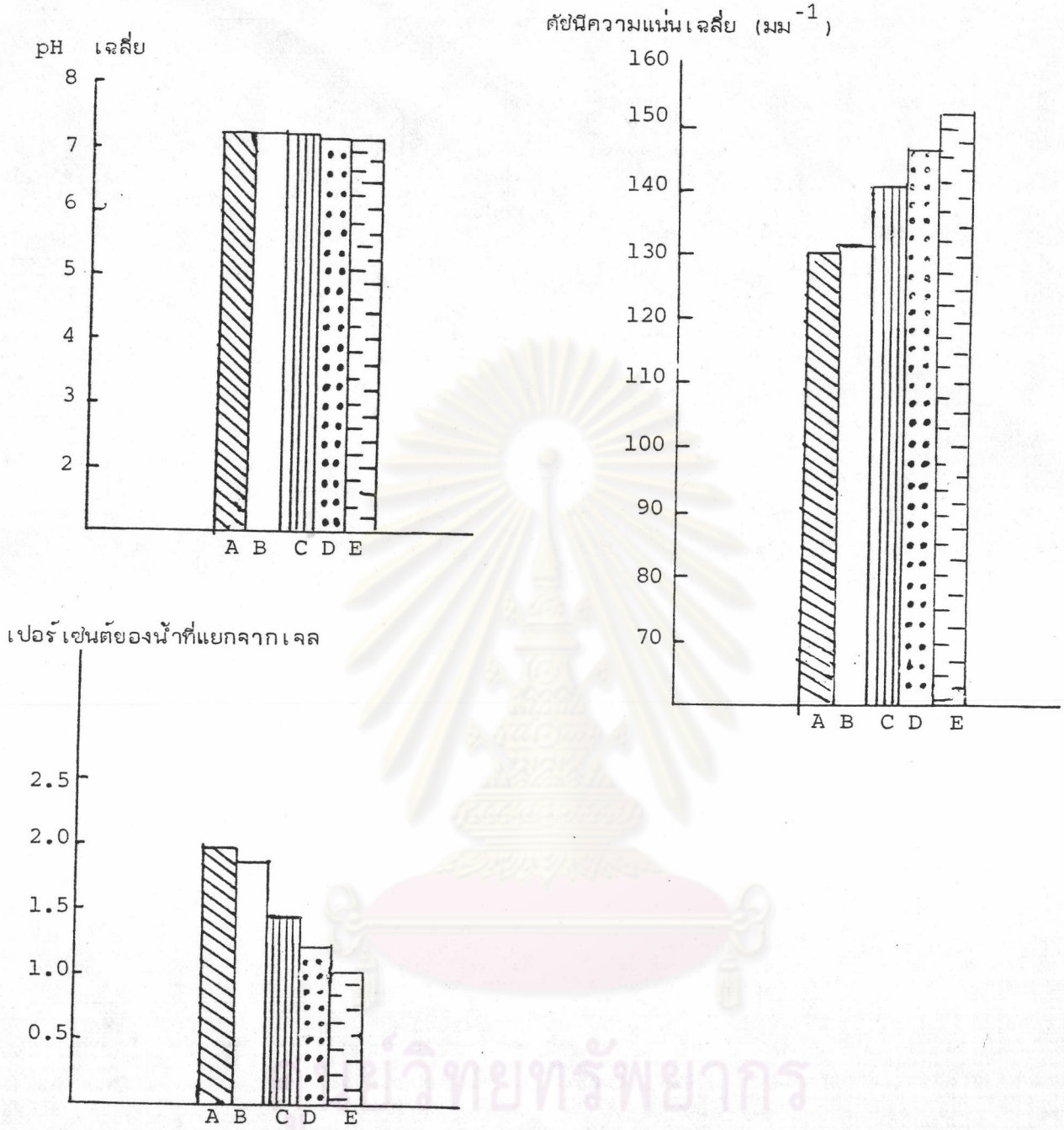
น้ำนมถั่วเหลืองที่ปรับปริมาณ total solid จะมีปริมาณโปรตีนและไขมัน
ใกล้เคียงกับน้ำนมวัว ดังผลวิเคราะห์ในตารางที่ 4.1 แต่มีสีและกลิ่นรสแตกต่างจาก
น้ำนมวัว ดังผลการตรวจสอบในตารางที่ 4.8 พบว่า องค์ประกอบของสีแตกต่างจาก
น้ำนมวัว กล่าวคือ มีเปอร์เซ็นต์สีขาวมากกว่าในน้ำนมวัว สำหรับในด้านกลิ่นรสของน้ำ
นมถั่วเหลืองนั้น มีผู้สันนิษฐานว่า เกิดจากสารประกอบพวก carbonyl compound เช่น
acetaldehyde, acetone และ n-hexanol เข้าใจว่า n-hexanol เป็นตัวทำให้เกิด
กลิ่นถั่ว โดยเอนไซม์ lipoxygenase ในถั่วเหลืองจะเป็นตัวเร่งให้เกิดมี n-hexanol ขึ้น
และ n-hexanol นี้สามารถรวมตัวกับโปรตีนถั่วเหลือง จึงทำให้กำจัดยาก (47, 48)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

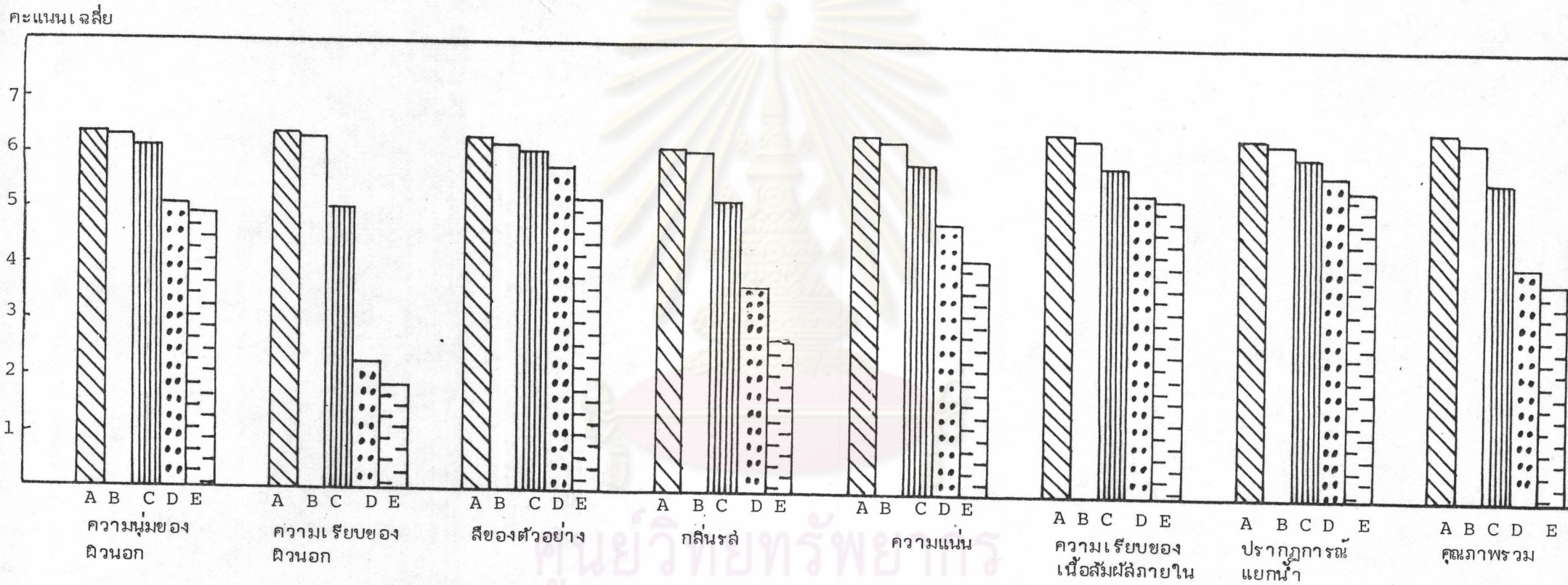


รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการดูดซึมความร้อนของส่วนผลมคัสตาร์ดที่ทำจากน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ผลไม้คั้นแก้ว เหลือง 30% โดยมีส่วนผลมคัสตาร์ดจากน้ำนมคั้นรูปเป็น control



มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.14 ผลของการตรวกลบคุณภาพทางกายภาพของคีลตาร์ชนิดอบ ซึ่งทำจากน้ำมันพาส์เจอโรล์ผสมน้ำมันตัวเหลือง ในปริมาณ 0, 30, 40 และ 50% โดยมีคีลตาร์ด. จากน้ำมันคั้นรูปเป็น control



รูปที่ 4.15 ผลของการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคัสตาร์ดชนิดอบจากนํ้านมผลั่ระหว่างนํ้านมพาส์เจอไรส์กับนํ้านมถั่วเหลือง ในปริมาณ 0, 30, 40 และ 50% โดยมีคัสตาร์ดจากนํ้านมคั้นรูปเป็น control

ตารางที่ 4.12 องค์ประกอบของสีของคัลสตาร์ชนิดอบ ซึ่งทำจากน้ำมันผสม ระหว่างน้ำมันพาล์เจอโรล์และน้ำมันถั่วเหลือง โดยมีน้ำมันคีนรูปเป็น control

สีของคัลสตาร์ชนิดอบ	คัลสตาร์ จากน้ำมันคีนรูป	เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันถั่วเหลืองทดแทนน้ำมันพาล์เจอโรล์			
		0	30	40	50
สีผิวนอกของผลิตภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์)					
N8/	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 1.5	1.0 ± 1.5	1.5 ± 1.5
10YR8/6	13.0 ± 0.4	13.0 ± 0.4	11.0 ± 1.6	10.0 ± 1.6	9.0 ± 1.6
5G8/6	1.8 ± 0.0	1.8 ± 0.0	1.2 ± 2.0	1.2 ± 2.0	1.0 ± 2.0
5Y8/12	36.5 ± 2.2	36.5 ± 2.2	34.0 ± 2.1	34.0 ± 2.1	33.5 ± 2.1
N9.25/	47.7 ± 2.6	47.7 ± 2.6	52.8 ± 0.5	53.8 ± 0.5	55.0 ± 0.5
สีเนื้อสัมผัสภายใน (เปอร์เซ็นต์)					
N8/	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.5
10YR8/6	8.8 ± 0.6	8.8 ± 0.6	7.0 ± 0.8	6.0 ± 0.8	5.0 ± 0.8
5G8/6	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	1.2 ± 0.6	1.2 ± 0.6	1.0 ± 0.6
5Y8.12	30.8 ± 0.6	30.8 ± 0.6	28.5 ± 3.6	28.0 ± 3.6	28.0 ± 3.6
N9.25/	57.8 ± 1.2	57.8 ± 1.2	62.3 ± 2.0	63.8 ± 2.0	65.0 ± 2.0



รูปที่ 4.16 ลักษณะของเส้นคาร์บอนไฟเบอร์จากน้ำมันพาล์เจอโรลล์
ผลมัน้ำมันถั่วเหลือง 30% ถ่ายโดยใช้ Scanning
Electron Microscope กำลังขยาย 2000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบทางเคมีของ คีลิตาร์ตชนิดอบจากน้ำนมวัว และคีลิตาร์ตจาก
น้ำนมผสม

องค์ประกอบทางเคมี	ผลตรวจคีลิตาร์ต			
	จากน้ำนม คั้นรูป	นมพาสเจอร์ไรส์ ผ่านการให้ความ ร้อนเพิ่ม	นม ยู เอช ที	นมพาสเจอร์ไรส์ ผสมนมถั่วเหลือง 30%
น้ำ	77.15 \pm 0.15	77.80 \pm 0.2	76.90 \pm 0.3	76.36 \pm 0.12
โปรตีน	4.78 \pm 0.04	4.56 \pm 0.05	4.79 \pm 0.03	5.53 \pm 0.2
ไขมัน	3.76 \pm 0.01	3.79 \pm 0.3	3.69 \pm 0.4	4.29 \pm 0.05
คาร์โบไฮเดรต (โดยการหักลบออก จาก 100)	13.71 \pm 0.18	13.22 \pm 0.5	13.97 \pm 0.6	13.12 \pm 0.8
เถ้า	0.61 \pm 0.01	0.63 \pm 0.5	0.65 \pm 0.6	0.71 \pm 0.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย