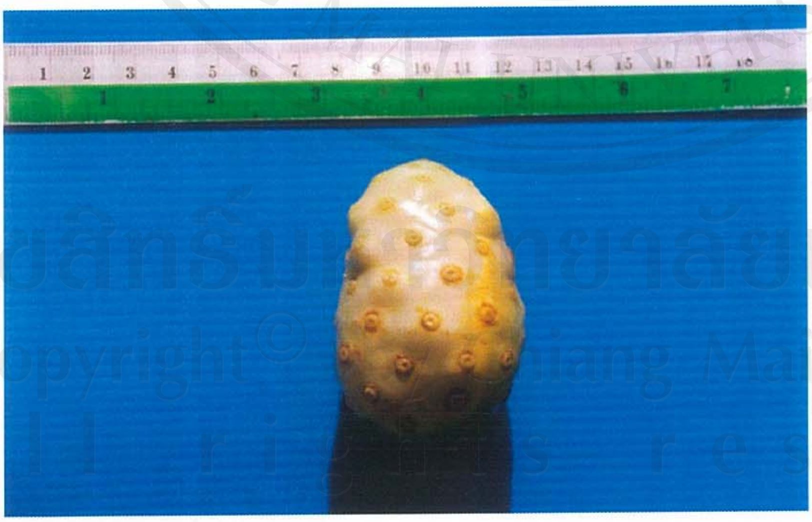
ภาคผนวก ก

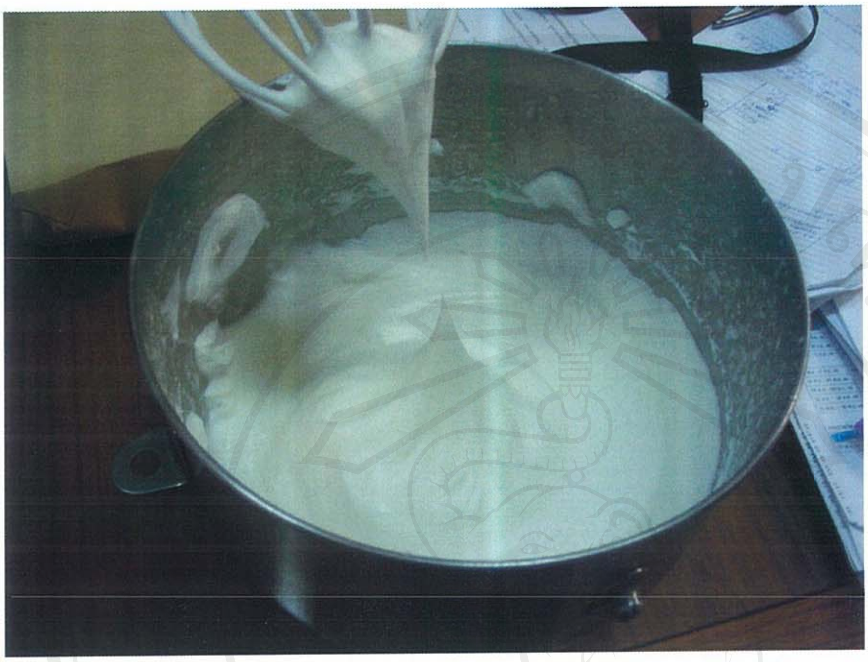
รูปภาพประกอบการวิจัย

ภาพ ก.1 ลักษณะของผลยอห่าม

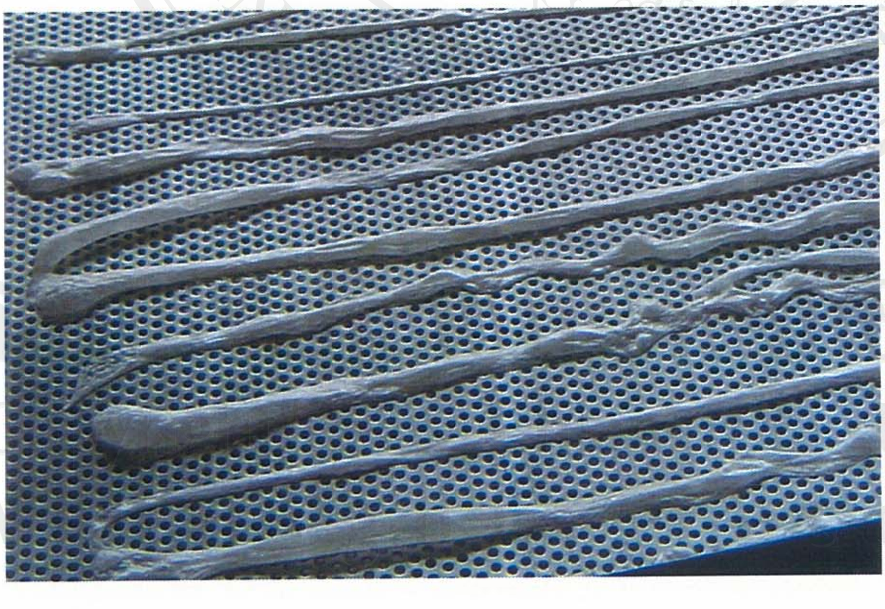


ภาพ ก.2 ลักษณะของผลยอสุก

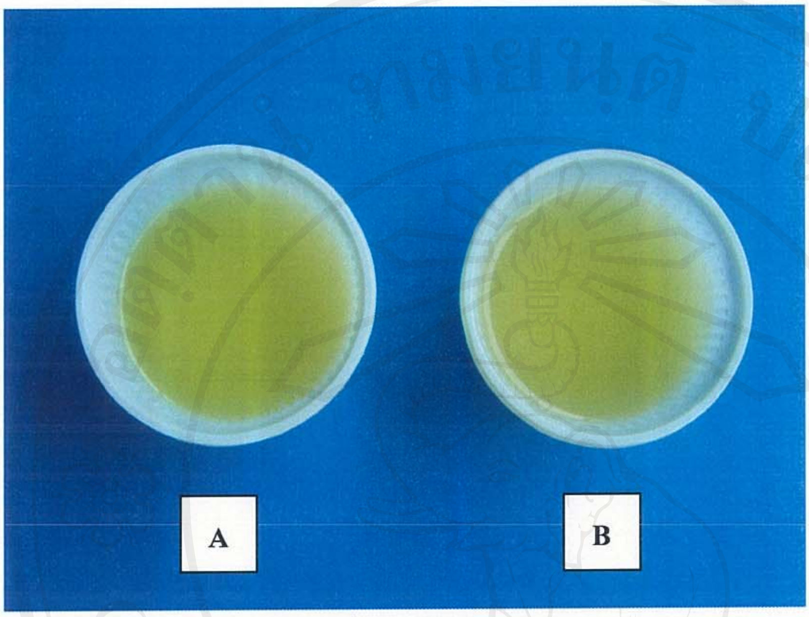
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ ก.3 ลักษณะของโฟมที่คงตัวที่เตรียมจากน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด



ภาพ ก.4 ลักษณะของโฟมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดหลังการอบแห้งบนถาด



ภาพ ก.5 น้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสด (A) และน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสดคืนรูป (B)

ภาพ ก.6 ตู้อบลมร้อนที่ใช้ในการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการยอมรับของน้ำผลยอผสมน้ำผลไม้

1) ใช้ในการทดลองที่ 3.2.2 ศึกษาชนิดน้ำผลไม้ที่เหมาะสมเพื่อผสมกับผลยอ และ 3.3 ศึกษาระยะความสุกของผลยอ และอัตราส่วนของน้ำผลไม้ผสมน้ำผลยอ

HEDONIC SCALE SCORING TEST PREFERENCE

ชื่อ .... วันที่ ....

คำชี้แจง โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดผสมน้ำลูกยอ และให้ระดับความชอบ และไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านการยอมรับรวมแต่ละตัวอย่าง โดยกำหนดให้

คะแนน = 5 หมายถึง ชอบมาก

คะแนน = 4 หมายถึง ชอบปานกลาง

คะแนน = 3 หมายถึง เฉยๆ

คะแนน = 2 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง

คะแนน = 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง						
การยอมรับรวม						

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบประเมินคุณภาพของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด

2) ใช้ในการทดลองที่ 3.2.4 ศึกษาระดับที่เหมาะสมของปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพน้ำผลยอผสมน้ำผลไม้

HEDONIC SCALE SCORING TEST PREFERENCE

ชื่อ .... วันที่ ....

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทดสอบผลิตภัณฑ์น้ำสับปะรดผสมน้ำลูกยอ และให้ระดับความชอบ และไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง โดยกำหนดให้

คะแนน = 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด
คะแนน = 8 หมายถึง ชอบมาก
คะแนน = 7 หมายถึง ชอบปานกลาง
คะแนน = 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
คะแนน = 5 หมายถึง เฉย ๆ
คะแนน = 4 หมายถึง ชอบปานกลาง
คะแนน = 3 หมายถึง เฉยๆ
คะแนน = 2 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
คะแนน = 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง					
สี					
ความใส					
ความเป็นเนื้อเดียวกัน					
ความหนืด					
กลิ่น					
รสชาติ					
การยอมรับรวม					

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวัดสีระบบ Hunter Lab

เป็นการวัดค่าสี L* ค่าสี a* และค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี "Hunter Lab" รุ่น Color Quest II โดยค่า L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L*	คือ ค่าความสว่าง	เมื่อค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
a*	คือ ค่าสีแดง/สีเขียว	เมื่อ a* มีค่าบวก เป็นสีแดง
		เมื่อ a* มีค่าลบ เป็นสีเขียว
b*	คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน	เมื่อ b* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง
		เมื่อ b* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) โดยใช้สีมาตรฐาน แล้วจึงวัดสีของผลิตภัณฑ์ โดยทำการวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. ความสามารถในการคืนรูป (rehydration) (ชนันท์, 2545)

ชั่งตัวอย่างน้ำสับปะรดผสมน้ำผลยอผง 20 กรัม นำมาละลายในน้ำ (อุณหภูมิห้อง) 20 มิลลิลิตร คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอน และคำนวณหา % การละลายของน้ำสับปะรดผสมน้ำผลยอผง

3. ความสามารถในการกระจายตัว (dispersibility) (ดัดแปลงจากวิธีของ AL – Kahtani and Hassan, 1990)

ชั่งตัวอย่างน้ำสับปะรดผสมน้ำผลยอผงด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น (อุณหภูมิห้อง) จำนวน 100 มิลลิลิตร กวนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 นาน 15 วินาที ดึงตัวอย่างออกด้วยกระบอกฉีดยา (syring) ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไป centrifuge นาน 3 นาที ที่ความเร็ว 1730 รอบต่อนาที นำส่วนใสที่ได้หลังการ centrifuge

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาวัดค่า optical density (OD) ทำการวัดที่ความยาวคลื่น 433 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ใช้น้ำกลั่นเป็น blank

4. ความคงตัวของโฟม ตามวิธี drainage method (Sauter and Montoure, 1972)

ใส่โฟมลงในกรวยกรอง ซึ่งวางอยู่บนกระบอกตวงขนาด 25 มิลลิลิตร บันทึกปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกมาจากโฟมเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง เพื่อหาอัตราการแยกตัวของของเหลวออกจากโฟม

5. ความหนาแน่นของโฟม (Labelle, 1966 : รัตนา, 2547)

นำโฟมบรรจุลงในถ้วยพลาสติกที่ทราบปริมาตรแน่นอน บรรจุให้เต็มพยายามไม่ให้มีโพรงอากาศภายในถ้วย เกลี่ยโฟมที่ล้นบริเวณปากถ้วยด้วยพายยางเช็ดบริเวณรอบนอกถ้วย โดยไม่ให้มีเศษโฟมเหลือติดอยู่ จากนั้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยที่บรรจุโฟมนั้น นำมาคำนวณหาความหนาแน่นของโฟมดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของโฟม (g/ml)} = \frac{\text{น้ำหนักของโฟม}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}}$$

$$= \frac{\text{น้ำหนักของถ้วยเมื่อบรรจุโฟม} - \text{น้ำหนักถ้วย}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}}$$

6. ค่า % Overrun (Kirk and Sawyer, 1991)

สูตรการคำนวณ % overrun

$$\%\ \text{overrun} = \frac{(\text{Volume of foam} - \text{Volume of mixture})\ \text{x}100}{\text{Volume of mixture}}$$

7. ค่าความหนืด

เปิดสวิทซ์เครื่องวัดความหนืด เอาหัววัด (Spindle) ออกจากแกนมอเตอร์ กดปุ่มใดๆ บนเครื่องจะทำการ Calibrate โดยอัตโนมัติ เมื่อการ Calibrate เสร็จสิ้น บนจอจะขึ้นข้อความว่าให้ใส่หัววัดได้ โดยการวัดความข้นหนืดต้องเลือกหัววัด และความเร็วรอบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวัด โดยน้ำผลไม้ในงานวิจัยนี้ใช้หัววัดเบอร์ 18 ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. Peroxidase test (Marion, 1977)

นำสารละลายของ Hydrogen peroxide ความเข้มข้น 0.5 % 1 มิลลิลิตร กับ Guaiacol ความเข้มข้น 1 % 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เขย่า และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของลูกยอ และบันทึกเวลาที่ใช้ในการลวกที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลแดง

2. การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

การวัดค่า a_w ทำได้โดยใช้เครื่อง AQUA Lab รุ่น CX3TX ก่อนทำการวัดต้องเปิดเครื่องให้ทำงานจนกว่าเครื่องจะแสดงผลว่าพร้อมทำงาน จึงนำตัวอย่างน้ำผลไม้ผสมผงใส่ลงในจานสำหรับวัดค่า a_w รอจนกว่าเครื่องแสดงผลว่าอ่านค่าแล้ว จึงบันทึกผล

3. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ Hand refractometer

1. ทำความสะอาด Hand refractometer ก่อนอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยกระดาษทิชชู
2. ทำการปรับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ด้วยน้ำกลั่นโดยปรับให้เท่ากับศูนย์
3. หลังจากปรับค่าบริกซ์ด้วยน้ำกลั่น ใช้กระดาษทิชชูเช็ดฝาครอบ และด้านปริซึมให้สะอาดและแห้ง
4. นำตัวอย่างอาหารมาเกลี่ยบนด้านปริซึม
5. ใช้ฝาครอบ Hand refractometer ปิดลงแล้วอ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) โดยเร็ว ถ้าตัวเลขที่ใช้วัดค่าความหวานเห็นไม่ชัด ก็สามารถปรับได้ด้วยเลนส์ใกล้ตา
6. เมื่ออ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแล้ว ใช้น้ำสะอาดล้างบริเวณฝาครอบและด้านปริซึมให้สะอาด ซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำผลไม้ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร และหยดสารละลายฟีนอฟธาลีน 2-3 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนสังเกตเห็นจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ จากนั้นคำนวณหา % กรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกดังนี้

การคำนวณปริมาณกรด (%)

$$= \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH X ปริมาตร NaOH ที่ใช้(ml) X กรัมสมมูลของกรดซิตริก X 100}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (ml) X1000}}$$

5. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

นำน้ำผลไม้ไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Hanna Instruments : Model HI 9021) ซึ่งได้ปรับค่ามาตราฐานด้วยสารละลายมาตราฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ

6. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำสับปะรดผสมน้ำผลยอผงประมาณ 5 กรัม ใส่ใน moisture can ที่ผ่านการอบแห้ง และทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักที่แน่นอน คำนวณหา % ความชื้น

$$\text{\% ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำที่ระเหยไป}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้}} \text{ X 100}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

วิธีการคำนวณที่ใช้ในงานวิจัย

1. การคำนวณทางสถิติสำหรับการวางแผนแบบ Factorial Experiment with Central Composite Design

    1.1 การคำนวณค่า $\alpha = \pm 2^{n/4}$

    เมื่อ n คือจำนวนตัวแปรหรือปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่ 2 ขึ้นไป
    ในการทดลองนี้มีค่า $\alpha = \pm 1.682$

    1.2 การถอดรหัสของสมการถดถอยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ปัจจัยที่เข้ารหัส} = \frac{\text{ค่าจริง- (ค่าระดับสูงของปัจจัยนั้น+ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2}}{\text{(ค่าระดับสูงของปัจจัยนั้น-ค่าที่ระดับต่ำของปัจจัยนั้น)/2}}$$

ตาราง จ.1 การกำหนดระดับของปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ปัจจัยหลัก (%)	$-\alpha$	ระดับต่ำ (-1)	ระดับกึ่งกลาง (0)	ระดับสูง (+1)	$+\alpha$
น้ำ	0.00	15.21	37.50	59.79	75.00
กรดทั้งหมด	0.40	0.44	0.50	0.56	0.60
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	12.00	12.81	14.00	15.19	16.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ.2 การจัดวางสิ่งทดลองสำหรับการหาระดับของปริมาณน้ำ ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เหมาะสมในน้ำผลไม้ผสม

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่1 : น้ำ		ปัจจัยที่2 : กรด		ปัจจัยที่3 : ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	
	รหัส	ปริมาณ (%)	รหัส	ปริมาณ (%)	รหัส	ปริมาณ (°Brix)
1	-1	15.20	-1	0.44	+1	15.20
2	+1	59.80	-1	0.44	+1	15.20
3	-1	15.20	+1	0.56	+1	15.20
4	+1	59.80	+1	0.56	+1	15.20
5	-1	15.20	-1	0.44	-1	12.80
6	+1	59.80	-1	0.44	-1	12.80
7	-1	15.20	+1	0.56	-1	12.80
8	+1	59.80	+1	0.56	-1	12.80
9	$-\alpha$	0.00	0	0.50	0	14.00
10	$+\alpha$	75.00	0	0.50	0	14.00
11	0	37.50	$-\alpha$	0.40	0	14.00
12	0	37.50	$+\alpha$	0.60	0	14.00
13	0	37.50	0	0.50	$-\alpha$	12.00
14	0	37.50	0	0.50	$+\alpha$	16.00
15	0	37.50	0	0.50	0	14.00
16	0	37.50	0	0.50	0	14.00
17	0	37.50	0	0.50	0	14.00
18	0	37.50	0	0.50	0	14.00
19	0	37.50	0	0.50	0	14.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง จ.3 ค่าคุณภาพของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดซึ่งคำนวณได้จากสมการถดถอยที่ได้ เมื่อผันแปรระยะความสุก และอัตราส่วนผสม

สิ่งทดลอง	ระยะความสุกผลยอ (รหัส)	อัตราส่วนผสมของ P : N (รหัส)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ค่าสี a*	ค่าสี b*	การยอมรับรวม
1	ห่าม (1)	4:1 (-2)	3.93	-0.02	3.36	8.38
2	ห่าม (1)	3:2 (-1)	4.01	-0.21	2.99	7.66
3	ห่าม (1)	1:1 (0)	4.09	-0.40	2.62	6.94
4	ห่าม (1)	2:3 (1)	4.17	-0.60	2.26	6.21
5	ห่าม (1)	1:4 (2)	4.26	-0.79	1.89	5.49
6	สุก (-1)	4:1 (-2)	3.91	0.02	4.21	5.69
7	สุก (-1)	3:2 (-1)	3.93	-0.02	3.84	4.96
8	สุก (-1)	1:1 (0)	3.94	-0.05	3.47	4.24
9	สุก (-1)	2:3 (1)	3.95	-0.09	3.10	3.52
10	สุก (-1)	1:4 (2)	3.97	-0.12	2.73	2.80

หมายเหตุ : P : N หมายถึง อัตราส่วนน้ำผลยอต่อน้ำสับปะรด

ตาราง จ.4 สมการถดถอยเข้ารหัสเมื่อผันแปรปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

สมการถดถอยเข้ารหัส	R^2
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	
สี = $6.761-0.295(W)+0.209(T)-0.188(T^2)-0.230(WxB)$	0.834
ความใส = $7.078+0.303(W)-0.326(W^2)-0.222(B^2)-0.200(T)$	0.782
คุณภาพทางด้านเคมี	
ความเป็นกรด-ด่าง = $3.804-0.140(W)-0.070(T)-0.050(T^2)$	0.902
คุณภาพทางด้านกายภาพ	
ความหนืด = $2.252-0.100(W)-0.080(T^2)+0.071(B)$	0.762

หมายเหตุ : W หมายถึง %น้ำ T หมายถึง %กรด

B หมายถึง ^{o}Brix R^2 คือ Coefficient of determination

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การคำนวณราคาของสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่ใช้ในการผลิต

ตาราง จ.5 การคำนวณราคาของสารที่ก่อให้เกิดโฟม

สารที่ก่อให้เกิดโฟม	ราคา (บาท/กรัม)	ปริมาณที่ใช้ (w/w%)	ผลผลิตที่ได้ (%)	ค่าใช้จ่ายของสารก่อโฟมในการผลิต (บาท/กิโลกรัม)
EA	15	0.40	30.93	324.45
		0.50	24.52	493.88
		0.60	25.49	563.36
		0.70	21.52	771.84
		0.80	25.45	741.06
EA+MET	2.28	0.44	21.35	191.10
		0.54	20.11	262.56
		0.64	19.73	328.43
		0.74	22.34	343.78
		0.84	20.85	425.90

หมายเหตุ - EA หมายถึง สารละลาย Egg albumin (ความเข้มข้น 3%)
- EA+MET หมายถึง สารละลาย Egg albumin + Methocel (อัตราส่วน 1:1 ความเข้มข้น 3%)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายกฤต บุณยะวรรธนะ
วัน เดือน ปี เกิด	8 พฤศจิกายน 2519
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved