บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของระยะเวลาในการลวกผลยอต่อการเกิดสีน้ำตาล

จากการลวกผลยอทั้ง 2 ระยะความสุก โดยหาเวลาที่เหมาะสมในการลวกเพื่อยั้บยั้งการทำงานของเอนไซม์ peroxidase ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้มในผลยอระหว่างการเตรียมน้ำผลยอ พบว่าผลยอห่าม และ ผลยอสุกใช้เวลา 15 และ 12 นาที ตามลำดับ (ตาราง 4.1) โดยที่มีอุณหภูมิกลางผลยอห่าม และผลยอสุกเป็น 82.3 $\pm$ 1.41 องศาเซลเซียส และ 77.30 $\pm$ 0.99 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การที่ใช้เวลาในการลวกผลยอสุกสั้นกว่าผลยอห่าม เนื่องจากผลยอสุกมีเนื้อเยื่อของผลอ่อนกว่าผลยอห่าม จึงทำให้การส่งผ่านความร้อนมีประสิทธิภาพดีกว่า อุณหภูมิใจกลางผลจึงสูงกว่าที่เวลาลวกเดียวกัน และปริมาณของเอนไซม์ peroxidase ในผลยอสุกมีน้อยกว่าผลยอห่าม เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองต้มพริกบดมีรายงานว่า ทำการต้มอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส นานเพียง 6 นาที สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ peroxidase ได้ (Ismail and Revathi, 2004) แสดงว่าขนาดชิ้นมีผลต่อการส่งผ่านความร้อน โดยที่ขนาดชิ้นใหญ่จะใช้เวลาในการส่งผ่านความร้อนนานขึ้น

4.2 ชนิดของน้ำผลไม้ที่เหมาะสมในการผสมกับน้ำผลยอ

จากการผสมน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ กับน้ำผลยอ ในอัตราส่วนน้ำผลไม้ต่อน้ำผลยอ 4:1 (ภาพ 4.1) ผลไม้ที่ใช้ผสมกับน้ำผลยอมีผลต่อคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลยอผสมน้ำผลไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.2) โดยที่น้ำกล้วยหอมทำให้ค่า L* (ความสว่าง) ของน้ำผลยอผสมน้ำผลไม้สูงสุด (41.10$\pm$0.02) แต่น้ำองุ่นแดงทำให้ค่า L* ต่ำสุด (27.07$\pm$0.01) และทำให้ค่าสี a* (แดง) สูงสุด (5.36$\pm$0.00) แต่น้ำฝรั่งทำให้ค่าสี a* (เขียว) ต่ำสุด (-1.60$\pm$0.01) น้ำลำไยทำให้ค่าสี b* (เหลือง) สูงสุด (11.26$\pm$0.02) แต่น้ำองุ่นขาวทำให้ค่าสี b* (น้ำเงิน) ต่ำสุด (-1.53$\pm$0.01) น้ำลำไยทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด (4.88$\pm$0.01) แต่น้ำองุ่นแดงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด (3.89$\pm$0.01) และทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด (4.13$\pm$0.00) แต่น้ำมะละกอทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดต่ำสุด (0.53$\pm$0.05) เมื่อนำน้ำผลไม้ผสมชนิดต่าง ๆ ไปทดสอบการยอมรับรวมโดยผู้ชิมพบว่า น้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดได้รับการยอมรับรวมสูงสุด (4.55$\pm$0.51) แตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

($p \leq 0.05$) และพบว่า น้ำลำไยผสมน้ำผลยอทำให้ค่าการยอมรับรวมต่ำสุด (2.50±1.29) โดยทั่วไปน้ำผลไม้พร้อมดื่มควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 2.5-4 (สุมณฑา, 2545) และ 0.2-0.5% ตามลำดับ (British Softdrinks Association, 2003) ซึ่งพบว่า น้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด และน้ำผลยอผสมน้ำองุ่นแดงอยู่ในช่วงคุณภาพดังกล่าว และได้รับการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้น้ำสับปะรดผสมกับน้ำผลยอในการทดลองต่อไป โดยน้ำสับปะรดมีค่า L* (ความสว่าง) เท่ากับ 26.01 $\pm$ 0.02 ค่าสี a* (เขียว) เท่ากับ –3.92 $\pm$ 0.04 ค่าสี b* (เหลือง) เท่ากับ 13.63 $\pm$ 0.01 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 12.4 $^{\circ}$Brix

ตาราง 4.1 ผลของเวลา และอุณหภูมิกลางผลในการลวกผลยอต่อการเกิดสีน้ำตาล

ระยะความสุก	เวลา (นาที)	อุณหภูมิกลางผล ($^{\circ}$C)	ผลของ peroxidase test
ผลยอห่าม	0	30.00 $\pm$ 0.00	+++++
	10	67.00 $\pm$ 2.83	++++
	11	69.50 $\pm$ 0.71	+++
	12	72.50 $\pm$ 0.71	++
	13	73.10 $\pm$ 1.56	++
	14	77.30 $\pm$ 0.28	+
	15	82.30 $\pm$ 1.41	N
ผลยอสุก	0	30.00 $\pm$ 0.00	++++
	10	67.55 $\pm$ 0.63	++
	11	71.20 $\pm$ 0.99	++
	12	77.30 $\pm$ 1.13	N
	13	81.20 $\pm$ 0.56	N
	14	84.60 $\pm$ 0.87	N
	15	87.40 $\pm$ 0.91	N

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- +++++ หมายถึง สีน้ำตาลแดงเข้มมาก
- ++++ หมายถึง สีน้ำตาลแดงเข้ม
- +++ หมายถึง สีน้ำตาลแดงเข้มปานกลาง
- ++ หมายถึง สีน้ำตาลแดงอ่อน
- + หมายถึง สีน้ำตาลแดงจาง ๆ
- N หมายถึง ไม่เกิดสีน้ำตาลแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

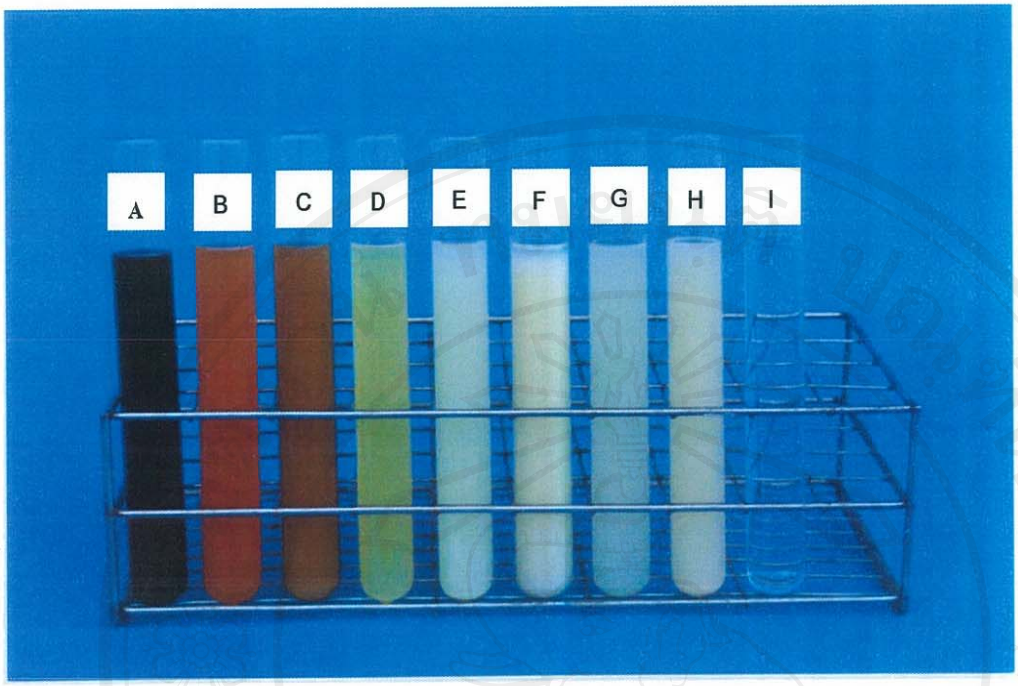
ตาราง 4.2 คุณภาพของน้ำผลยอผสมน้ำผลไม้

ชนิดน้ำผลไม้ที่ผสมน้ำผลยอ	ค่าสี			ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ปริมาณกรดทั้งหมด (% as citric acid)	การยอมรับรวมจากการทดสอบชิม (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)
	L*	a*	b*			
ฝรั่ง	$38.87^{b}\pm0.01$	$-1.60^{g}\pm0.01$	$-1.17^{f}\pm0.01$	$4.08^{d}\pm0.01$	$1.58^{d}\pm0.05$	$3.56^{bc}\pm0.86$
กล้วยหอม	$41.10^{a}\pm0.02$	$-1.38^{f}\pm0.02$	$0.67^{d}\pm0.01$	$4.88^{b}\pm0.01$	$0.88^{f}\pm0.05$	$2.83^{cd}\pm1.15$
มะละกอ	$29.16^{f}\pm0.00$	$3.60^{b}\pm0.01$	$5.27^{b}\pm0.00$	$4.79^{c}\pm0.01$	$0.53^{g}\pm0.05$	$3.00^{cd}\pm1.24$
สับปะรด	$35.57^{d}\pm0.01$	$-1.17^{e}\pm0.00$	$4.34^{c}\pm0.01$	$3.98^{e}\pm0.01$	$3.68^{b}\pm0.25$	$4.55^{a}\pm0.51$
องุ่นแดง	$27.07^{g}\pm0.01$	$5.36^{a}\pm0.00$	$-0.69^{e}\pm0.01$	$3.89^{f}\pm0.01$	$4.13^{a}\pm0.00$	$3.77^{b}\pm1.17$
องุ่นขาว	$34.78^{e}\pm0.02$	$-0.90^{d}\pm0.01$	$-1.53^{g}\pm0.01$	$4.08^{d}\pm0.00$	$1.88^{c}\pm0.00$	$2.94^{cd}\pm0.94$
ลำไย	$37.92^{c}\pm0.01$	$2.93^{c}\pm0.02$	$11.26^{a}\pm0.02$	$5.36^{a}\pm0.01$	$1.26^{e}\pm0.00$	$2.50^{d}\pm1.29$

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 น้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ : น้ำองุ่นแดง (A) น้ำมะละกอ (B) น้ำลำไย (C) น้ำสับปะรด (D) น้ำฝรั่ง (E) น้ำกล้วยหอม (F) น้ำองุ่นขาว (G) น้ำผลยอ (H) และน้ำเปล่า (I)

4.3 ระยะความสุกของผลยอ และอัตราส่วนของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดที่เหมาะสม

จากการเลือกใช้น้ำสับปะรดผสมกับน้ำผลยอ จากผลการทดลองที่ 4.2 ระยะความสุก และอัตราส่วนผสมของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด พบว่าเมื่อใช้ผลยอที่ระยะความสุกของผลยอ 2 ระยะ และอัตราส่วนผสม 5 ระดับ พบว่า ปัจจัยทั้ง 2 มีผลต่อคุณภาพน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.3) โดยที่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 1 ต่อ 4 ทำให้ค่า L* (ความสว่าง) มีค่าสูงสุด (14.43±0.01) แต่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 4 ต่อ 1 ทำให้ค่า L* มีค่าต่ำสุด (8.26±0.01) ที่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 4 ต่อ 1 ทำให้ค่าสี a* (แดง) และค่าสี b* (เหลือง) มีค่าสูงสุด (0.05±0.01 และ 4.18±0.01 ตามลำดับ) แต่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 1 ต่อ 4 ทำให้ค่าสี a* (เขียว) และค่าสี b* (เหลือง) มีค่าต่ำสุด (-0.77±0.01 และ 1.80±0.01 ตามลำดับ) เนื่องจากมีปริมาณน้ำสับปะรดซึ่งเป็นสีเหลืองในส่วนผสมน้อยที่สุด ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด (4.26±0.01) ที่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 1 ต่อ 4 แต่ระยะความสุกของผลยอสุก และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 4 ต่อ 1 มีค่าต่ำสุด (3.91±0.01)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิมพบว่า ที่ระยะความสุกของผลยอห่าม และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 4 ต่อ 1 ได้รับการยอมรับรวมสูงสุด (8.44) แต่ระยะความสุกของผลยอสุกที่อัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ 1 ต่อ 4 การยอมรับรวมมีค่าต่ำสุด (2.96) (ตาราง 4.3)

จากค่าเฉลี่ยคุณภาพต่าง ๆ ที่ได้ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาสมการถดถอย (Stepwise Multiple Regression) ด้วยโปรแกรม SPSS 10.0 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ระยะความสุก และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ) กับตัวแปรตาม (ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ความหนืด และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์) สัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรในสมการจะทำให้ทราบได้ว่าตัวแปรใดมีอิทธิพลสูงกว่า กล่าวคือ เนื่องจากระดับที่ผันแปรในตัวแปรได้เข้ารหัสไว้ (คือ –1 และ 1) หากสัมประสิทธิ์ของตัวแปรใดสูงกว่าตัวแปรอื่น (ไม่คิดเครื่องหมายบวกหรือลบ เครื่องหมายดังกล่าวแสดงว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันหรือแปรผกผันกันตามลำดับ) ย่อมแสดงว่า ตัวแปรนั้นมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามสูงกว่าอีกตัวแปรหนึ่ง (อิศรพงษ์, 2544) จากสมการถดถอย พบว่าระยะความสุกของผลยอมีอิทธิพลต่อคุณภาพที่ทำการวิเคราะห์มากกว่าอัตราส่วนผสมโดยมีค่าสัมประสิทธิ์หน้าระยะความสุก (R) สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์หน้าอัตราส่วนผสม (PN) ในสมการถดถอย (ตาราง 4.4)

เมื่อแทนระยะความสุกของผลยอที่ระดับห่าม และสุกด้วยรหัส 1 และ -1 ตามลำดับ และแทนอัตราส่วนผสมน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอที่อัตราส่วน 4:1 3:2 1:1 2:3 และ 1:4 ด้วยรหัส -2 -1 0 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่าผลยอห่ามให้ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงกว่าผลยอสุก โดยสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของน้ำสับปะรดในส่วนผสมมีผลทำให้การยอมรับรวมเพิ่มขึ้นทุกสิ่งทดลอง และมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ซึ่งผลยอห่ามทำให้ความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าผลยอสุกที่อัตราส่วนผสมเดียวกัน ส่วนค่าสี a* (เขียว) และค่าสี b* (เหลือง) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำสับปะรดเพิ่มขึ้นในส่วนผสม โดยพิจารณาเฉพาะสมการที่มีค่า R^2 สูง ซึ่งจะสามารถทำนายความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้อย่างเหมาะสม

จากการแทนค่าในสมการถดถอยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม พบว่า ระยะความสุก และอัตราส่วนผสมที่ทำให้คุณภาพด้านการยอมรับรวมมีค่าสูงสุดคือ ผลยอห่าม ที่อัตราส่วนน้ำผลยอห่ามผสมกับน้ำสับปะรด 1 ต่อ 4 โดยน้ำหนัก ซึ่งให้ค่าการยอมรับรวมสูงสุดเท่ากับ 8.38 (ตาราง จ. 3) ดังนั้นจึงเลือกระยะความสุกของผลยอ และอัตราส่วนผสมดังกล่าวเพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของปริมาณน้ำ ปริมาณกรด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในการทดลองต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 คุณภาพของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดที่มีการผันแปรระยะความสุก และอัตราส่วนผสม

ระยะความสุก	อัตราส่วน (P:N)	ค่าสี			ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ความหนืด (mPas)	การยอมรับรวมจากการทดสอบชิม (คะแนนเต็ม 9 คะแนน)
		L*	a*	b*			
ห่าม	4:1	$8.26^{c}\pm0.01$	$0.05^{a}\pm0.01$	$4.18^{a}\pm0.01$	$3.93^{f}\pm0.01$	$2.43^{d}\pm0.04$	8.44
	3:2	$12.70^{bc}\pm0.01$	$-0.28^{d}\pm0.01$	$2.57^{de}\pm0.01$	$4.01^{d}\pm0.00$	$2.50^{c}\pm0.01$	7.03
	1:1	$13.50^{ab}\pm0.01$	$-0.43^{e}\pm0.01$	$2.28^{ef}\pm0.01$	$4.09^{c}\pm0.01$	$2.49^{c}\pm0.01$	6.87
	2:3	$12.76^{bc}\pm0.01$	$-0.59^{f}\pm0.01$	$2.29^{ef}\pm0.01$	$4.17^{b}\pm0.01$	$2.56^{b}\pm0.02$	6.91
	1:4	$14.43^{a}\pm0.01$	$-0.77^{g}\pm0.01$	$1.80^{f}\pm0.01$	$4.26^{a}\pm0.01$	$2.72^{a}\pm0.02$	5.27
สุก	4:1	$11.15^{d}\pm0.01$	$-0.01^{ab}\pm0.01$	$4.03^{a}\pm0.01$	$3.91^{g}\pm0.01$	$2.31^{f}\pm0.04$	6.30
	3:2	$13.19^{ab}\pm0.01$	$-0.03^{ab}\pm0.01$	$3.37^{bc}\pm0.01$	$3.93^{f}\pm0.01$	$2.33^{f}\pm0.03$	4.94
	1:1	$11.78^{cd}\pm0.01$	$0.02^{ab}\pm0.01$	$3.87^{ab}\pm0.01$	$3.94^{f}\pm0.01$	$2.36^{ef}\pm0.01$	3.69
	2:3	$14.01^{ab}\pm0.01$	$-0.09^{bc}\pm0.01$	$3.06^{cd}\pm0.01$	$3.95^{f}\pm0.01$	$2.41^{de}\pm0.01$	3.48
	1:4	$14.05^{ab}\pm0.01$	$-0.15^{c}\pm0.01$	$3.01^{cd}\pm0.01$	$3.97^{e}\pm0.00$	$2.52^{bc}\pm0.02$	2.96

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

- P : N หมายถึง อัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 สมการถดถอยเมื่อผันแปรระยะความสุก และอัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ

สมการถดถอย			R^2
คุณภาพทางด้านกายภาพ			
ค่า L*	=	12.583+0.951(PN)	0.598
ค่าสี a*	=	-0.228-0.176(R)-0.114(PN)-0.080(RxPN)	0.976
ค่าสี b*	=	3.046-0.422(R)-0.369(PN)	0.755
คุณภาพทางด้านเคมี			
ความเป็นกรด-ด่าง	=	4.016+0.076(R)+0.048(PN)+0.034(RxPN)	0.999
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส			
การยอมรับรวม	=	5.589+1.346(R)-0.721(PN)	0.945

หมายเหตุ : - R หมายถึง ระยะความสุก - R^2 คือ Coefficient of determination

- PN หมายถึง อัตราส่วนน้ำสับปะรดต่อน้ำผลยอ

4.4 ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด

จากการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial Experiment with Central Composite Design โดยกำหนดให้มีค่าสูงสุด ต่ำสุดของปัจจัยหลัก 3 ชนิดดังนี้คือ ปริมาณน้ำ 0-75% ปริมาณกรดทั้งหมด 0.4-0.6% และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 12-16 °Brix ทำการเตรียมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดตามกรรมวิธีจากการทดลองที่ 3.3 จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี พบว่าปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีผลต่อค่า L* (ความสว่าง) อยู่ในช่วง 19.08-29.62 ค่าสี a* (เขียว) อยู่ในช่วง (-2.00) - (-2.74) ค่าสี b* (เหลือง) อยู่ในช่วง 6.15 – 11.77 ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.59-4.04 ความหนืด 1.87-2.43 mPas (ตาราง 4.5)

เมื่อนำน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีอยู่ในช่วง 5.63-7.38 ความใส 5.43-7.23 ความเป็นเนื้อเดียวกัน 6.12-7.36 ความหนืด 6.81-7.52 กลิ่น 5.65-7.27 รสชาติ 3.30-6.85 ส่วนการยอมรับรวมอยู่ในช่วง 3.85-7.17 (ตาราง 4.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากค่าเฉลี่ยคุณภาพต่าง ๆ ที่ได้ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาสมการถดถอย (Stepwise Multiple Regression) ด้วยโปรแกรม SPSS 10.0 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) กับตัวแปรตาม (ค่าสี ความหนืด ความเป็นกรด-ด่าง และคุณภาพทางประสาทสัมผัส) ได้สมการถดถอยเข้ารหัส (coded equation) (ตาราง จ. 4) และแปลงสมการถดถอยเข้ารหัสที่ได้ ด้วยโปรแกรม MathCad 7.03 เพื่อให้สามารถนำสมการไปใช้ทำนายผลการทดลอง โดยสมการที่เลือกจะต้องมี R^2 สูงซึ่งแสดงว่าสมการนั้นสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้ดี (ตาราง 4.7)

ตาราง 4.5 คุณภาพของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดเมื่อมีการผันแปรปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

สิ่งทดลอง	ค่าสี			ความหนืด	ความเป็นกรด-ด่าง
	L*	a*	b*	(mPas)	(pH)
1	27.90±1.00	-2.57±0.03	10.20±0.03	2.02±0.00	3.89±0.01
2	25.57±0.30	-2.51±0.12	8.73±2.10	1.95±0.02	3.73±0.01
3	27.15±0.22	-2.47±0.07	10.29±0.19	2.35±0.04	3.79±0.01
4	22.27±0.38	-2.32±0.06	7.33±0.18	2.19±0.02	3.53±0.00
5	28.14±0.12	-2.53±0.08	10.27±0.04	2.28±0.08	4.04±0.01
6	23.67±0.02	-2.48±0.02	7.16±0.06	2.03±0.01	3.72±0.00
7	26.26±0.02	-2.51±0.09	9.74±0.08	2.43±0.00	3.83±0.01
8	22.10±0.04	-2.31±0.10	7.03±0.05	2.26±0.05	3.59±0.00
9	29.62±0.02	-2.52±0.05	11.77±0.06	2.41±0.00	4.04±0.00
10	22.05±0.03	-2.34±0.08	6.73±0.01	2.11±0.08	3.59±0.00
11	26.13±0.10	-2.70±0.01	8.31±0.04	2.08±0.01	3.79±0.01
12	22.71±0.44	-2.49±0.04	8.40±0.04	2.31±0.00	3.78±0.00
13	19.08±0.00	-2.00±0.00	6.15±0.00	2.05±0.01	3.65±0.00
14	27.63±0.12	-2.74±0.07	8.41±0.04	1.87±0.08	3.61±0.00
15	25.22±0.16	-2.51±0.02	8.29±0.02	2.21±0.03	3.79±0.00
16	25.22±0.16	-2.51±0.02	8.29±0.02	2.21±0.03	3.79±0.00
17	25.22±0.16	-2.51±0.02	8.29±0.02	2.21±0.03	3.79±0.00
18	25.22±0.16	-2.51±0.02	8.29±0.02	2.21±0.03	3.79±0.00
19	25.22±0.16	-2.51±0.02	8.29±0.02	2.21±0.03	3.79±0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด เมื่อผันแปรปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

สิ่งทดลอง	คุณภาพทางประสาทสัมผัส						
	สี	ความใส	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความหนืด	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับรวม
1	6.82	5.43	6.12	6.81	6.44	5.60	5.64
2	6.57	6.39	6.52	7.07	7.27	6.47	6.43
3	7.38	6.21	6.81	7.08	6.36	6.29	6.65
4	6.32	6.31	6.63	7.31	6.54	6.37	6.74
5	6.39	6.14	6.25	7.18	6.11	5.62	5.58
6	6.51	7.09	6.97	7.10	6.32	6.66	6.66
7	6.99	6.31	6.33	7.31	6.18	6.05	6.31
8	6.09	7.02	6.75	7.18	7.16	6.85	7.17
9	7.17	5.97	6.60	7.08	5.90	5.86	6.26
10	6.02	6.82	6.71	7.49	6.29	6.84	6.52
11	6.69	6.64	6.93	7.12	5.97	5.68	6.11
12	6.99	6.73	6.94	7.38	6.13	6.53	6.50
13	5.63	7.23	7.36	7.52	6.57	6.51	6.56
14	6.66	6.94	6.75	7.03	5.65	3.30	3.85
15	6.67	6.97	7.10	7.34	6.14	6.55	6.72
16	6.58	7.22	7.10	7.26	6.65	6.28	6.47
17	7.10	7.22	7.15	7.49	6.37	6.73	6.82
18	6.76	7.17	7.30	7.42	5.97	6.54	6.49
19	6.56	7.17	6.88	7.42	6.18	6.76	6.91

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 สมการถดถอยเมื่อผันแปรปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

สมการถดถอย	R^2
คุณภาพทางด้านกายภาพ	
ความหนืด = $-0.145-0.003(W)-8(T)^2+8(T)+0.0355(B)$	0.762
คุณภาพทางด้านเคมี	
ความเป็นกรด-ด่าง = $3.044-0.004(W)+4.3(T)-5(T)^2$	0.902
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	
สี = $-0.299+0.035(W)+20.89(T)-18.8(T)^2-0.0031(WxB)+0.115(B)$	0.834
ความใส = $-3.429+0.0255(W)-0.0002(W)^2-0.0555(B)^2+1.554(B)-2(T)$	0.782

หมายเหตุ : - W หมายถึง %น้ำ - T หมายถึง %กรด

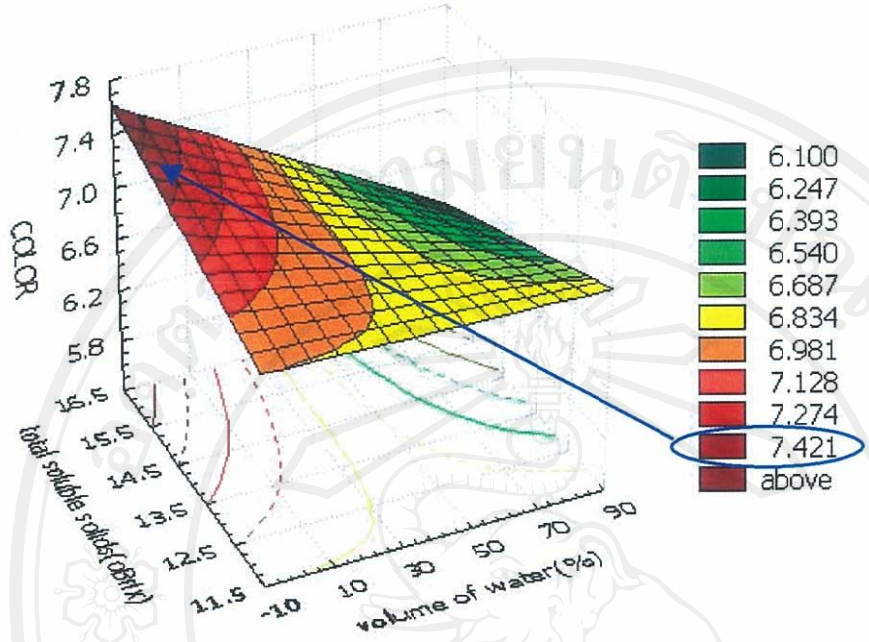
- B หมายถึง $^{\circ}$Brix - R^2 คือ Coefficient of determination

จากสมการถดถอยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และความใส นำไปสร้างกราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface) ด้วยโปรแกรม STATISTICA 5.0 โดยกำหนดให้ปัจจัยที่มีอิทธิพลน้อยที่สุดเป็นค่าคงที่เพื่อหาค่าตอบสนองที่สูงสุด ในกรณีนี้ค่าคงที่คือ ปริมาณกรดทั้งหมด จากนั้นแทนค่าทุกระดับของปริมาณกรดทั้งหมดที่ทำการทดลอง (ที่ระดับ 0.40% 0.44% 0.50% 0.56% และ 0.60%) ในสมการถดถอย พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ระดับ 0.56% ทำให้ค่าการยอมรับด้านสีมีค่าสูงสุดคือ 7.42 (ภาพ 4.2) โดยมีปริมาณน้ำเท่ากับ 0% และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 15.19 $^{\circ}$Brix

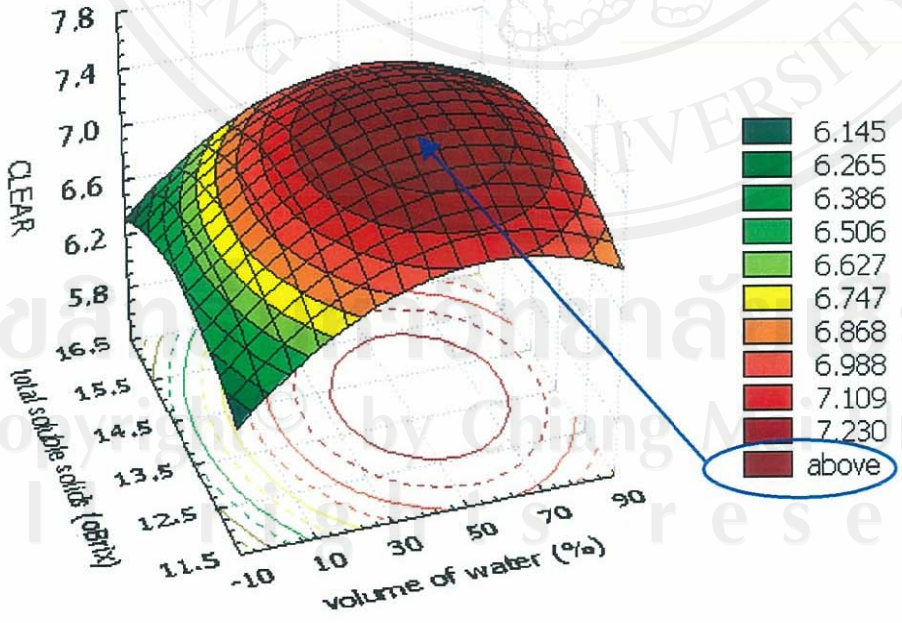
ในขณะที่เมื่อใช้ปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.40% จะทำให้ค่าการยอมรับด้านความใสมีค่าสูงกว่าที่ทุกระดับของปริมาณกรดที่ทำการทดลอง เพราะมีค่าความใสมากกว่า 7.23 (ภาพ 4.3) โดยมีปริมาณน้ำ 59.79% และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 12.81 $^{\circ}$Brix

จากสมการถดถอยของค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าเมื่อปริมาณน้ำ และกรดสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดลดลง เนื่องจากปริมาณไฮโดรเจนอิออนเพิ่มสูงขึ้นจากกรดซิตริก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 กราฟพื้นที่การตอบสนองของปริมาณน้ำ และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี



ภาพ 4.3 กราฟพื้นที่การตอบสนองของปริมาณน้ำ และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความใส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากกราฟพื้นที่ตอบสนองของปริมาณน้ำและของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีและความใส พบว่า เมื่อใช้ปริมาณกรดทั้งหมด 0.56% ให้คุณภาพทางด้านสีที่ดี แต่ที่ปริมาณกรดทั้งหมด 0.40% จะให้คุณภาพด้านความใสที่ดีกว่า จึงนำระดับปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นไปตามต้องการ พบว่า น้ำ 30.00% ปริมาณกรดทั้งหมด 0.48% และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 14.00 °Brix (ตาราง 4.8) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเท่ากับ 6.76 และความใสเท่ากับ 7.07

ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยระดับที่เหมาะสมของปริมาณน้ำ ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี และความใส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณของปัจจัยหลัก		
	น้ำ (%)	กรดทั้งหมด (%)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)
สี	0.00	0.56	15.19
ความใส	59.79	0.40	12.81
ค่าเฉลี่ย	≈ 30.00	0.48	14.00

4.5 ความเป็นไปได้ของชนิด และปริมาณสารที่ก่อให้เกิดโฟมในน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด

จากการเติมสารที่ก่อให้เกิดโฟม 6 ชนิด คือ Methocel (MET) egg albumin (EA) glyceryl monostearate (GMS) และสารผสม 3 ประเภท คือ MET ผสมกับ EA MET ผสมกับ GMS และ EA ผสมกับ GMS ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก (เตรียมสารละลายที่ก่อให้เกิดโฟมในน้ำให้มีความเข้มข้น 3% โดยน้ำหนัก) น้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดที่ได้จากการทดลองที่ 4.4 ทำการตีปั่นที่ความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 10 นาที พบว่า EA และ EA+MET เป็นสารก่อให้เกิดโฟมที่ทำให้เกิดโฟมได้ดี ส่วนสารชนิดอื่นไม่สามารถทำให้เกิดโฟมที่คงตัวได้ โดยปริมาณสารละลายของสารที่ก่อให้เกิดโฟมน้อยที่สุดที่ใช้ได้ คือ 15% และ 17% โดยน้ำหนักของส่วนผสมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดตามลำดับ (ตาราง 4.9) สอดคล้องกับงานวิจัยของชนันท์ (2545) ที่ใช้สารละลาย EA+MET เป็นสารก่อให้เกิดโฟมในการผลิตน้ำลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ผลของชนิดและปริมาณสารที่ก่อให้เกิดโฟมต่อการเกิดโฟมของน้ำผลไม้ผสม

ชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟม	ปริมาณสารละลายของสารที่ก่อให้เกิดโฟมต่ำสุด (%w/w)	ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟม (%w/w)	ลักษณะของโฟม
MET	≤ 100	1.5	ไม่เกิดโฟม
EA	15	0.40	เกิดโฟมที่คงตัว
GMS	≤ 100	1.5	เกิดโฟมแต่ไม่คงตัว
MET + EA	17	0.44	เกิดโฟมที่คงตัว
MET + GMS	≤ 100	1.5	ไม่เกิดโฟม
EA + GMS	≤ 100	1.5	เกิดโฟมแต่ไม่คงตัว

เมื่อเพิ่มปริมาณของสารก่อให้เกิดโฟมอีก 5 ระดับของสารละลาย EA และ EA+MET พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของโฟมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.10) โดยที่ความหนาแน่นของโฟมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.175 กรัมต่อมิลลิลิตร ต่ำสุดเท่ากับ 0.122 กรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 17% และ 37% โดยน้ำหนักของส่วนผสมตามลำดับ เมื่อใช้ EA+MET ความเข้มข้น 3% เป็นสารที่ก่อให้เกิดโฟม โดยปริมาณที่สูงขึ้นในแต่ละชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟมในส่วนผสมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด จะทำให้ความหนาแน่นของโฟมลดลง เนื่องจากโฟมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสามารถดักหรืออุ้มอากาศได้มากขึ้น ซึ่งจะแปรผกผันกับ %Overrun (Karim and Wai, 1999) และโฟมที่สามารถนำมาอบแห้งได้นั้นควรมีความหนาแน่นในช่วง 0.1 - 0.8 กรัมต่อมิลลิลิตร (Hertzendorf and Moshy, 1970)

ความคงตัวมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.84 มิลลิลิตรต่อนาที ต่ำสุดเท่ากับ 1.26 มิลลิลิตรต่อนาที โดยปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟมแต่ละชนิดที่สูงขึ้น ทำให้ความคงตัวของโฟมน้ำผลไม้ผสมเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Karim and Wai (1999) ที่ศึกษาความคงตัว และสภาวะการทำแห้งของโฟมมะเฟืองโดยใช้ Methocel 65 HG เป็นสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ความคงตัวของโฟมยังขึ้นกับชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟม และองค์ประกอบของวัตถุดิบที่นำมาทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 คุณสมบัติของโฟมน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรด

ชนิดของสารก่อให้เกิดโฟม	%โดยน้ำหนักของส่วนผสม	ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟม (%w/w)	คุณสมบัติของโฟม		
			ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)	%Overrun	ความคงตัว (มิลลิลิตร/นาที)
EA	15	0.40	$0.153^{b} \pm 0.01$	$600.80^{e} \pm 8.34$	$2.24^{b} \pm 0.17$
	20	0.50	$0.150^{b} \pm 0.01$	$644.60^{cd} \pm 5.74$	$1.71^{cd} \pm 0.27$
	25	0.60	$0.131^{d} \pm 0.01$	$723.37^{b} \pm 9.55$	$1.59^{de} \pm 0.27$
	30	0.70	$0.129^{de} \pm 0.01$	$724.38^{b} \pm 9.60$	$1.57^{de} \pm 0.47$
	35	0.80	$0.123^{de} \pm 0.01$	$769.78^{a} \pm 7.87$	$1.63^{de} \pm 0.06$
EA+MET	17	0.44	$0.175^{a} \pm 0.00$	$534.03^{f} \pm 8.15$	$2.84^{a} \pm 0.01$
	22	0.54	$0.153^{b} \pm 0.01$	$637.86^{d} \pm 7.80$	$2.37^{b} \pm 0.34$
	27	0.64	$0.146^{c} \pm 0.01$	$679.55^{c} \pm 5.79$	$2.07^{bc} \pm 0.03$
	32	0.74	$0.141^{bc} \pm 0.00$	$665.58^{cd} \pm 6.03$	$1.26^{e} \pm 0.16$
	37	0.84	$0.122^{e} \pm 0.01$	$767.60^{a} \pm 4.08$	$1.26^{e} \pm 0.11$

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.6 คุณสมบัติของผลยอผสมสับปะรดผง และน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูป

เมื่อนำโฟมหลังจากการตีปั่นแล้วมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อบจนแห้ง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที นำผลยอผสมสับปะรดผงที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่า ชนิดและปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผลยอผสมสับปะรดผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.11) โดยค่า L* (ความสว่าง) มีค่าสูงสุด (91.27$\pm$0.19) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.60% มีค่าต่ำสุด (86.13$\pm$0.32) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.44% ค่าสี a* (เขียว) มีค่าสูงสุด (-0.02$\pm$0.05) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.70% มีค่าต่ำสุด (-1.19$\pm$0.02) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.44% ค่าสี b* (เหลือง) มีค่าสูงสุด (16.36$\pm$0.16) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.44% มีค่าต่ำสุด (13.98$\pm$0.46) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.50% ค่าสีของผลิตภัณฑ์ผงที่ได้หลังจากการอบแห้งมีค่าต่างกัน เนื่องจากเวลาในการอบแห้งที่ไม่เท่ากัน รวมถึงชนิด และปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่ต่างกันในส่วนผสม ส่วนความชื้นมีค่าสูงสุด (2.32$\pm$0.07) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.84% มีค่าต่ำสุด (1.15$\pm$0.41) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.50% ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าสูงสุด (0.364$\pm$0.00) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.54% มีค่าต่ำสุด (0.324$\pm$0.01) เมื่อใช้ปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

EA+MET 0.84% โดยความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน Codex (Codex, 2003) ซึ่งต้องไม่เกิน 5% สำหรับผลผลิตที่ได้มีค่าสูงสุด (30.39%±1.83) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.40% และมีค่าต่ำสุด (19.73%±0.85) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.64% โดยแนวโน้มของผลผลิตที่ได้ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารที่ก่อให้เกิดโฟม สอดคล้องกับงานวิจัยของชนันท์ (2545) เมื่อปริมาณของสารละลาย Methocel 65 HG+EA เพิ่มขึ้นจาก 26-66% โดยน้ำหนักในส่วนผสมน้ำลำไย ทำให้ปริมาณผลผลิตลดลงเช่นเดียวกัน ส่วนต้นทุนการผลิตของสารที่ก่อให้เกิดโฟมมีค่าสูงสุด (771.84 บาทต่อกิโลกรัม) เมื่อใช้ปริมาณ EA 0.70% มีค่าต่ำสุด (191.10 บาทต่อกิโลกรัม) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 0.44% (ตาราง 4.11)

หลังจากนำผลไม้ผสมผงมาคืนรูปโดยเติมน้ำที่อุณหภูมิห้องกลับเข้าไปในอัตราส่วนน้ำผลไม้ผสมผง 3 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วน โดยน้ำหนัก พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผลไม้ผสมผงคืนรูปแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.12) โดยค่า L* (ความสว่าง) มีค่าสูงสุด (52.33+0.41) เมื่อใช้ปริมาณ EA 15% มีค่าต่ำสุด (47.70±1.61) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 32% ค่าสี a* (เขียว) มีค่าสูงสุด (-0.74±0.18) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 32% มีค่าต่ำสุด (-1.17±0.11) เมื่อใช้ปริมาณ EA 35% ค่าสี b* (เหลือง) มีค่าสูงสุด (10.16±0.13) เมื่อใช้ปริมาณ EA 15% มีค่าต่ำสุด (8.69±0.36) เมื่อใช้ปริมาณ EA 35% ค่าสีของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูปหลังจากเติมน้ำมีค่าต่างกัน เนื่องจากเวลาในการอบแห้งที่ไม่เท่ากัน รวมถึงชนิดและปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟมที่ต่างกันในส่วนผสม ความสามารถในการคืนรูปมีค่าสูงสุด (80.40±0.85) เมื่อใช้ปริมาณ EA 15% มีค่าต่ำสุด (73.80±0.00) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 37% ค่าความสามารถในการคืนรูปใกล้เคียงกับการทดลองของชนันท์ (2545) อยู่ในช่วง 65.84-74.50% โดยใช้ Methocel 65 HG เป็นสารที่ก่อให้เกิดโฟม ส่วนการกระจายตัวมีค่าสูงสุด (0.10±0.00) เมื่อใช้ปริมาณ EA+MET 17% มีค่าต่ำสุด (0.071±0.00) เมื่อใช้ปริมาณ EA 25% ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าสูงสุด (3.70±0.00) เมื่อใช้ปริมาณ EA 35% และมีค่าต่ำสุด (3.58±0.01) เมื่อใช้ปริมาณ EA 15%

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติต่าง ๆ ของผลไม้ผสมผง และน้ำผลไม้ผสมผงคืนรูป ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ รวมถึงต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมของผลไม้ผสมผง สรุปได้ว่า การผลิตน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมทมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปผลิตทางการค้า เนื่องจากมีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการขนส่ง และเก็บรักษา โดยชนิดของสารที่ก่อให้เกิดโฟม EA ผสมกับ MET ปริมาณ 0.44% ในส่วนผสมมีต้นทุนในการผลิตต่อกิโลกรัมน้อยที่สุด อีกทั้งมีการกระจายตัว และการคืนรูปอยู่ในเกณฑ์สูง ส่วนปริมาณความชื้นเป็นไปตามมาตราฐาน Codex สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผลยอผสมสับปะรดผง

ชนิดของสารก่อให้เกิดโฟม	ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟม (%w/w)	คุณสมบัติทางกายภาพ						
		ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความชื้น (%)	a_w	ผลผลิตที่ได้ (%)	ราคาสารก่อโฟม (บาท/กิโลกรัมน้ำผลไม้ผสมผง)
EA	0.40	$90.96^{a} \pm 0.64$	$-0.54^{d} \pm 0.04$	$14.79^{d} \pm 0.54$	$1.33^{bc} \pm 0.35$	$0.350^{b} \pm 0.00$	$30.39^{a} \pm 1.83$	324.45
	0.50	$89.94^{b} \pm 0.77$	$-0.18^{b} \pm 0.09$	$13.98^{e} \pm 0.46$	$1.15^{c} \pm 0.41$	$0.334^{cd} \pm 0.01$	$24.52^{b} \pm 0.71$	493.88
	0.60	$91.27^{a} \pm 0.19$	$-1.17^{f} \pm 0.08$	$14.39^{de} \pm 0.07$	$1.59^{abc} \pm 0.29$	$0.332^{cd} \pm 0.00$	$25.49^{b} \pm 0.38$	563.36
	0.70	$89.14^{cd} \pm 0.66$	$-0.02^{f} \pm 0.05$	$14.62^{d} \pm 0.11$	$2.00^{ab} \pm 0.07$	$0.337^{c} \pm 0.00$	$21.52^{cd} \pm 1.03$	771.84
	0.80	$90.08^{b} \pm 0.27$	$-0.65^{de} \pm 0.02$	$14.64^{d} \pm 0.16$	$1.87^{ab} \pm 0.61$	$0.328^{de} \pm 0.00$	$25.45^{b} \pm 1.12$	741.06
EA+MET	0.44	$86.13^{g} \pm 0.32$	$-1.19^{b} \pm 0.02$	$16.36^{a} \pm 0.16$	$2.17^{a} \pm 0.37$	$0.337^{c} \pm 0.00$	$21.35^{cd} \pm 1.06$	191.10
	0.54	$87.70^{f} \pm 0.07$	$-0.61^{d} \pm 0.07$	$16.17^{ab} \pm 0.22$	$2.08^{a} \pm 0.24$	$0.364^{a} \pm 0.00$	$20.11^{d} \pm 0.58$	262.56
	0.64	$88.72^{de} \pm 0.19$	$-0.57^{d} \pm 0.06$	$15.75^{bc} \pm 0.34$	$1.90^{ab} \pm 0.13$	$0.333^{cd} \pm 0.00$	$19.73^{d} \pm 0.85$	328.43
	0.74	$88.31^{ef} \pm 0.34$	$-0.34^{c} \pm 0.13$	$15.57^{c} \pm 0.34$	$2.08^{a} \pm 0.36$	$0.332^{cd} \pm 0.00$	$22.34^{c} \pm 1.42$	343.78
	0.84	$89.72^{bc} \pm 0.14$	$-0.77^{e} \pm 0.12$	$14.48^{de} \pm 0.30$	$2.32^{a} \pm 0.59$	$0.324^{e} \pm 0.01$	$20.85^{cd} \pm 0.71$	425.90

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.12 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูป

ชนิดของสารก่อให้เกิดโฟม	ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟม (%w/w)	คุณภาพทางกายภาพ					
		ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*	ความสามารถในการคืนรูป (%)	การกระจายตัว (OD)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
EA	0.40	$52.33^{a} \pm 0.41$	$-0.90^{ab} \pm 0.05$	$10.16^{a} \pm 0.13$	$80.40^{a} \pm 0.85$	$0.086^{c} \pm 0.00$	$3.58^{h} \pm 0.01$
	0.50	$51.80^{a} \pm 0.79$	$-0.77^{a} \pm 0.03$	$9.10^{bc} \pm 0.54$	$79.89^{a} \pm 1.86$	$0.083^{c} \pm 0.00$	$3.61^{f} \pm 0.00$
	0.60	$51.66^{a} \pm 0.09$	$-0.91^{ab} \pm 0.02$	$9.97^{a} \pm 0.22$	$78.50^{ab} \pm 1.27$	$0.071^{e} \pm 0.00$	$3.64^{c} \pm 0.00$
	0.70	$50.99^{a} \pm 0.50$	$-0.87^{ab} \pm 0.10$	$8.91^{c} \pm 0.53$	$78.90^{ab} \pm 0.71$	$0.076^{d} \pm 0.00$	$3.67^{b} \pm 0.00$
	0.80	$51.99^{a} \pm 0.46$	$-1.17^{c} \pm 0.11$	$8.69^{c} \pm 0.36$	$79.60^{ab} \pm 1.13$	$0.074^{de} \pm 0.00$	$3.70^{a} \pm 0.00$
EA+MET	0.44	$50.29^{ab} \pm 0.87$	$-0.95^{ab} \pm 0.12$	$9.63^{ab} \pm 0.42$	$79.40^{ab} \pm 1.14$	$0.100^{a} \pm 0.00$	$3.58^{h} \pm 0.01$
	0.54	$50.30^{ab} \pm 1.23$	$-1.03^{bc} \pm 0.13$	$9.89^{a} \pm 0.33$	$77.70^{ab} \pm 0.42$	$0.098^{a} \pm 0.00$	$3.59^{g} \pm 0.00$
	0.64	$48.61^{bc} \pm 1.78$	$-0.80^{ab} \pm 0.15$	$9.70^{ab} \pm 0.43$	$75.70^{bc} \pm 3.54$	$0.093^{b} \pm 0.00$	$3.61^{f} \pm 0.00$
	0.74	$47.70^{c} \pm 1.61$	$-0.74^{a} \pm 0.18$	$9.76^{ab} \pm 0.18$	$75.90^{bc} \pm 2.21$	$0.098^{a} \pm 0.00$	$3.62^{e} \pm 0.00$
	0.84	$48.51^{bc} \pm 1.60$	$-0.84^{ab} \pm 0.17$	$9.95^{a} \pm 0.57$	$73.80^{c} \pm 0.00$	$0.093^{b} \pm 0.01$	$3.63^{d} \pm 0.00$

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสดกับน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูปที่ใช้ EA+MET เป็นสารที่ก่อให้เกิดโฟมปริมาณ 0.44% โดยน้ำหนักพบว่า สีและความใสของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสดกับน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) (ตาราง 4.13) โดยน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสดมีค่า L* (ความสว่าง) เท่ากับ 45.02±0.27 ค่าสี a* (เขียว) เท่ากับ -0.36±0.13 ค่าสี b* (เหลือง) เท่ากับ 12.61±0.49 ในขณะที่น้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูปที่ใช้ EA+MET เป็นสารที่ก่อให้เกิดโฟมในปริมาณ 0.44% โดยน้ำหนัก มีค่า L* (ความสว่าง) เท่ากับ 50.29±0.87 ค่าสี a* (เขียว) เท่ากับ -0.92±0.12 ค่าสี b* (เหลือง) เท่ากับ 9.36±0.42 เนื่องจากน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูปมีส่วนผสมของ maltodextrin เพื่อช่วยในการทำแห้ง และได้ผ่านกระบวนการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที จึงทำให้คุณภาพด้านสี และความใสแตกต่างกัน ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน ความหนืด กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตาราง 4.13 เปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดสดกับน้ำผลยอผสมน้ำสับปะรดผงคืนรูป

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	น้ำผลไม้ผสมสด	น้ำผลไม้ผสมคืนรูป
สี	6.00^{a}±1.49	7.50^{b}±0.71
ความใส	5.50^{a}±1.17	6.80^{b}±1.03
ความเป็นเนื้อเดียวกัน^{ns}	6.00±1.33	6.60±1.17
ความหนืด^{ns}	6.80±1.4	6.60±1.26
กลิ่น^{ns}	6.60±1.78	6.50±1.18
รสชาติ^{ns}	7.50±0.85	7.30±1.16
การยอมรับรวม^{ns}	7.20±1.03	6.60±0.84

หมายเหตุ : - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ns หมายถึง ค่าของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved