บทที่ 4
ผล และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 คุณภาพของน้ำผลไม้สกัด

จากการสกัดน้ำผลไม้ทั้ง 3 ชนิด ได้ปริมาณผลผลิตของน้ำผลไม้ที่สกัดในแต่ละชนิดคือ น้ำหม่อนสกัด 67.80±1.25% น้ำเสาวรสสกัด 57.60±3.25% และน้ำสับปะรดสกัด 49.60±0.76% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) เมื่อนำเอาน้ำผลไม้สกัดแต่ชนิดไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านสี พบว่าค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง-สีเขียว (a*) และค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*) ของน้ำผลไม้สกัดทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกัน โดยที่น้ำสับปะรดสกัดมีค่าความสว่าง (L) มากที่สุด (45.94±0.33) รองลงไปคือ น้ำเสาวรสสกัด (44.01±2.65) และน้ำหม่อนสกัด (10.19±0.17) สำหรับค่าสีแดง (a*) พบว่าน้ำหม่อนสกัดมีค่ามากที่สุด (14.78±1.09) รองลงไป คือ น้ำเสาวรสสกัด (3.34±5.86) และน้ำสับปะรดสกัด (-2.85±4.58) ส่วนค่าสีเหลือง (b*) นั้น พบว่าน้ำเสาวรสสกัดมีค่ามากที่สุด (37.38±0.60) รองลงไป คือ น้ำสับปะรดสกัด (22.16±0.11) และน้ำหม่อนมีค่าต่ำสุด (-7.41±0.63) การที่สีของน้ำผลไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันนั้น เนื่องจากผลไม้แต่ละชนิดมีสารสี (pigment) และปริมาณที่แตกต่างกัน ในผลหม่อนที่สุกเต็มที่เป็นสีม่วงดำจะมีปริมาณแอนโทไซยานิน (anthocyanin) อยู่สูง (สมชาย และคณะ, 2550) ส่วนผลเสาวรส และผลสับปะรดที่เป็นสีเหลืองนั้นจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ (carotenoids) อยู่สูง (นิธิยา, 2549)

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีของน้ำผลไม้สกัดทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยที่น้ำเสาวรสสกัด มีปริมาณกรด (ในรูปของกรดซิตริก) มากที่สุด (3.34±5.86%) รองลงไป คือ น้ำหม่อนสกัด และน้ำสับปะรดสกัด (1.66±1.53% และ 1.28±2.56% ตามลำดับ) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่าน้ำหม่อนสกัดมีค่ามากที่สุด คือ(16.0±0.1°Brix) รองลงไป คือ น้ำสับปะรดสกัด (13.2±0.6°Brix) และน้ำเสาวรสสกัด (13.1±0.1°Brix) ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์นั้น พบว่าน้ำหม่อนสกัดมีค่ามากที่สุด (23.23±1.42%) รองลงไป คือ น้ำสับปะรดสกัด (10.40±0.17%) และน้ำเสาวรสสกัด มีค่าต่ำสุด (7.00±0.17%) ส่วนปริมาณวิตามินซีของน้ำผลไม้สกัดแต่ละชนิดนั้น พบว่าน้ำเสาวรสสกัดมีค่ามากที่สุด (30.26±2.15 mg/100 g) รองลงไป คือ น้ำสับปะรดสกัด (28.34±1.88 mg/100 g) และน้ำหม่อนสกัด (21.40±2.13 mg/100 g) (ตารางที่ 4.1)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 คุณภาพของน้ำผลไม้ที่เตรียมได้ในแต่ละชนิด

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของผลไม้		
	หม่อน	เสาวรส	สับปะรด
คุณภาพระหว่างการคั้น			
- น้ำหนักวัตถุดิบ (kg)	50.16±2.14	52.86±0.21	120.70±2.23 1/
- น้ำหนักผลไม้ที่สกัดได้ (kg)	34.01±0.23	30.29±1.65	59.86±0.89
- ปริมาณน้ำผลไม้ที่สกัดได้ (%)	67.80±1.25	57.60±3.25	49.60±0.76
คุณภาพด้านสีของน้ำผลไม้ที่สกัดได้			
- L (ความสว่าง)	10.19±0.17	44.01±2.65	45.94±0.33
- a* (สีแดง-สีเขียว)	14.78±1.09	3.85±6.03	-2.85±4.58
- b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	-7.41±0.63	37.38±0.60	22.16±0.11
คุณภาพทางเคมีของน้ำผลไม้ที่สกัดได้			
- ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	1.66±1.53	3.34±5.86	1.28±2.65
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	16.1±0.6	13.2±0.6	13.1±0.1
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	23.23±1.42	10.40±0.17	7.00±0.17
- วิตามินซี (mg/100 g)	21.40±2.00	30.26±2.15	28.34±1.88

หมายเหตุ: - 1/ น้ำหนักรวมก้านและจุกของสับปะรด

4.2 อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำผลไม้ผสม

จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert ได้เป็นสูตรน้ำผลไม้ทั้งหมด 10 สูตร ซึ่งในแต่ละสูตรนั้น มีอัตราส่วนของน้ำผลไม้ที่แตกต่างกัน เมื่อนำน้ำผลไม้ผสมในแต่ละสูตรไปวิเคราะห์คุณภาพด้านสี และด้านเคมี พบว่าค่าสี (L, a* และ b*) มีความแตกต่างกันในแต่ละอัตราส่วน (ตารางที่ 4.2) โดยที่อัตราส่วนที่มีส่วนผสมของน้ำหม่อนสกัดอยู่มาก น้ำผลไม้ผสมจะมีสีม่วงดำที่เข้มมาก (ค่า L ต่ำและค่า a* สูง) คุณภาพด้านเคมี พบว่าทุกอัตราส่วน มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ใกล้เคียงกันคือ (16.0±2.4-16.2±2.0°Brix) ซึ่งในแต่ละสูตรที่ได้นั้น ได้มีการเติมน้ำตาลทราย เพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วงที่กล่าวมาแล้วนั้น ส่วนคุณภาพอื่น ๆ มีความแตกต่างกันในแต่ละอัตราส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 คุณภาพด้านสีและด้านเคมีของน้ำผลไม้ผสมในแต่ละสูตรที่ได้ จากการวางแผนการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mixture Design

อัตราส่วนของน้ำผลไม้ (%)				คุณภาพด้านสี			คุณภาพด้านเคมี			
สูตรที่	หม่อน	เสาวรส	สับปะรด	L	a*	b*	ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	ของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix)	น้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด (%)	วิตามินซี (mg/100 g)
1	15	5	80	16.12±0.94	15.16±2.19	-3.65±0.75	0.92±1.73	16.1±0.3	18.17±0.29	21.09±0.99
2	15	25	60	17.41±9.07	16.06±9.07	-1.37±5.85	1.56±4.04	16.0±2.4	20.00±1.32	27.62±1.09
3	10	5	85	19.08±0.19	16.79±6.81	0.87±0.79	1.28±8.08	16.1±1.0	17.50±3.50	20.58±0.73
4	5	25	70	18.00±0.28	15.80±0.24	-1.80±0.82	0.89±8.08	16.1±2.1	23.50±1.32	28.34±0.95
5	5	5	90	17.57±0.25	12.87±9.29	-2.47±8.14	1.07±4.01	16.1±2.7	22.5±0.89	20.33±0.90
6	10	15	75	26.76±3.65	14.21±2.49	6.80±0.50	0.93±4.04	16.2±2.0	17.00±1.80	23.60±1.00
7	13	20	67	18.75±1.19	15.06±0.76	-0.69±0.29	1.40±7.00	16.0±5.1	23.33±0.57	24.04±0.58
8	5	15	80	23.02±0.19	14.54±3.21	5.38±0.19	1.10±4.04	16.2±1.2	17.67±0.76	21.83±0.62
9	10	10	80	24.60±9.71	14.23±0.45	8.37±0.86	1.47±7.00	16.1±3.3	18.33±1.53	20.08±2.17
10	10	25	65	20.55±1.07	15.65±1.57	2.56±0.97	1.52±4.04	16.0±4.1	21.17±1.53	23.08±2.56

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นนำน้ำผลไม้ผสมแต่ละสูตร ซึ่งผ่านการต้มฆ่าเชื้อแล้ว นำไปทดสอบการยอมรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน พบว่าคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตร (ตารางที่ 4.3) จากการนำข้อมูลคะแนนทางประสาทสัมผัสไปวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert พบว่าโปรแกรมได้คำนวณสูตรที่เหมาะสมให้ทั้งหมด 5 สูตร และได้คำนวณคะแนนทางประสาทสัมผัสในแต่ละอัตราส่วนให้ด้วย เมื่อพิจารณาจากคะแนนที่โปรแกรมได้คำนวณให้ จึงได้เลือกสูตรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยน้ำหม่อนสกัด น้ำเสาวรสสกัด และน้ำสับปะรดสกัด (15:14:71) จากการคำนวณเนื่องจากสูตรนี้มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าสูตรอื่น และคะแนนความชอบด้านกลิ่นมีค่าใกล้เคียงกับสูตรอื่น (ตารางที่ 4.4) ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำหม่อนยังประกอบด้วยแคโรทิน วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง วิตามินซี กลูโครส ซูโครส กรดทาร์ทาริก กรดซัคซินิค และกรดซิตริก (ENatural Health Center, 2003) นอกจากนี้ในน้ำหม่อนยังมีมีสารพวกแอนโทไซยานิน และสารประกอบฟีนอล ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย (สมชาย และคณะ, 2550) จึ่งทำให้ได้คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมสูงกว่าสูตรอื่น ๆ

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลไม้ผสมในแต่ละอัตราส่วนผสม

สูตรที่	อัตราส่วนของน้ำผลไม้ (%)			คุณภาพด้านประสาทสัมผัส				
	หม่อน	เสาวรส	สับปะรด	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
1	15	5	80	7.88±1.17	8.04±1.17	7.38±1.45	7.90±1.15	7.86±0.99
2	15	25	60	7.76±1.10	7.70±1.18	7.84±1.23	7.54±1.30	7.64±1.12
3	10	5	85	6.92±1.48	6.82±1.53	7.26±1.63	8.10±1.04	7.63±1.23
4	5	25	70	7.38±0.95	7.29±1.18	6.94±1.43	7.55±1.38	7.62±1.09
5	5	5	90	7.76±1.10	7.88±1.08	7.68±1.33	8.18±1.29	8.02±0.98
6	10	15	75	7.48±1.43	7.50±1.47	7.57±1.25	7.79±1.50	7.62±1.21
7	13	20	67	6.48±1.62	6.22±1.79	7.24±1.87	7.22±1.36	6.97±1.44
8	5	15	80	6.92±1.44	7.00±1.21	7.17±1.36	7.97±1.16	7.57±1.06
9	10	10	80	7.18±1.76	7.50±1.39	7.39±1.30	7.55±1.33	7.63±0.99
10	10	25	65	6.60±1.55	6.68±1.57	7.10±1.70	7.92±0.97	7.40±1.26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert

สูตรที่	อัตราส่วนของน้ำผลไม้ (%)			คะแนนคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณให้				
	หม่อน	เสาวรส	สับปะรด	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
1	15	5	80	7.83	7.94	7.54	7.78	7.87
2	15	6	79	7.93	8.08	7.43	7.94	7.97
3	15	7	77	7.91	8.06	7.45	7.91	7.96
4	15	14	71	7.95	8.11	7.41	7.97	7.99
5	14	16	70	7.80	7.91	7.57	7.74	7.85

4.3 สภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นโดยใช้เทคนิคแบบแช่เยือกแข็ง

จากการนำน้ำผลไม้ผสมที่มีอัตราส่วนผสมตามที่คัดเลือกได้ในการทดลองที่ 4.2 ไปผลิตเป็นน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นโดยใช้เทคนิคการทำเข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง ซึ่งผ่านการสร้างผลึกน้ำแข็งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 3 ช่วงเวลา คือ 20 40 และ 60 นาที แล้วเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออก (ตารางที่ 4.5) โดยแต่ละช่วงเวลาของการสร้างผลึกน้ำแข็งนั้น นำไปเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออก แล้วนำน้ำผลไม้ผสมที่เหวี่ยงแยกได้ไปสร้างผลึกน้ำแข็ง แล้วเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออกอีก ทำซ้ำ 3 ครั้ง เนื่องจากน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ได้จากการเหวี่ยงแยกครั้งที่ 3 สามารถได้ตามมาตรฐานน้ำผลไม้รวมเข้มข้น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549) และปริมาณผลึกน้ำแข็งที่ได้จากการเหวี่ยงก็มีปริมาณน้อยมากด้วย

หลังการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่หนึ่ง พบว่าเมื่อใช้เวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งนานขึ้น น้ำหนักน้ำผลไม้ผสมที่ได้จากการเหวี่ยงแยก มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ แต่ในทางกลับกัน น้ำหนักผลึกน้ำแข็งที่แยกได้ มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.5) เนื่องจากปริมาณของน้ำบริสุทธิ์ในน้ำผลไม้จะรวมตัวกันเป็นผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้สามารถแยกผลึกน้ำแข็งออกได้มากขึ้นด้วย (Seiji *et al.,* 2008) จากการที่เหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออกไปได้มากขึ้นตามระยะเวลาที่สร้างผลึกน้ำแข็งนี้ พบว่าค่าความสว่าง (L) มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งปรากฏการนี้เกิดจากการใช้ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่นานขึ้น ทำให้ของแข็งที่ละลาย และไม่ละลายบางส่วน ติดไปกับผลึกน้ำแข็งที่แยกออกไปโดยเฉพาะสารสีแดงของน้ำผลหม่อน (ภาคผนวกที่ ก.5) อีกอย่างการใช้ระยะเวลาที่นานขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำผลไม้มีการสัมผัสกับอากาศมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ส่งผลให้สารสีในน้ำผลไม้เกิดการสลายตัว (Juliane *et al.,* 2008) จึงทำให้ความสว่างของน้ำผลไม้ลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สำหรับการเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออกนี้ มีผลต่อความข้นหนืดเล็กน้อย เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำผลไม้ผสมที่เหวี่ยงแยกได้ พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการสร้างผลึกน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้น และมีผลเล็กน้อยต่อความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด ส่วนปริมาณวิตามินซีที่อยู่ในรูปของกรดเกิดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากวิตามินซีบางส่วนได้ติดไปกับผลึกน้ำแข็งที่แยกออกไป และมีการเหวี่ยงแยกหลายครั้ง ในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้วิตามินซีการสลายตัว นอกจากนี้ระยะเวลาการจัดเก็บที่นานเกินไป และสภาวะแวดล้อมที่อยู่รอบตัวน้ำผลไม้เช่น แสง และออกซิเจน ก็เป็นอีกเหตุผลสำคัญที่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง (Rapisarda *et al.,* 2008)

สำหรับน้ำผลไม้ผสมที่เหวี่ยงแยกได้หลังการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่สองนั้น มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่าง ๆ เช่น เดียวกับการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่หนึ่ง (ตารางที่ 4.5) แต่น้ำผลไม้ผสมที่แยกได้ มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่หนึ่ง ตามระยะเวลาการสร้างผลึกน้ำแข็ง 60 นาที ได้น้ำผลไม้ผสมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 40.9$\pm$ 0.3°Brix

ส่วนการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่สาม พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่าง ๆ ของน้ำผลไม้ผสมที่แยกได้ มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สอง (ตารางที่ 4.5) ที่ระยะเวลาการสร้างผลึกน้ำแข็ง 40 นาที และ 60 นาที ซึ่งได้น้ำผลไม้ผสม ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดใกล้เคียงกันคือ 45.2$\pm$0.5 - 45.4$\pm$0.2°Brix ส่วนระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่ 20 นาทีนั้น ได้น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 42.2$\pm$0.2°Brix

ตารางที่ 4.5 ลักษณะคุณภาพ ของน้ำผลไม้ผสมที่ผ่านการสร้างผลึกน้ำแข็งในระยะเวลาแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งในแต่ละครั้ง (นาที)		
	20	40	60
การสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่หนึ่ง			
น้ำผลไม้ผสมที่ได้จากการเหวี่ยงแยก			
- น้ำหนักเริ่มต้น (kg)	7.14±0.08	7.14±1.14	7.14±0.56
- อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	4.00±0.22	4.00±1.18	4.00±0.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งในแต่ละครั้ง (นาที)		
	20	40	60
- น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก (kg)	4.27±3.15	3.98±1.27	3.84±0.68
ผลึกน้ำแข็งที่แยกได้			
- น้ำหนักผลึกน้ำแข็ง (kg)	1.66±2.42	1.88±0.14	3.12±3.40
- อุณหภูมิหลังเหวี่ยงแยก (°C)	-2.00±0.14	-2.00±0.0	-2.00±0.06
- น้ำหนักที่สูญหาย (kg)	0.18±2.19	0.73±3.46	0.19±1.17
คุณภาพด้านกายภาพของน้ำผลไม้ผสมที่แยกได้			
- L (ความสว่าง)	17.89±0.56	18.58±1.23	22.50±2.54
- a* (สีแดง-สีเขียว)	21.73±1.52	18.78±1.89	14.98±3.12
- b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	-1.64±1.98	-4.15±2.12	-0.83±0.21
- ความข้นหนืด (cP)	3.51±1.26	3.64±1.78	3.72±0.23
คุณภาพด้านเคมีของน้ำผลไม้ผสมที่แยกได้			
- ความเป็นกรด- ด่าง	3.6±0.18	3.6±1.19	3.6±1.08
- ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	1.23±4.58	2.41±0.15	2.40±0.24
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	24.8±0.6	26.9±0.2	27.1±0.1
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	17.22±2.17	20.17±3.15	22.17±1.87
- วิตามินซี (mg/100 g)	28.24±1.02	26.08±0.84	25.66±0.98
การสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่สอง			
น้ำผลไม้ผสมที่ได้จากการเหวี่ยงแยก			
- น้ำหนักเริ่มต้น (kg)	4.27±3.15	3.98±1.27	3.84±0.68
- อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	4.00±0.18	4.15±0.16	4.00±0.44
- น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก (kg)	3.82±2.92	2.93±5.08	2.70±2.09
- ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	1.78±2.49	2.97±0.24	3.29±0.14
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	34.0±0.2	37.5±0.2	40.9±0.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งในแต่ละครั้ง (นาที)		
	20	40	60
ผลึกน้ำแข็งที่แยกได้			
- น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก (kg)	0.28±3.93	1.05±0.13	0.97±4.10
- อุณหภูมิหลังเหวี่ยงแยก (°C)	-2.00±0.12	-2.00±0.25	-2.00±0.15
- น้ำหนักที่สูญหาย (kg)	0.65±1.38	0.10±5.66	0.15±0.78
การสร้างผลึกน้ำแข็งครั้งที่สาม			
น้ำผลไม้ผสมที่ได้จากการเหวี่ยงแยก			
- น้ำหนักเริ่มต้น (kg)	3.82±2.92	2.93±5.08	2.70±2.09
- อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	6.67±0.54	6.89±0.15	5.63±0.96
- น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก (kg)	3.67±4.18	2.70±8.42	2.35±2.09
- อุณหภูมิหลังเหวี่ยงแยก (°C)	6.44±0.71	5.66±0.21	5.44±0.63
ผลึกน้ำแข็งที่แยกได้			
- น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยก (kg)	0.084±1.97	0.09±1.12	0.097±1.65
- อุณหภูมิหลังเหวี่ยงแยก (°C)	-2.25±0.23	-2.50±0.12	-2.15±0.04
- น้ำหนักที่สูญหาย (kg)	0.28±0.38	0.32±1.44	0.59±2.14
คุณภาพด้านกายภาพของน้ำผลไม้ผสมที่แยกได้			
- L (ความสว่าง)	13.57±0.40	13.68±0.63	13.74±2.00
- a* (สีแดง-สีเขียว)	16.63±0.89	16.36±0.62	15.59±1.20
- b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	-6.28±0.35	-2.96±0.97	-2.21±1.05
- ความข้นหนืด (cP)	6.63±4.99	6.67±0.97	6.94±0.83
คุณภาพด้านเคมีของน้ำผลไม้ผสมที่แยกได้			
- ความเป็นกรด- ด่าง	3.60±1.12	3.60±1.05	3.60±1.23
- ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	2.30±0.16	3.71±0.84	3.64±0.17
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	42.2±0.2	45.2±0.5	46.4±0.2
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	25.00±0.29	25.33±2.83	26.16±2.08
- วิตามินซี (mg/100 g)	26.45±0.28	24.22±0.24	22.94±0.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบน้ำผลไม้ผสมเริ่มต้นกับน้ำผลไม้ผสมเข้มข้น ที่ผลิตได้จากการสร้างผลึกน้ำแข็งที่ระยะเวลาแตกต่างกัน และเหวี่ยงแยกผลึกน้ำแข็งออก แล้วทำซ้ำ 3 ครั้ง พบว่าค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ได้ มีค่าลดลง และความข้นหนืดนั้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับคุณภาพด้านเคมีนั้น พบว่าปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซิตริก) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของน้ำผลไม้เข้มข้นที่ได้นั้น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่สร้างผลึกน้ำแข็ง แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างนั้น มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4.6) ส่วนปริมาณวิตามินซีนั้น มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากวิตามินซีบางส่วนได้ติดไปกับผลึกน้ำแข็งที่แยกออกไป และมีการเหวี่ยงแยกหลายครั้ง ในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้วิตามินซีเกิดการสลายตัว นอกจากนี้ระยะเวลาการจัดเก็บที่นานเกินไป และสภาวะแวดล้อมที่อยู่รอบตัวน้ำผลไม้ เช่น แสง และออกซิเจน ก็เป็นอีกเหตุผลสำคัญที่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง (Rapisarda *et al.,* 2008)

จากการศึกษาการสร้างผลึกน้ำแข็งของน้ำผลไม้ผสม ที่สามระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสม สำหรับการผลิตน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นนั้น คือ 20 นาที เนื่องจากผลผลิตสุดท้ายที่ได้ มีปริมาณที่มากกว่า มีระดับความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกับช่วงระยะเวลาอื่นคือ 2.55 เท่า (ตารางที่ 4.7) ในทางกลับกันผลึกน้ำแข็งที่ถูกแยกออกไปมีปริมาณที่ต่ำกว่า ถึงแม้ปริมาณการสูญหายจะมีปริมาณที่มากกว่าระยะเวลาอื่น ๆ ก็ตาม นอกจากนี้การใช้ระยะเวลาสั้นในการสร้างผลึกน้ำแข็ง จะช่วยลดการเสื่อมสภาพของน้ำผลไม้ และช่วยลดพลังงานลง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการลดต้นทุนการผลิต และประหยัดเวลาได้เป็นจำนวนมาก

จากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ผสมเข้มข้น พบว่าผลึกน้ำแข็งที่ผ่านการเหวี่ยงแยกในครั้งแรก มีปริมาณที่มากที่สุด เนื่องจากในน้ำผลไม้ผสมมีปริมาณของน้ำบริสุทธิ์ เป็นส่วนผสมอยู่สูง (Juliane *et al.,* 2008) สำหรับผลึกน้ำแข็งที่ได้จากการเหวี่ยงแยกครั้งที่สอง และครั้งที่สามมีปริมาณที่ลดลง (ภาพที่ 4.1) เนื่องจากความเข้มข้นของสารถูกละลายในน้ำผลไม้มีความเข้มข้นขึ้น ทำให้จุดเยือกแข็งน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นลดต่ำลงเรื่อย ๆ และต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำผลไม้ผสมเริ่มต้น (Fellows, 1998) ส่วนน้ำหนักที่สูญหายระหว่างกระบวนการผลิตนั้น ส่วนมากจะติดไปกับผ้าขาวบางที่ใช้ในการเหวี่ยงแยก อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัก และส่วนที่ค้างในเครื่องสร้างผลึกน้ำแข็ง ดังนั้นปริมาณการสูญหายในแต่ละครั้งจึงไม่เท่ากัน ส่วนปริมาณน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นสุดท้ายที่ได้มีผลผลิตเท่ากับ 52% ของปริมาณน้ำผลไม้ผสมเริ่มต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.6 คุณภาพน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ได้จากการใช้เวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับน้ำผลไม้ผสมเริ่มต้น

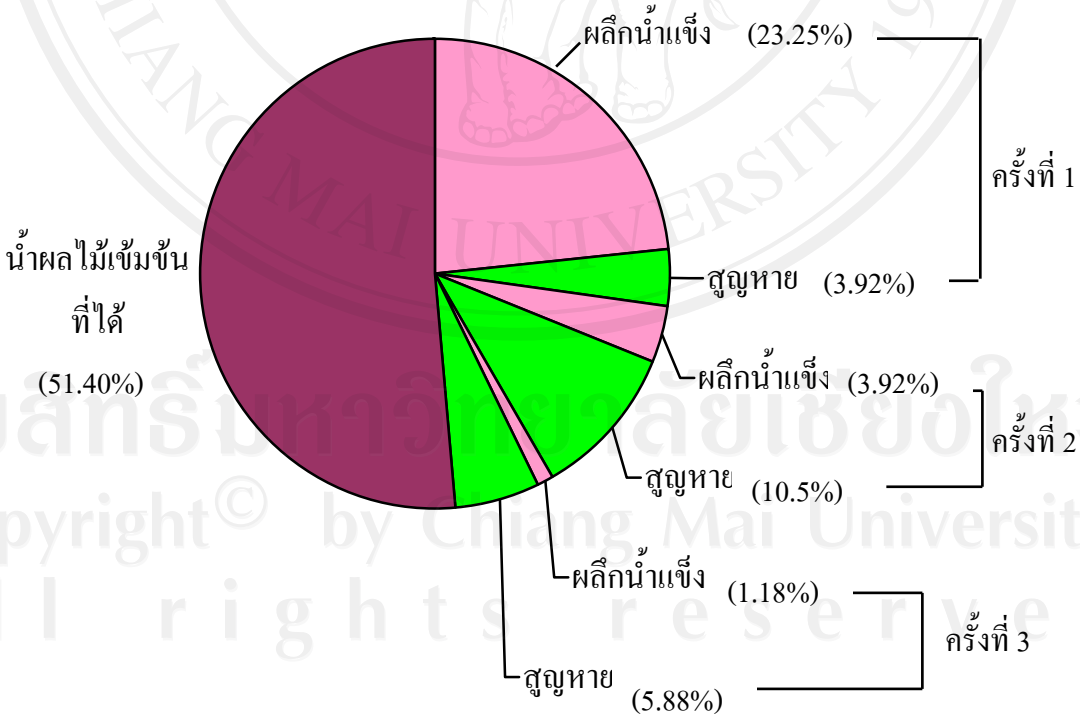
ลักษณะคุณภาพ	น้ำผลไม้ผสมเริ่มต้น	น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ใช้ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งแตกต่างกัน (นาที)		
		20	40	60
คุณภาพระหว่างการสร้างผลึกน้ำแข็ง				
คุณภาพด้านกายภาพ				
- L (ความสว่าง)	21.71±0.77[a]	13.57±0.40[b]	13.68±0.63[b]	13.74±2.00[b]
- a* (สีแดง-สีเขียว)	18.49±0.21[a]	16.63±0.89[b]	16.36±0.62[b]	15.89±1.20[b]
- b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	-0.83±0.28[a]	-6.28±0.35[c]	-2.96±0.97[b]	-2.21±1.05[b]
- ความข้นหนืด (cP)	2.20±5.22[c]	6.63±4.99[b]	6.67±0.97[b]	6.94±0.83[a]
คุณภาพด้านเคมี				
- ความเป็นกรด-ด่าง[ns]	3.60±2.13	3.60±1.12	3.60±1.05	3.60±1.23
- ปริมาณกรดทั้งหมด (% ในรูปของกรดซิตริก)	1.67±0.17[c]	2.30±0.16[b]	3.71±0.84[a]	3.64±0.17[a]
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	16.0±0.4[c]	42.2±0.2[c]	45.2±0.5[b]	46.4±0.2[a]
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	16.87±2.13[c]	27.00±0.29[b]	27.33±2.83[b]	28.16±2.08[a]
- วิตามินซี (mg/100 g)	28.66±0.65[a]	26.45±0.28[b]	24.22±0.24[c]	22.94±0.15[d]

หมายเหตุ: - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 ผลการใช้เวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็งต่อลักษณะคุณภาพของน้ำผลไม้ผสม

ลักษณะคุณภาพ	ระยะเวลาในการสร้างผลึกน้ำแข็ง (นาที)		
	20	40	60
น้ำหนักน้ำผลไม้ผสมเริ่มต้น (%)	100	100	100
น้ำหนักน้ำผลไม้ผสมหลังการเหวี่ยงแยกครั้งที่ 1 (%)	59.80±1.45	55.74±0.25	53.78±0.12
น้ำหนักน้ำผลไม้ผสมหลังการเหวี่ยงแยกครั้งที่ 2 (%)	53.50±2.61	41.04±1.32	37.82±1.16
น้ำหนักน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ได้หลังการเหวี่ยงแยกครั้งที่ 3 (%)	52.00±0.25	46.15±1.14	42.68±0.46
น้ำหนักของผลึกน้ำแข็งรวมทั้ง 3 ครั้ง (%)	28.34±0.86	41.04±0.15	48.64±0.56
น้ำหนักที่สูญหายระหว่างการผลิตทั้งหมด (%)	19.66±0.36	12.81±1.64	8.68±1.17
จำนวนเท่าของความเข้มข้นของน้ำผลไม้ (เท่า)	2.55±1.45	2.73±1.65	2.81±0.05



ภาพที่ 4.1 สมดุลมวลสารของน้ำผลไม้ผสม ที่ผ่านการทำเข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง ที่มีการสร้างผลึกน้ำแข็งนาน 20 นาที แล้วเหวี่ยงแยก ทำซ้ำ 3 ครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้น

จากการฆ่าเชื้อน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นในน้ำเดือด ที่ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ คือ 2 4 และ 6 นาที ตามลำดับ หลังการฆ่าเชื้อ นำไปตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และรา พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการต้มฆ่าเชื้อทั้ง 3 ระดับ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และราได้ (ตารางที่ 4.8) โดยที่มีปริมาณเชื้อลดลงจากเดิมก่อนการฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้ผสมเข้มข้น ที่มีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และรา 619 และ 498 cfu/ml ตามลำดับ หลังการฆ่าเชื้อทั้งสองกลุ่มลดลงเหลือน้อยกว่า 10 cfu/ml ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่นี้ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้รวมเข้มข้น คือ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^4$ cfu/ml และเชื้อยีสต์และราไม่เกิน 100 cfu/ml (มาตระฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสงกรานต์ และสมชาย (2550) ที่ได้ทำการฆ่าเชื้อผลหม่อนสุกที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัว พบว่าใช้เวลา 2 นาที ในการฆ่าเชื้อในน้ำเดือดสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และราลงอยู่ในเกณฑ์การมาตรฐานได้ แต่ในทางปฏิบัติได้ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนาน 4 นาที หลังการต้มฆ่าเชื้อ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์การมาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่เพื่อความมั่นใจในการผลิต จึงเลือกใช้ระยะเวลาที่ 4 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้เข้มข้น

ตารางที่ 4.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ผสมเข้มข้น ก่อนและหลังการต้มฆ่าเชื้อที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ระยะเวลาของการต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือด (นาที)		
	2	4	6
ก่อนการต้มฆ่าเชื้อ			
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml)	6.2×10^2	6.2×10^2	6.2×10^2
เชื้อยีสต์และรา (cfu/ml)	498	498	498
หลังการต้มฆ่าเชื้อ			
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml)	<10	<10	<10
เชื้อยีสต์และรา (cfu/ml)	<10	<10	<10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นระหว่างการเก็บรักษา

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลินทรีย์ของน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ผลิตได้ ที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 4 นาที และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน โดยเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก่อน และหลังการเก็บรักษา รวมทั้งเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ได้กับน้ำผลไม้ผสมสด และน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นหลังเจือจาง ซึ่งได้ผลดังนี้

4.5.1 คุณภาพด้านกายภาพ

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้น หลังการเก็บรักษานาน 30 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสารสี (pigment) มีการสลายตัวในระหว่างการเก็บรักษา จึงทำให้สีจางลง (ไพบูลย์, 2532) ในทางกลับกันค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 4.10) เพราะสารสีแดงในน้ำหม่อนบางส่วนได้สูญเสียไปในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณของแข็งที่อยู่ในตัวผลิตภัณฑ์มีการดูดซับเอาน้ำบางส่วนเอาไว้ ทำให้ปริมาณน้ำที่หลงเหลือลดลง

4.5.2 คุณภาพด้านเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้น หลังการเก็บรักษานาน 30 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซีตริก) มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (ตารางที่ 4.10) สำหรับปริมาณวิตามินซีนั้น มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เข้มข้นที่ได้ ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในน้ำเดือด และได้ผ่านระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 30 วัน ทำให้วิตามินซีเกิดการสลายตัว นอกจากนี้การลดลงของวิตามินซียังเกิดจากสภาวะแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ เช่น อุณหภูมิการเก็บรักษา แสง และออกซิเจนที่อยู่ในขวด (Rapisarda *at el.,* 2008) ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดลดลงตามไปด้วย (Nicoli *et al.,*1999) สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นนั้น พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์นั้น เมื่อผ่านการเก็บรักษาไว้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 คุณภาพด้านกายภาพ และด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นก่อน และหลังการเก็บรักษา 30 วัน

ลักษณะคุณภาพ	คุณภาพของน้ำผลไม้เข้มข้น	
	ก่อนการเก็บรักษา	หลังการเก็บรักษา 30 วัน
คุณภาพด้านกายภาพ		
- L (ความสว่าง)	13.67^{b}±0.40	18.32^{a}±2.36
- a* (สีแดง-สีเขียว)	16.36^{a}±0.89	14.68^{b}±0.58
- b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน)	-6.28^{b}±0.35	-5.12^{a}±3.12
- ความข้นหนืด (cP)	6.63^{b}±4.99	7.89^{a}±1.23
คุณภาพด้านเคมี		
- ความเป็นกรด- ด่าง ^{ns}	3.60±1.12	3.18±2.00
- ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ^{ns}	2.30±0.16	2.21±2.47
- ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix) ^{ns}	42.2±0.2	42.4±1.7
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	25.00^{b}±0.22	26.10^{a}±1.59
- วิตามินซี (mg/100 g)	26.45^{a}±0.28	22.54^{b}±0.98

หมายเหตุ: - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.5.3 คุณภาพด้านจุลินทรีย์

จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวด หลังการเก็บรักษานาน 30 วัน พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีน้อยกว่า 10 cfu/ml และกลุ่มของเชื้อยีสต์และรามีจำนวนที่เพิ่มขึ้นเป็น 20 cfu/ml ที่ระยะเวลาการต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือดนาน 4 นาที (ตารางที่ 4.10) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้รวมเข้มข้นคือ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^{4}$ cfu/ml และกลุ่มของเชื้อยีสต์และราไม่เกิน 100 cfu/ml (มาตระฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสงกรานต์ และสมชาย (2550) ที่ใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อนาน 4 นาที หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 6 เดือน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยังอยู่ในเกณฑ์การมาตรฐานที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวด ซึ่งจัดอยู่ในอาหารประเภทที่มีความเป็นกรด ($pH \leq 4.5$) จึงทำให้เชื้อแบคทีเรียที่ไม่ชอบสภาวะที่เป็นกรดไม่สามารถเจริญขึ้นได้ ส่วนกลุ่มของเชื้อยีสต์และรา จะถูกทำลายด้วยความร้อนในระดับน้ำเดือดที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้ โดยส่วนใหญ่แล้วจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำผลไม้เช่น เชื้อยีสต์และรา จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 65°C 30 นาที 77°C 1 นาที และ 88°C 15 วินาที (วิไล, 2546) แต่อาจมีสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนร้อน (thermophile) และทนกรด (acidity tolerant) บางชนิดหลงเหลืออยู่ เพราะสปอร์พวกนี้สามารถทนความร้อนในระดับน้ำเดือดได้ แต่จะถูกทำลายด้วยความร้อน 121°C เป็นเวลา 15 นาที (สุมาลี, 2541)

ตารางที่ 4.10 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ผ่านการต้นฆ่าเชื้อนาน 4 นาที หลังเก็บรักษานาน 30 วัน

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (cfu/ml)
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	<10
เชื้อยีสต์และรา	20

4.5.4 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

หลังการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวด ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน นำไปทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อเปรียบเทียบน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นที่ผลิตได้กับน้ำผลไม้สดผสมพร้อมดื่ม และน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นหลังเจือจาง (ตารางที่ 4.11) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนการยอมรับแบบ 9 Point Hedonic scale หลังการเจือจางน้ำอีกหนึ่งส่วน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในลักษณะปรากฏ และรสชาติอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำผลไม้สดผสมพร้อมดื่ม ส่วนคะแนนการยอมรับคุณภาพด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมของน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นหลังเจือจางกับน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวด และน้ำผลไม้สดผสมพร้อมดื่ม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวดกับน้ำผลไม้สดผสมพร้อมดื่ม และน้ำผลไม้ผสมเข้มข้นหลังเจือจาง

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส	ชนิดของน้ำผลไม้		
	น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นบรรจุขวด	น้ำผลไม้สดผสมพร้อมดื่ม	น้ำผลไม้ผสมเข้มข้นหลังเจือจาง
ลักษณะปรากฏ	$7.30^{b} \pm 1.63$	$8.14^{a} \pm 1.69$	$8.07^{a} \pm 0.74$
สี	$8.31^{a} \pm 1.76$	$7.28^{b} \pm 1.38$	$6.35^{c} \pm 0.61$
กลิ่น	$7.17^{a} \pm 1.48$	$7.23^{a} \pm 2.21$	$6.10^{b} \pm 1.84$
รสชาติ ^{ns}	7.38 ± 1.46	7.89 ± 1.51	7.06 ± 1.03
ความชอบโดยรวม	$7.14^{a} \pm 1.18$	$7.93^{a} \pm 1.30$	$6.02^{b} \pm 1.17$

หมายเหตุ: - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved