บทที่ 4
ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 ลักษณะคุณภาพของผลหม่อน และน้ำหม่อนที่ระยะความสุกต่างกัน

จากการนำผลหม่อนสดพันธุ์เชียงใหม่ (ภาพที่ ข.1) ที่ปลูกไว้ในแปลงของศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เชียงใหม่ มาแบ่งระยะความสุกออกเป็น 3 ระยะ โดยการสังเกตผลหม่อนด้วยสายตา คือ ผลแก่ (สีแดงทั้งผล) ผลห่าม (สีม่วงดำร้อยละ 50) และผลสุก (สีม่วงดำทั้งผล) (ภาพที่ ข.2) แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ทั้งในผลหม่อนและน้ำหม่อน ในส่วนของผลหม่อน พบว่าแรงที่ใช้ตัดผลหม่อนให้ขาดมีค่าลดลงเมื่อผลสุกเพิ่มมากขึ้น (23.79$\pm$3.85 15.80$\pm$2.92 และ 9.48$\pm$2.47 นิวตัน เรียงจากหม่อนผลแก่ ผลห่าม และผลสุก ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.1) สำหรับปริมาณความชื้นของผลหม่อน พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อมีความสุกเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยที่ผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับร้อยละ 88.27$\pm$1.50 86.31$\pm$1.13 และ 81.65$\pm$1.46 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของธิติพันธ์ (2549) ที่พบว่าความชื้นในผลหม่อนจะลดลงเมื่อผลหม่อนมีความสุกเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 86.60$\pm$0.76 และ 81.56$\pm$0.56 ในผลสุก และผลสุกจัด ตามลำดับ)

สารในกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ในผลหม่อน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทิน พบว่ามีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.1) โดยที่ผลหม่อนทุกระยะความสุกมีค่าของสารดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในหม่อนผลสุกพบสารประกอบฟีนอล-ทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทินสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3,716.24$\pm$63.83 2,940.70$\pm$60.44 และ 3.08$\pm$0.45 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าดัชนีสารแอนติ-ออกซิแดนต์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ผลหม่อนสุกมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.45$\pm$0.95 และร้อยละ 88.48$\pm$1.97 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดในผลหม่อนสุกกับผลไม้ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ Cranberry, Currant (red), Cherry (sour), Raspberry และ Strawberry (Gross, 1987) พบว่าผลหม่อนสุกมีปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมดมากกว่า จากการศึกษาของสมชาย และคณะ (2550) พบว่าสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทินในผลหม่อนสด (พันธุ์เชียงใหม่) มีค่าสูงขึ้นเมื่อผลหม่อนมีความสุกเพิ่มมากขึ้น ในผลหม่อนสุกมีค่าสูงสุดเท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3,654.97±7.59 2,512.40±11.32 และ 1.81±1.00 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลหม่อนขาว (*Morus alba*) ผลหม่อนแดง (*Morus rubra*) และผลหม่อนดำ (*Morus nigra*) ที่ปลูกในประเทศตุรกีของ Ercisli and Orhan (2006) พบว่าสารประกอบฟีนอลทั้งหมดและสารเคอร์ซีทินมีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยพบสารดังกล่าวในหม่อนดำสูงสุดเท่ากับ 14.22 และ 2.76 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

หลังจากปั่นผลหม่อนที่ระยะความสุกต่าง ๆ แล้วคั้นแยกเอาเฉพาะน้ำหม่อนไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพค่าสี พบว่าค่า L* (ความสว่าง) มีค่าลดลงเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น โดยที่น้ำหม่อนจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 18.42±0.14 12.88±0.78 และ 9.05±1.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งถ้ามีค่าน้อยแสดงว่าน้ำหม่อนมีสีแดงเข้ม แต่ถ้ามีค่ามากแสดงว่ามีสีแดงอ่อน ส่วนค่า a* (สีแดง/สีเขียว) ของน้ำหม่อนทั้ง 3 ระยะความสุก พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น โดยที่น้ำหม่อนจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุก มีค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 22.63±0.31 20.04±0.65 และ 13.91±0.12 ตามลำดับ ซึ่งถ้ามีค่าเป็นบวกแสดงว่ามีสีออกแดง แต่ถ้ามีค่าเป็นลบแสดงว่ามีสีออกเขียว และค่า b* (สีเหลือง/น้ำเงิน) พบว่าน้ำหม่อนจากผลแก่มีสีออกเหลือง มีค่าเท่ากับ 0.89±0.83 ส่วนน้ำหม่อนจากผลห่าม และผลสุกมีสีออกน้ำเงิน มีค่าเท่ากับ -4.48±0.58 และ -9.40±0.65 ตามลำดับ คุณภาพของค่าสีที่ตรวจวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับค่าความเข้มของสี (OD_{520}) ที่พบว่าสีจะเข้มขึ้นเมื่อผลหม่อนมีความสุกเพิ่มมากขึ้น โดยที่น้ำหม่อนจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 0.48±0.07 0.52±0.05 และ 0.77±0.08 ตามลำดับ จากคุณภาพของค่าสี (L* a* b*) และค่าความเข้มของสี (OD_{520}) ของน้ำหม่อนสามารถระบุได้ว่าผลหม่อนเมื่อเริ่มสุกจะมีสีแดง และเมื่อความสุกเพิ่มขึ้นจนถึงสุกจัดสีแดงก็จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม หรือสีม่วงดำ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของสารสีในผลหม่อน สารสีส่วนใหญ่ในผลไม้สุกเป็นสารแอนโทไซยานิน ซึ่งพบว่ามีการสังเคราะห์สารแอนโทไซยานินเพิ่มสูงขึ้น เมื่อผลไม้เริ่มแก่ และเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อผลสุกเต็มที่ (จริงแท้, 2549)

สำหรับคุณภาพทางเคมีของน้ำหม่อน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ค่า pH มีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้น (2.99±0.18 3.06±0.36 และ 3.20±0.25 เรียงจากน้ำหม่อนที่สกัดจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุก ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.1) ในทางกลับกันปริมาณกรดทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง (ร้อยละ 3.82±0.43 2.95±0.52 และ 1.05±0.13 โดยน้ำหนัก) ซึ่งค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับคุณภาพทางด้านสีของผลหม่อน กล่าวคือ สารสีส่วนใหญ่ในผลหม่อนเป็นสารแอนโทไซยานินที่มีโครงสร้าง และสีเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อน้ำหม่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีค่า pH ต่ำ สารแอนโทไซยานินจะให้สีแดงของ flavylium anion แต่เมื่อ pH สูงขึ้นจะให้สีน้ำเงินของ anhydrobase แทน (Gross, 1987) ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่ามีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้น โดยที่น้ำหม่อนจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 6.06±0.19 8.05±0.28 และ 12.03±0.34 องศาบริกซ์ ตามลำดับ สอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 4.80±1.03 10.50±1.48 และ 21.30±1.55 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เช่นกัน

ตารางที่ 4.1 ลักษณะคุณภาพของผลหม่อน และน้ำหม่อนที่ระยะความสุกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ระยะความสุกของผลหม่อน และน้ำหม่อน		
	ผลแก่	ผลห่าม	ผลสุก
ผลหม่อน			
แรงตัดผลหม่อนให้ขาด (N)	23.79^{a}±3.85	15.80^{b}±2.92	9.48^{c}±2.47
ความชื้น (%)	88.27^{a}±1.50	86.31^{b}±1.13	81.65^{c}±1.46
สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (µg/g)	$1,200.49^{c}$±55.42	$1,905.51^{b}$±66.17	$3,716.24^{a}$±63.80
สารแอนโทไซยานินทั้งหมด (µg/g)	150.40^{c}±36.32	850.25^{b}±42.39	$2,940.70^{a}$±60.44
สารเคอร์ซีทิน (µg/g)	1.03^{c}±0.43	1.86^{b}±0.38	3.08^{a}±0.45
ค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์	5.66^{c}±0.82	6.88^{abc}±0.90	8.45^{a}±0.95
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (%)	66.85^{c}±2.11	75.05^{b}±2.02	88.48^{a}±1.97
น้ำหม่อน			
ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	18.42^{a}±0.14	12.88^{b}±0.78	9.05^{c}±1.66
a* (สีแดง/สีเขียว)	22.63^{a}±0.31	20.04^{b}±0.65	13.91^{c}±0.12
b* (สีเหลือง/น้ำเงิน)	0.89^{a}±0.83	-4.48^{b}±0.58	-9.40^{c}±0.65
ความเข้มของสี (OD_{520}) (หลังเจือจางด้วยน้ำกลั่น 100 เท่า)	0.48^{c}±0.07	0.52^{b}±0.05	0.77^{a}±0.08
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	2.99^{c}±0.18	3.06^{b}±0.36	3.20^{a}±0.25
ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	3.82^{a}±0.43	2.95^{b}±0.52	1.05^{c}±0.13
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix)	6.06^{c}±0.19	8.05^{b}±0.28	12.03^{a}±0.34
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	4.80^{c}±1.03	10.50^{b}±1.48	21.30^{a}±1.55

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 น้ำหนักบรรจุที่เหมาะสมของผลหม่อนในแต่ละระยะความสุก สำหรับการผลิตผลหม่อนในน้ำเชื่อม

จากการศึกษาน้ำหนักบรรจุของผลหม่อนทั้ง 3 ระยะความสุก คือ ผลแก่ (สีแดงทั้งผล) ผลห่าม (สีม่วงดำร้อยละ 50) และผลสุก (สีม่วงดำทั้งผล) ในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) ขนาด 16.5x14 เซนติเมตร ซึ่งสามารถบรรจุได้น้ำหนักสุทธิ (net weight) 300 กรัมต่อถุง หลังจากบรรจุผลหม่อนลงในบรรจุภัณฑ์ให้มีน้ำหนักแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 125 130 135 140 และ 145 กรัมต่อถุง แล้วผลิตเป็นผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน นำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมทุกตัวอย่าง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ คือ 20$\pm$1.5 องศาบริกซ์ (heavy syrup; 18.0-21.9 องศาบริกซ์) สำหรับน้ำหนักสูญหายของผลหม่อนหลังการบรรจุ พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วงร้อยละ 7.20$\pm$0.98-13.57$\pm$0.51 (ตารางที่ 4.2) ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อผลหม่อนมีความสุกมากขึ้นจะมีเนื้อที่อ่อนนุ่ม น้ำในเซลล์จึงสูญเสียออกไปได้มาก อีกทั้งในน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นของน้ำตาลอยู่สูงจึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างน้ำตาล กับน้ำที่อยู่ในผลหม่อนโดยกระบวนการออสโมซิส (ไพบูลย์, 2532) ดังนั้นจึงทำให้ผลหม่อนหดตัวลง และมีการสูญเสียของน้ำหนักสูงขึ้นดังกล่าว

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 179 (พ.ศ. 2540) (ภาคผนวก ฉ) ระบุไว้ว่าอาหารในภาชนะบรรจุปิดที่สนิท ที่เป็นผลไม้ทั้งผล จะต้องมีน้ำหนักเนื้อของอาหาร (drained weight) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ (net weight) ซึ่งในการศึกษานี้ได้กำหนดให้มีน้ำสุทธิเท่ากับ 300 กรัมต่อถุง ดังนั้นน้ำหนักเนื้อผลหม่อนจะต้องมีค่า $\geq$120 กรัม จากการศึกษาพบว่าต้องบรรจุหม่อนผลแก่ และผลห่าม $\geq$135 กรัม ส่วนหม่อนผลสุกต้องบรรจุ $\geq$140 กรัม จึงจะมีน้ำหนักเนื้อในผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม เป็นตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข แต่เพื่อให้สะดวกในการปฏิบัติงาน จึงเลือกน้ำหนักในการบรรจุของผลหม่อนทั้ง 3 ระยะความสุกที่ 140 กรัมต่อถุง เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ผลของการบรรจุผลหม่อนในบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักผลหม่อนและน้ำเชื่อมต่างกัน ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ระยะความสุกของผลหม่อน	น้ำหนักก่อนการฆ่าเชื้อ			ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เตรียม ซึ่งได้จากการนวณ (^{O}Brix)	คุณภาพหลังการผลิต 15 วัน						
	ผลหม่อน (กรัม)	น้ำเชื่อม (กรัม)	น้ำหนักสุทธิ (กรัม)		น้ำหนักรวมบรรจุภัณฑ์ (กรัม)	น้ำหนักสุทธิ (กรัม)	น้ำหนักเนื้อผลหม่อน (กรัม)	น้ำหนักน้ำเชื่อม (กรัม)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดหลังปั่นผสม (^{O}Brix)	ร้อยละน้ำหนักเนื้อของน้ำหนักสุทธิ (%)	น้ำหนักสูญหายของผลหม่อน (%)
ผลแก่	125	175	300	30.00	306.20±0.45	298.40±0.55	116.00±1.22	182.40±1.14	21.20±0.10	38.87±0.44	7.20±0.98
	130	170	300	30.70	306.00±0.00	298.60±0.55	117.60±0.55	181.00±0.71	21.10±0.10	39.38±0.19	9.54±0.98
	135	165	300	31.45	305.80±0.45	298.80±0.45	121.60±0.55	176.80±1.10	21.18±0.04	40.70±0.22	9.93±0.41
	140	160	300	32.25	306.20±0.45	298.80±0.45	127.60±0.55	171.00±0.71	21.10±0.10	42.70±0.22	8.86±0.39
	145	155	300	33.10	306.20±0.45	298.60±0.55	131.20±0.84	167.00±1.22	21.14±0.05	43.94±0.32	9.52±0.58
ผลห่าม	125	175	300	28.57	306.00±0.71	298.80±0.45	111.00±0.71	187.60±0.89	20.66±0.09	37.15±0.24	11.20±0.57
	130	170	300	29.18	306.00±0.00	298.80±0.45	115.40±0.89	182.80±1.30	20.66±0.05	38.62±0.33	11.23±0.69
	135	165	300	29.82	306.00±0.71	298.60±0.55	120.60±0.55	176.40±1.52	20.66±0.05	40.39±0.24	10.67±0.41
	140	160	300	30.50	306.00±0.00	298.60±0.55	125.20±0.45	172.60±0.89	20.74±0.05	41.93±0.21	10.57±0.32
	145	155	300	31.23	306.00±0.00	299.00±0.00	130.80±0.84	167.80±0.84	20.84±0.05	43.75±0.28	9.79±0.58
ผลสุก	125	175	300	25.71	306.20±0.45	298.80±0.45	109.60±0.55	188.60±0.89	20.32±0.08	36.68±0.16	12.32±0.44
	130	170	300	26.12	306.40±0.55	298.80±0.45	114.60±0.55	183.20±1.30	20.28±0.08	38.35±0.21	11.85±0.42
	135	165	300	26.55	306.60±0.55	299.00±0.00	118.20±0.84	180.20±1.30	20.20±0.10	39.53±0.28	12.44±0.62
	140	160	300	27.00	306.40±0.55	299.00±0.71	122.20±0.71	177.40±0.89	20.24±0.11	40.87±0.21	13.57±0.51
	145	155	300	27.48	306.20±0.45	299.20±0.45	126.40±0.55	172.20±0.84	20.28±0.08	42.25±0.15	12.83±0.38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ระยะความสุกของผลหม่อนที่เหมาะสม สำหรับการผลิตผลหม่อนในน้ำเชื่อม

จากการนำผลหม่อนแก่ (สีแดงทั้งผล) ผลหม่อนห่าม (สีม่วงดำร้อยละ 50) และผลหม่อนสุก (สีม่วงดำทั้งผล) บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) ระยะความสุกละ 140 กรัมต่อถุง แล้วนำไปผลิตเป็นผลหม่อนในน้ำเชื่อม (ภาพที่ ข.3) หลังเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 วัน นำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

คุณภาพทางด้านน้ำหนักเนื้อผลหม่อน พบว่าทุกระยะความสุกมีค่ามากกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 179 (พ.ศ. 2540) (ภาคผนวก ฉ) ส่วนแรงที่ใช้ตัดผลหม่อนให้ขาด พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อผลสุกเพิ่มมากขึ้น (16.98$\pm$3.73 13.42$\pm$2.44 และ 6.10$\pm$2.65 นิวตัน เรียงจากหม่อนผลแก่ ผลห่าม และผลสุก ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลหม่อนสดแล้วพบว่ามีค่าต่ำกว่าในทุกระยะความสุก ทั้งนี้เพราะในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน ผนังเซลล์ของผลหม่อนจะถูกทำลายทำให้ผลหม่อนนิ่มลง

หลังจากปั่นผสมผลหม่อนในน้ำเชื่อม แล้วคั้นแยกเอาเฉพาะของเหลวไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพของค่าสี พบว่าค่า L* (ความสว่าง) มีค่าลดลงเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น โดยผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 22.17$\pm$1.52 15.87$\pm$1.66 และ 9.26$\pm$1.91 ตามลำดับ ส่วนค่า a* (สีแดง/สีเขียว) พบว่าผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลห่ามมีค่าของสีแดงสูงสุด รองลงมาเป็นผลแก่ และผลสุกตามลำดับ (25.69$\pm$1.99 22.80$\pm$2.02 และ 17.71$\pm$2.15 ตามลำดับ) และค่า b* (สีเหลือง/น้ำเงิน) พบว่ามีค่าลดลงเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น โดยผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 3.28$\pm$0.88 -1.18$\pm$0.17 และ -7.95$\pm$0.30 ตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มของสี (OD_{520}) พบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น โดยผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 0.75$\pm$0.04 0.86$\pm$0.05 และ 0.94$\pm$0.03 ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพของค่าสี (L* a* b*) และค่าความเข้มของสี (OD_{520}) ของผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่ได้นี้ เมื่อพิจารณาด้านระยะความสุกแล้ว พบว่ามีความสอดคล้องกับผลหม่อนสด แต่ผลหม่อนในน้ำเชื่อมจะมีสีที่อ่อนกว่า ทั้งนี้เกิดจากส่วนของน้ำเชื่อมที่เติมลงไป จึงทำให้สีที่ได้จากผลหม่อนในน้ำเชื่อมเจือจางลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ลักษณะคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่ระยะความสุกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ระยะความสุกของผลหม่อนในน้ำเชื่อม		
	ผลแก่	ผลห่าม	ผลสุก
คุณภาพทางกายภาพ			
ร้อยละน้ำหนักเนื้อของน้ำหนักสุทธิ (%)	$42.50^{a}\pm0.41$	$41.86^{b}\pm0.53$	$40.88^{c}\pm0.72$
แรงตัดผลหม่อนให้ขาด (N)	$16.98^{a}\pm3.73$	$13.42^{b}\pm2.44$	$6.10^{c}\pm2.65$
ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	$22.17^{a}\pm1.52$	$15.87^{b}\pm1.66$	$9.26^{c}\pm1.91$
a* (สีแดง/สีเขียว)	$22.80^{b}\pm2.02$	$25.69^{a}\pm1.99$	$17.71^{c}\pm2.15$
b* (สีเหลือง/น้ำเงิน)	$3.28^{a}\pm0.88$	$-1.18^{b}\pm0.17$	$-7.95^{c}\pm0.30$
ความเข้มของสี (OD_{520}) (หลังเจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า)	$0.75^{c}\pm0.04$	$0.86^{b}\pm0.05$	$0.94^{a}\pm0.03$
คุณภาพทางเคมี			
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	$3.04^{c}\pm0.12$	$3.15^{b}\pm0.44$	$3.40^{a}\pm0.64$
ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	$1.86^{a}\pm0.13$	$1.61^{b}\pm0.10$	$0.78^{c}\pm0.08$
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด^{ns} (^{o}Brix)	21.10 ± 1.61	20.15 ± 1.75	20.01 ± 1.22
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	$7.27^{c}\pm1.43$	$17.62^{b}\pm2.05$	$26.51^{a}\pm1.89$
สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (µg/g)	$712.92^{c}\pm38.20$	$1,150.82^{b}\pm45.70$	$2,021.53^{a}\pm50.90$
สารแอนโทไซยานินทั้งหมด (µg/g)	$85.70^{c}\pm15.97$	$500.43^{b}\pm41.60$	$1,705.34^{a}\pm53.27$
สารเคอร์ซีทิน เฉพาะในผลหม่อน (µg/g)	$1.95^{c}\pm0.32$	$2.98^{b}\pm0.30$	$4.62^{a}\pm0.43$
ค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์	$2.33^{c}\pm0.55$	$3.17^{b}\pm0.76$	$3.78^{a}\pm0.67$
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (%)	$40.43^{c}\pm1.77$	$56.18^{b}\pm1.69$	$67.12^{a}\pm1.56$

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 คุณภาพทางเคมี

สำหรับคุณภาพทางเคมีของผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าสูงขึ้นเมื่อความสุกเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มสูงกว่าในผลหม่อนสดเล็กน้อย โดยที่ผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับ 3.04±0.12 3.15±0.44 และ 3.40±0.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) การที่มี pH<4.5 จึงจัดให้ผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมอยู่ในอาหารที่มีความเป็นกรด (acid food) (ไพบูลย์, 2532) ซึ่งอาหารกลุ่มนี้จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ชอบเจริญในสภาพที่เป็นกรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถสร้างสารพิษ botulism ซึ่งมีพิษร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ (สถาบันอาหาร, 2547) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จึงสามารถที่จะใช้ความร้อนในระดับน้ำเดือดในการฆ่าเชื้อ เพื่อทำลายกลุ่มของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดพบว่ามีค่าลดลงเมื่อความสุกเพิ่มขึ้นโดยมีค่าร้อยละ 1.86±0.13 1.61±0.10 และ 0.78±0.08 โดยน้ำหนัก เรียงจากผลแก่ ผลห่าม และผลสุก ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลหม่อนสดแล้วพบว่ามีค่าน้อยกว่าเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากน้ำเชื่อมที่เติมลงไปทำให้ปริมาณกรดมีความเจือจางลง สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วงที่ได้กำหนดไว้ คือ 20±1.5 องศาบริกซ์ (heavy syrup; 18.0-21.9 องศาบริกซ์) ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่ามีค่าสูงขึ้นตามระยะความสุกที่เพิ่มขึ้น โดยที่ผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เป็นผลแก่ ผลห่าม และผลสุกมีค่าเท่ากับร้อยละ 7.27±1.43 17.62±2.05 และ 26.51±1.89 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลหม่อนสดแล้วพบว่ามีค่าสูงกว่า ซึ่งเกิดจากน้ำเชื่อมที่เติมลงไป จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเพิ่มขึ้น

สำหรับสารในกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ ซึ่งได้แก่ สารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด สารเคอร์ซีทิน และค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์รวมถึงความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ พบว่าผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้ง 3 ระยะความสุก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมพบปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทินสูงสุดเท่ากับ 2,021.53±50.90 1,705.34±53.27 และ 4.62±0.43 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ที่พบในผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมสูงสุดเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 3.78±0.67 และร้อยละ 67.12±1.56 ตามลำดับ เมื่อเปรียบค่าต่าง ๆ ข้างต้นกับผลหม่อนสด พบว่าสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด ค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระมีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 24.14-55.27 เพราะอาจเกิดจากการสลายตัวระหว่างการแปรรูปด้วยความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Nicoli *et al.* (1999) ที่พบว่าเวลาในการให้ความร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูป มีผลทำให้คุณสมบัติของสารแอนติออกซิแดนต์ในผัก และผลไม้ลดลง และจากการศึกษาของ Alasavar *et al*. (2004) พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอล สารแอนโทไซยานิน และสารแคโรทีนอยด์ลดลง ในระหว่างการพาสเจอร์ไรส์น้ำส้ม และน้ำแครอทม่วง อีกทั้งในปี 2548 อนุพงศ์ และคณะ ได้ศึกษาผลของการแปรรูปด้วยความร้อนต่อคุณสมบัติของสารแอนติออกซิแดนต์ในน้ำมะเกี๋ยงที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ในสภาวะต่าง ๆ กัน พบว่าสารประกอบฟีนอล สารแอนโทไซยานิน และวิตามินซี มีแนวโน้มลดลง เมื่อให้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานาน (low temperature long time, LTLT)

ส่วนปริมาณสารเคอร์ซีทินของผลหม่อนในน้ำเชื่อมเมื่อเปรียบกับผลหม่อนสด พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย อาจเนื่องจากระดับความร้อนที่เหมาะสมในกระบวนการแปรรูปไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ β-glucosidase ในผลหม่อน ซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้จะไปย่อยสลาย quercetin glycoside ไปเป็น quercetin aglycons (Dominic, 1995) เป็นผลทำให้สารเคอร์ซีทินที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้น

4.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้ง 3 ระยะความสุก ไปทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งมีการกำหนดคะแนนการยอมรับจาก 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) จนไปถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) พบว่าระยะความสุกของผลหม่อนมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยที่ผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนห่ามได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุกลักษณะคุณภาพ อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.07$\pm$0.70 8.35$\pm$0.81 7.10$\pm$1.88 7.55$\pm$0.96 8.06$\pm$1.97 และ 8.07$\pm$1.82 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) ส่วนผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนแก่มีความเปรี้ยวสูง เพราะมีปริมาณกรดอยู่มาก และผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนสุกจะมีสีดำของเนื้อผลหม่อนรวมถึงน้ำเชื่อม (ภาพที่ ข.3) ทำให้ลักษณะรูปร่างที่ปรากฏไม่น่ารับประทาน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนแก่ และผลหม่อนสุกได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมต่ำ จากคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้ง 3 ระยะความสุก ที่ได้จากการทดลองข้างต้น สามารถระบุได้ว่าผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมมีลักษณะเด่นทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพราะว่าได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในทุกลักษณะคุณภาพ ส่วนผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมมีลักษณะเด่นทางด้านคุณภาพทางเคมี เพราะว่ามีสารในกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์เหลืออยู่สูง ดังนั้นจึงเลือกหม่อนผลห่าม และผลหม่อนสุก ซึ่งมีศักยภาพมากที่สุดในการนำไปเป็นวัตถุดิบ สำหรับการผลิตเป็นผลหม่อนในน้ำเชื่อมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลหม่อนในน้ำเชื่อม ที่ระยะความสุกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ระยะความสุกของผลหม่อนในน้ำเชื่อม		
ทางประสาทสัมผัส	ผลแก่	ผลห่าม	ผลสุก
ลักษณะปรากฏ	$6.13^{b}\pm1.69$	$8.07^{a}\pm0.70$	$5.30^{c}\pm1.66$
สี	$7.28^{b}\pm1.85$	$8.35^{a}\pm0.81$	$5.33^{c}\pm1.71$
กลิ่น	$6.63^{c}\pm1.41$	$7.10^{a}\pm 1.88$	$6.97^{b}\pm1.45$
ลักษณะเนื้อสัมผัส	$7.50^{a}\pm1.42$	$7.55^{a}\pm0.96$	$6.26^{b}\pm1.28$
รสชาติ	$6.50^{c}\pm1.51$	$8.06^{a}\pm1.97$	$7.78^{b}\pm1.06$
ความชอบโดยรวม	$6.43^{c}\pm1.30$	$8.07^{a}\pm1.82$	$7.24^{b}\pm1.68$

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

4.4 ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม

จากการนำผลหม่อนระยะความสุกที่เหมาะสม (ผลห่าม และผลสุก) ไปผลิตเป็นผลหม่อนในน้ำเชื่อม โดยใช้บรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) แล้วต้มฆ่าเชื้อในอุณหภูมิน้ำเดือดที่ระยะเวลาต่างกัน 3 ระดับ คือ 2 4 และ 6 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 36 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และรา พบว่าเวลาที่ใช้ในการต้มฆ่าเชื้อทั้ง 3 ระดับ สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่มของเชื้อยีสต์และราให้ลดลงเหลือน้อยกว่า 10 CFU/g (ตารางที่ 4.5) ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุ (มอก. 67-2539) (ภาคผนวก ฉ) ที่ระบุไว้ว่าต้องตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1,000 CFU/g และตรวจพบกลุ่มของเชื้อยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g ผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมนี้ จัดอยู่ในอาหารประเภทที่มีความเป็นเป็นกรด (acid food) ที่มี pH<4.5 (ไพบูลย์, 2532) ทำให้อาหารกลุ่มนี้ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ชอบเจริญในสภาพที่เป็นกรด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *Clostridium botulinum* ที่สามารถสร้างสารพิษ botulism ที่มีพิษร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ (สถาบันอาหาร, 2547) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จึงสามารถที่จะใช้ความร้อนในระดับน้ำเดือดในการฆ่าเชื้อ เพื่อทำลายกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการต้มฆ่าเชื้อที่ 2 นาที ก็เพียงพอสำหรับผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม แต่ทั้งนี้อาจจะมีสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนร้อน (thermophile) บางชนิดหลงเหลืออยู่ เพราะสปอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พวกนี้สามารถทนความร้อนในระดับน้ำเดือดได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะถูกทำลายได้โดยใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดังนั้นเพื่อให้มั่นใจในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น จึงเลือกใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อที่ 4 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่เพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย สำหรับใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.5 ผลของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม ที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือดระยะเวลาต่างกัน

ชนิดของผลหม่อนในน้ำเชื่อม	ระยะเวลาของการต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือด		
	2 นาที	4 นาที	6 นาที
ผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อม			
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 10	< 10	< 10
เชื้อยีสต์และรา (CFU/g)	< 10	< 10	< 10
ผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อม			
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 10	< 10	< 10
เชื้อยีสต์และรา (CFU/g)	< 10	< 10	< 10

4.5 ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน

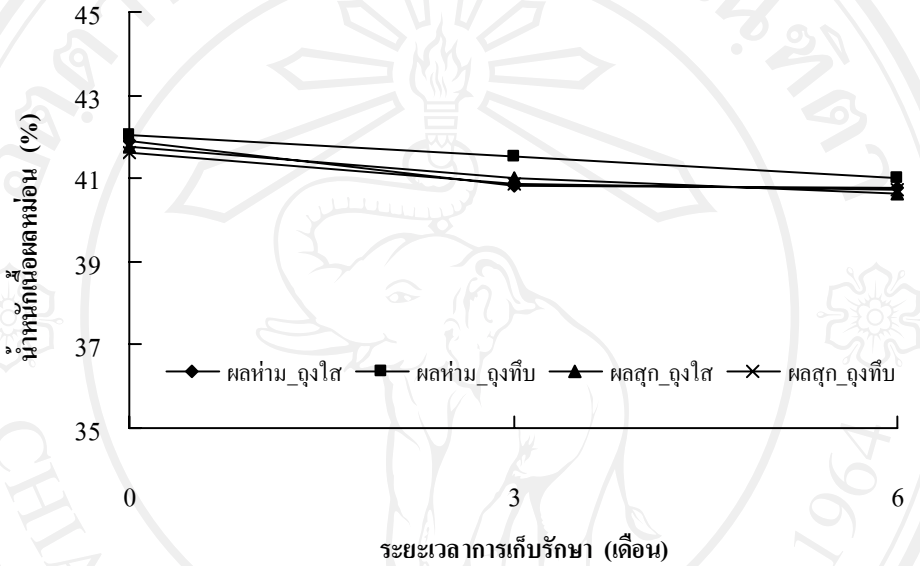
จากการนำผลหม่อนระยะความสุกที่เหมาะสม (ผลห่าม และผลสุก) บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัว 2 รูปแบบ คือ แบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) และแบบถุงทึบ (ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) (ภาพที่ ข.4) ระยะความสุกละ 140 กรัม หลังเติมน้ำเชื่อม และปิดผนึกด้วยแถบความร้อนแล้ว นำไปต้มฆ่าเชื้อในน้ำเดือดเป็นเวลา 4 นาที แล้วเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน หลังจากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ทุก 3 เดือน ได้ผลดังนี้ คือ

4.5.1 คุณภาพทางกายภาพ

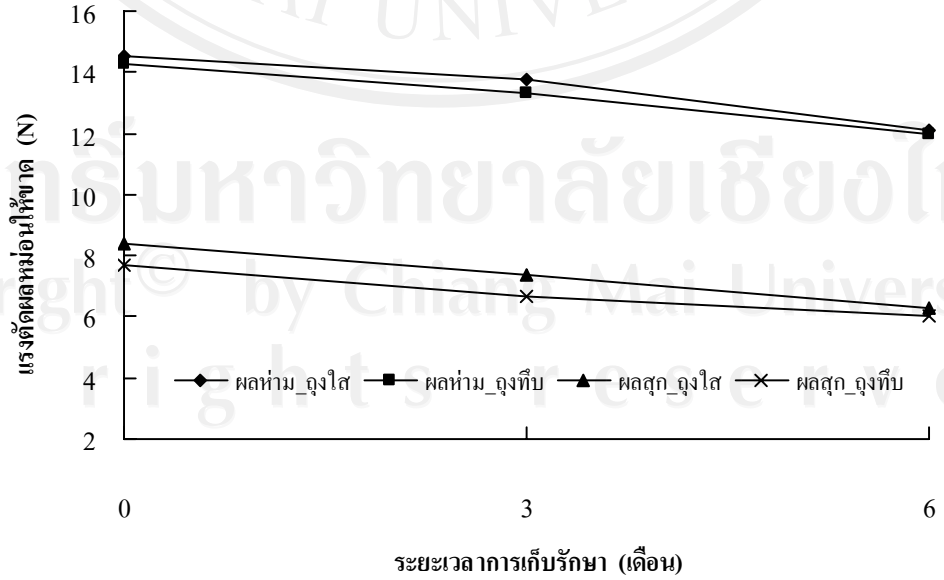
คุณภาพทางด้านน้ำหนักเนื้อผลหม่อน พบว่าหลังเก็บรักษาไว้ 6 เดือน ยังคงมีค่ามากกว่าร้อยละ 40 ของน้ำหนักสุทธิ (ภาพที่ 4.1 และตารางที่ ก.1) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 179 (พ.ศ. 2540) (ภาคผนวก ฉ) และจากการสังเกตยังพบว่าน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อผลหม่อนมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งอาจเกิดจากสูญเสียน้ำในผลหม่อนลงในน้ำเชื่อมโดยกระบวนการออสโมซิส (ไพบูลย์, 2532) ทำให้ผลหม่อนหดตัวลง สำหรับแรงตัดผลหม่อนให้ขาด พบว่ามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.2 และตารางที่ ก.1) โดยที่ผลหม่อนห่ามใช้แรงในการตัดให้ขาดสูงกว่า ผลหม่อนสุก ส่วนรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อน้ำหนักเนื้อผลหม่อน และแรงตัดผลหม่อนให้ขาด



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักเนื้อผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน



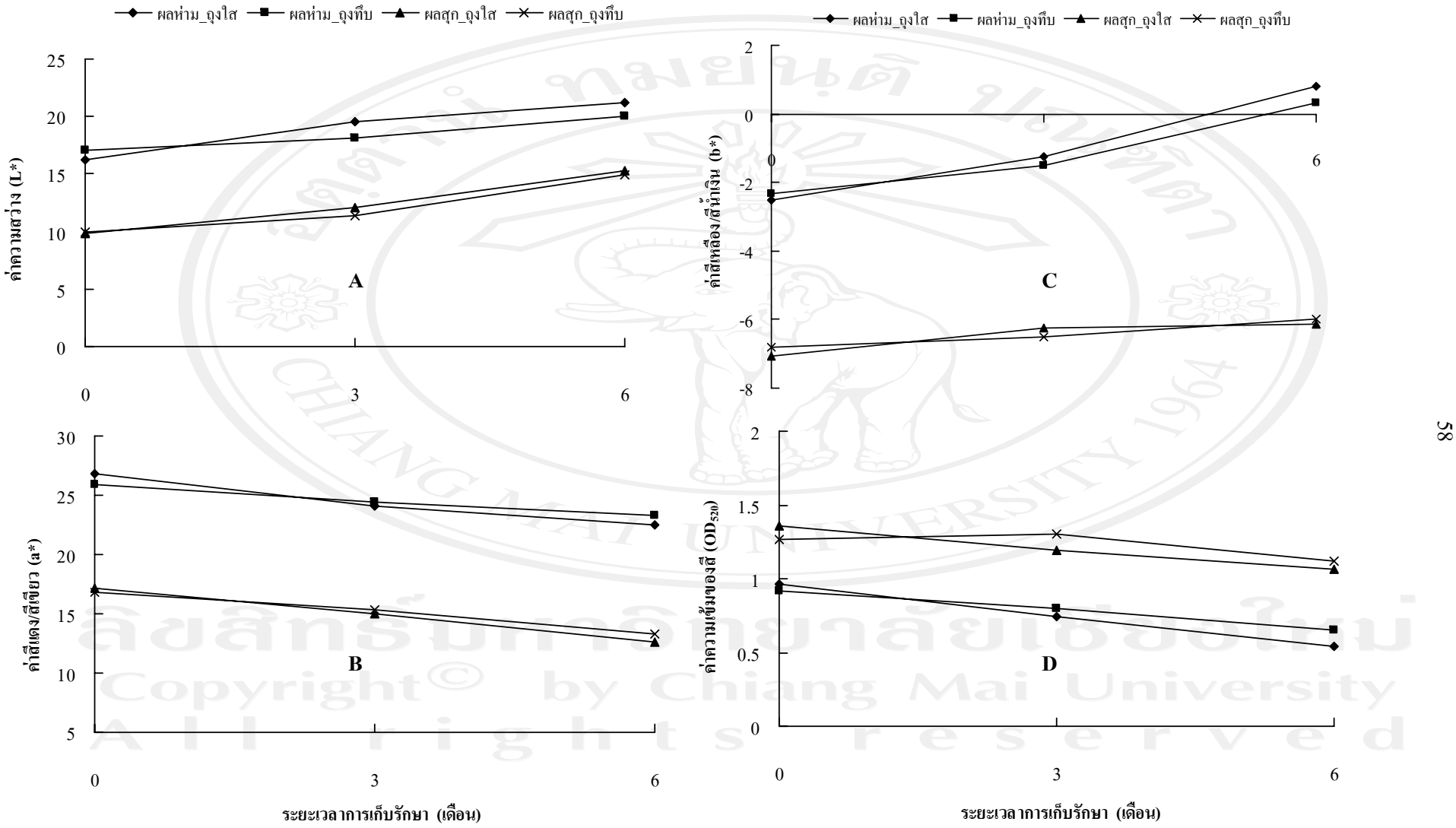
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของแรงตัดผลหม่อนให้ขาดของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณภาพทางด้านสีของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังจากปั่นผสม แล้วคั้นแยกเอาเฉพาะของเหลวไปตรวจวิเคราะห์ พบว่าค่า L* (ความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.3: A) อาจเกิดจากสารสีมีการสลายตัวในระหว่างการเก็บรักษาจึงทำให้สีจางลง และค่า a* (สีแดง/สีเขียว) พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.3: B) เพราะว่าสารสีในผลหม่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารแอนโทไซยานินได้สูญเสียในระหว่างกระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษาจึงเป็นผลให้ค่าสีแดงลดลง ส่วนค่า b* (สีเหลือง/น้ำเงิน) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษา ซึ่งแสดงว่าสีน้ำเงินมีค่าลดลง เนื่องจากเกิดการสลายตัวในระหว่างการเก็บรักษาด้วยเช่นกัน (ภาพที่ 4.3: C) สอดคล้องกับค่าความเข้มของสี (OD_{520}) พบว่ามีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.3: D และตารางที่ ก.1) เพราะว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นานขึ้น สารสีจะเกิดการสลายตัวจึงทำให้สีจางลง และจากการสังเกตกราฟการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางด้านสีของผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่าทั้งผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนห่าม และผลหม่อนสุก มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมไว้นานขึ้น ความเข้มของสีในผลิตภัณฑ์จะมีค่าลดลง หรือมีสีจางลง อันเนื่องมาจากการสลายตัวของเม็ดสีในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงทึบ (ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) มีคุณภาพทางด้านสีดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) เล็กน้อย ทั้งนี้ก็เพราะว่าถุงทึบมีชั้นของอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งมีสมบัติป้องกันแสงได้ดีกว่า (งามทิพย์, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

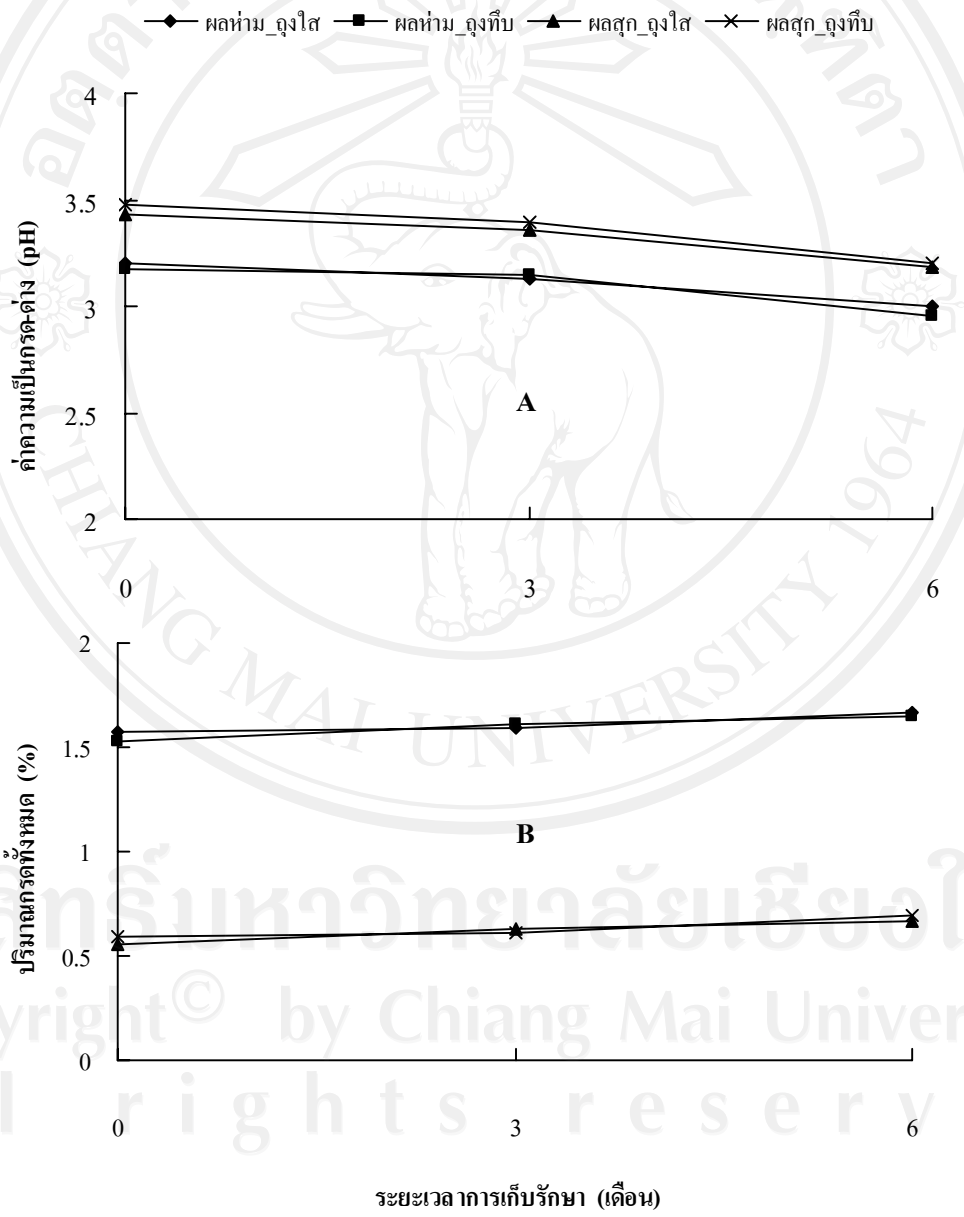


ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านสีของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 คุณภาพทางเคมี

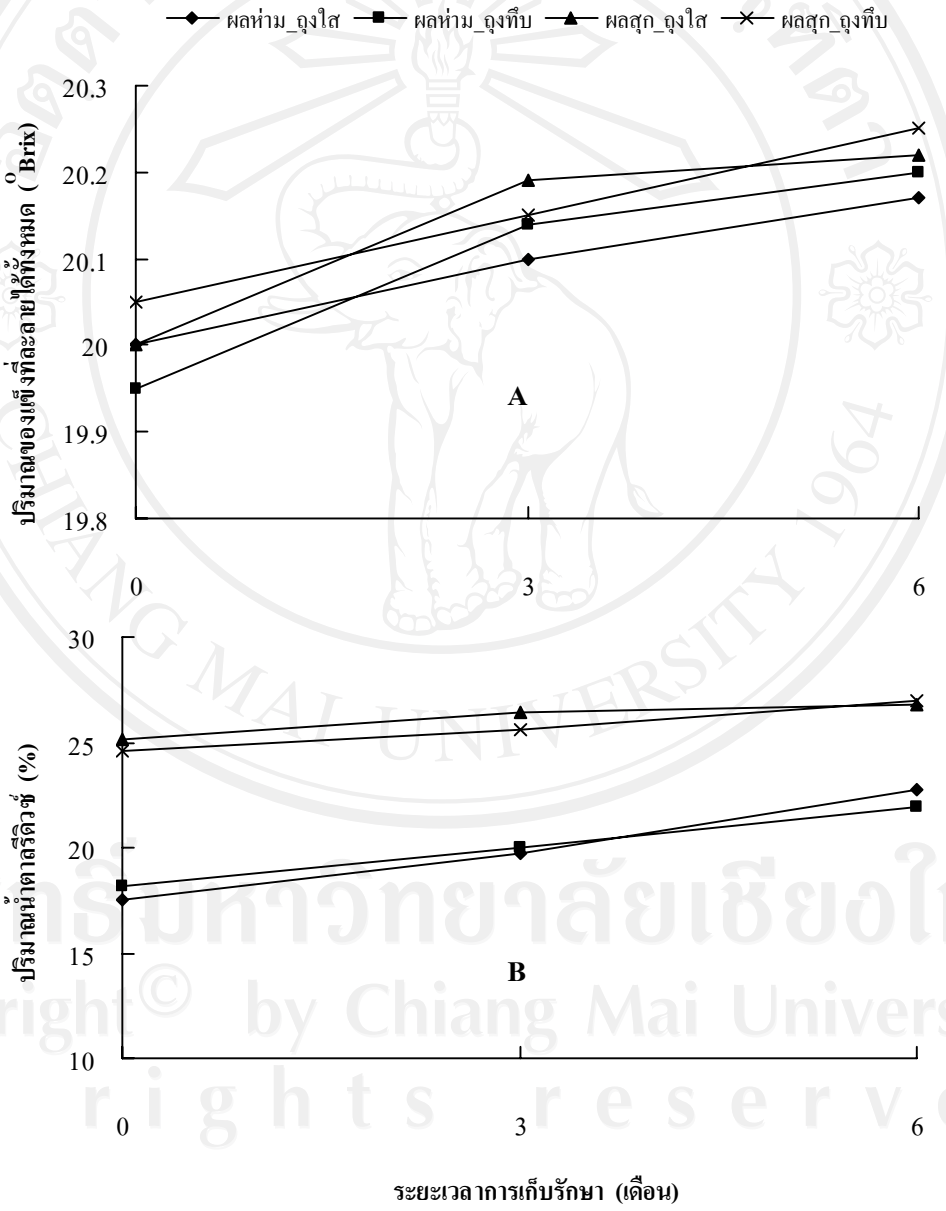
คุณภาพทางเคมีของผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.4: A) ตรงข้ามกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 4.4: B และตารางที่ ก.2) ส่วนรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ พบว่าไม่มีผลต่อค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมด



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.5: A) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ให้อยู่ในช่วงของ heavy syrup (18.0-21.9 องศาบริกซ์) สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 4.5: B และตารางที่ ก.2) ส่วนรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

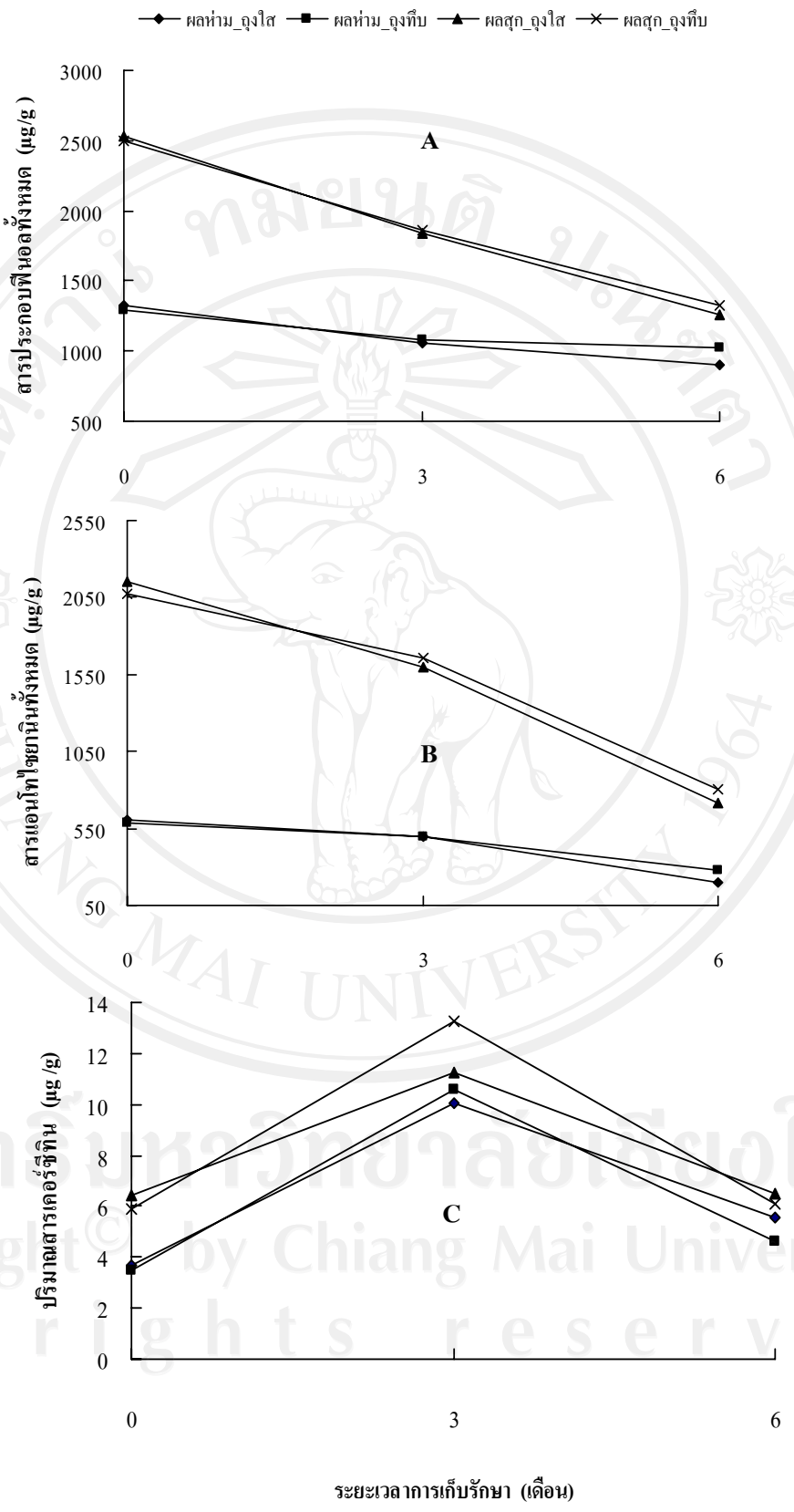
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับสารในกลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ ของผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.6: A) และผลหม่อนสุกมีค่าสูงกว่าผลหม่อนห่าม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Asami *et al.* (2003) ที่พบว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกท้อในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋องที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน จะทำให้สารประกอบฟีนอลลดลงร้อยละ 30-43 เนื่องจากเกิดการย่อยสลายของตัวมันเอง สำหรับสารแอนโทไซยานินทั้งหมด พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นด้วยเช่นกัน (ภาพที่ 4.6: B) โดยที่ผลหม่อนสุกมีค่าสูงกว่าผลหม่อนห่าม สอดคล้องกับการศึกษาของ Zafrilla *et al.* (2003) ที่พบว่าการเก็บรักษาไวน์ที่ผลิตจากวิธีแบบดั้งเดิม และวิธีที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นระยะเวลา 7 เดือน จะทำให้สารแอนโทไซยานินลดลงร้อยละ 88 และ 91 ตามลำดับ

ส่วนสารเคอร์ซีทิน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาใน 3 เดือนแรก หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.6: C และตารางที่ ก.2) อาจเนื่องจากความร้อนในกระบวนการแปรรูปไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ β-glucosidase ในผลหม่อน ซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้จะไปย่อยสลาย quercetin glycoside ไปเป็น quercetin aglycons (Dominic, 1995) เป็นผลทำให้สารเคอร์ซีทินที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากสารประกอบในผลหม่อนที่เอนไซม์ใช้เป็นสารตั้งต้นหมดไป และในรายงานของ Eriksson and Na (1995) ได้ระบุไว้ว่าการเก็บรักษาอาหารที่แปรรูปด้วยความร้อนนานขึ้นอาจทำให้สารประกอบต่าง ๆ ในอาหารเกิดการกระตุ้นให้มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นได้ จากการศึกษาของ Zafrilla *et al.* (2003) ก็พบว่าการเก็บรักษาไวน์ที่ผลิตจากวิธีแบบดั้งเดิม และวิธีที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นระยะเวลา 7 เดือน ทำให้สารเคอร์ซีทินในไวน์มีปริมาณเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมไว้นานขึ้น สารที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ส่วนใหญ่จะมีค่าลดลง เพราะเกิดการสูญเสียในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา แต่ก็มีสารบางชนิดที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวของสารบางอย่าง แล้วก่อเป็นสารประกอบใหม่ที่ส่งผลต่อการเกิด chain breaking และ oxygen scavenging activities ทำให้แสดงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น (Manzocco *et al*, 2001) เมื่อพิจารณารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ทนร้อนชนิดอ่อนตัวแบบถุงทึบ (ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) สามารถรักษาคุณภาพของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทิน ได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์แบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) เล็กน้อย ทั้งนี้ก็เพราะว่าถุงทึบมีชั้นของอลูมิเนียมฟอยล์ที่มีคุณสมบัติป้องกันแสงได้ดี จึงสามารถรักษาคุณภาพของสารอาหารในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่า

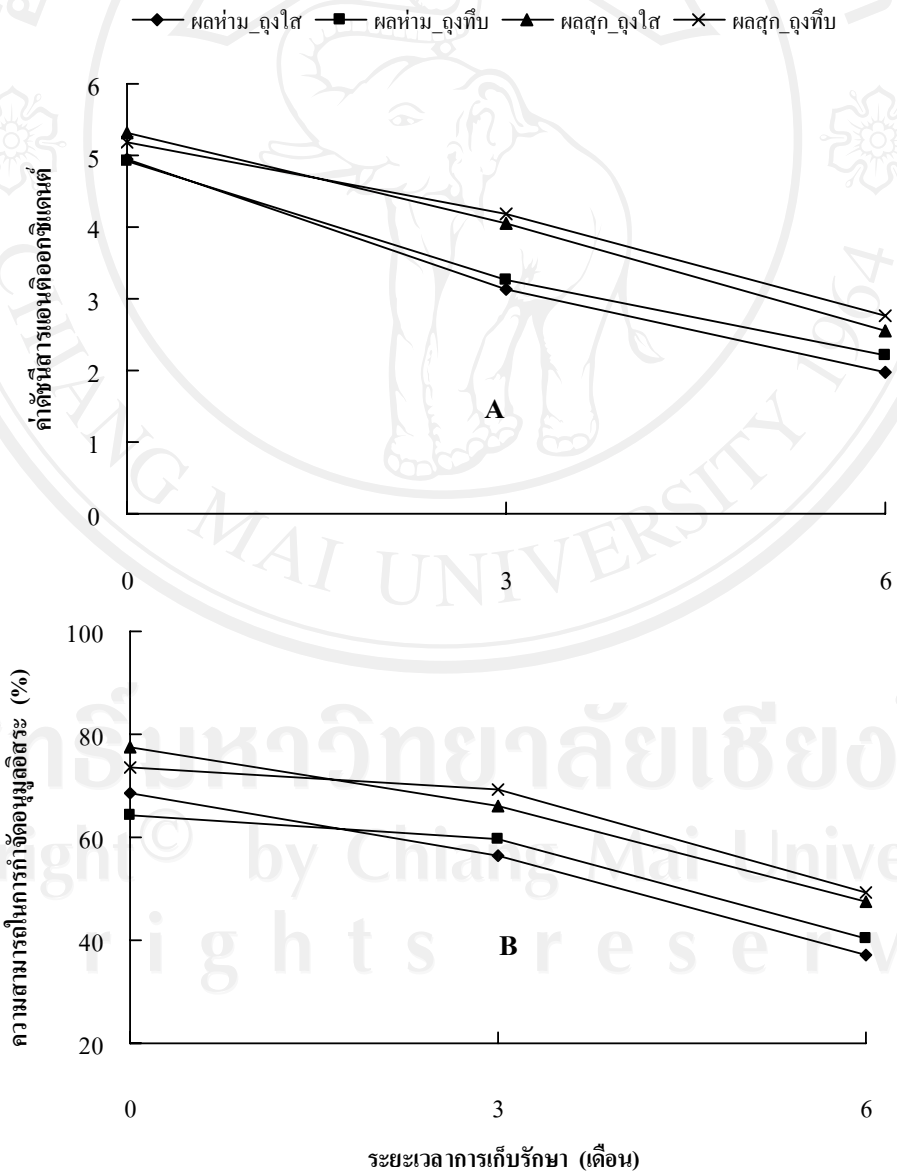
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลทั้งหมด สารแอนโทไซยานินทั้งหมด และสารเคอร์ซีทินของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์ พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4.7: A) ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ที่มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน (ภาพที่ 4.7: B และตารางที่ ก.2) ทั้งนี้อาจเกิดจากสูญเสียในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งการศึกษาของ Zafrilla *et al.* (2003) ก็พบว่าการเก็บรักษาไวน์ที่ผลิตจากวิธีแบบดั้งเดิม และวิธีที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นระยะเวลา 7 เดือน จะทำให้ปริมาณของสารแอนติออกซิแดนต์ในไวน์ลดลงเช่นกัน เมื่อพิจารณารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์แบบถุงทึบ (ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) สามารถรักษาคุณภาพของสารแอนติออกซิแดนต์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์แบบถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) เล็กน้อย



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีสารแอนติออกซิแดนต์ และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้ง 4 ชนิด ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าหลังสิ้นสุดการเก็บรักษาในเดือนที่ 6 ผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนห่ามมีกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 CFU/g ส่วนกลุ่มของเชื้อยีสต์และรามีจำนวน 30 CFU/g สำหรับผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนสุกมีปริมาณเชื้อทั้ง 2 กลุ่มน้อยกว่า 10 CFU/g และปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มในผลิตภัณฑ์ทั้งสองระยะความสุกมีปริมาณน้อยกว่า 3 MPN/g (ตารางที่ 4.6) ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมลิ้นจี่ในภาชนะบรรจุ (มอก. 67-2539) (ภาคผนวก ฉ) ที่ระบุไว้ว่าต้องตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1,000 CFU/g ตรวจพบกลุ่มของเชื้อยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g และตรวจพบเชื้อโคลิฟอร์มไม่เกิน 3 MPN/g

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม หลังเก็บรักษาในระยะเวลาต่างกัน

ชนิดเชื้อจุลินทรีย์	เดือนที่เก็บรักษา	ชนิดของผลหม่อนในน้ำเชื่อม			
		ผลหม่อนห่ามบรรจุถุงใส	ผลหม่อนห่ามบรรจุถุงทึบ	ผลหม่อนสุกบรรจุถุงใส	ผลหม่อนสุกบรรจุถุงทึบ
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	0	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	< 10	< 10	< 10	< 10
เชื้อยีสต์และรา (CFU/g)	0	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	30	30	< 10	< 10
เชื้อโคลิฟอร์ม (MPN/g)	0	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	6	< 3	< 3	< 3	< 3

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์

ผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมนี้จัดอยู่ในอาหารประเภทที่มีความเป็นกรด (pH<4.5) จึงทำให้เชื้อแบคทีเรียที่ไม่ชอบสภาวะที่เป็นกรดไม่สามารถเจริญขึ้นได้ ส่วนกลุ่มของเชื้อยีสต์และรา จะถูกทำลายด้วยความร้อนในระดับน้ำเดือดที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป โดยส่วนใหญ่เชื้อยีสต์และราจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส ในเวลาไม่กี่นาที แต่อาจมีสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนร้อน (thermophile) บางชนิดหลงเหลืออยู่ได้ เพราะสปอร์พวกนี้สามารถทน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความร้อนในระดับน้ำเดือดได้เป็นอย่างดี แต่จะถูกทำลายได้โดยใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดังนั้นจึงตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวในปริมาณที่น้อยมาก (สุมาลี, 2541)

4.6 การใช้ประโยชน์จากผลหม่อนในน้ำเชื่อม

จากการนำผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อมที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน ไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร แล้วทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งมีการกำหนดคะแนนการยอมรับจาก 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด) จนไปถึง 9 คะแนน (ชอบมากที่สุด) ได้ผลแยกตามผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

4.6.1 ผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม

การทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม เมื่อพิจารณาระยะความสุก พบว่าผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมซึ่งมีลักษณะสีแดงเข้ม (ภาพที่ ข.5) ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับชอบปานกลางจนถึงชอบมาก ในทุกลักษณะคุณภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.21 ± 0.66 8.56 ± 0.72 7.19 ± 0.81 7.26 ± 1.71 7.32 ± 1.62 และ 8.59 ± 0.62 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) ส่วนผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนสุกจะมีลักษณะสีม่วงดำและมีเนื้อที่อ่อนนิ่ม ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทุกลักษณะคุณภาพอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนสุกไม่น่าจะเหมาะกับการบริโภคเป็นผลหม่อนในน้ำเชื่อมโดยตรง แต่อาจจะเหมาะกับการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้างต้นจะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ผลหม่อนในน้ำเชื่อม เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน โดยไม่มีการสูญเสียคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ซึ่งได้รับการยอมรับอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

เมื่อพิจารณารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผลหม่อนในน้ำเชื่อม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทุกลักษณะคุณภาพใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาสหสัมพันธ์ของระยะความสุกกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนห่ามทั้งบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบถุงทึบ (ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) และถุงใส (ไม่ลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยล์) ได้รับคะแนนการยอมรับสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งสูงกว่าคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์จากผลหม่อนสุกในทุกลักษณะคุณภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลหม่อนในน้ำเชื่อมหลังเก็บรักษาที่ 3 เดือน

ปัจจัย	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ระยะความสุก						
ผลหม่อนห่าม	$7.21^{a}\pm0.66$	$8.56^{a}\pm0.72$	$7.19^{a}\pm0.81$	$7.26^{a}\pm1.71$	$7.32^{a}\pm1.62$	$8.59^{a}\pm0.62$
ผลหม่อนสุก	$5.39^{b}\pm0.97$	$5.64^{b}\pm1.05$	$5.91^{b}\pm1.00$	$6.07^{b}\pm0.95$	$6.20^{b}\pm0.89$	$6.17^{b}\pm0.68$
รูปแบบบรรจุภัณฑ์						
ถุงใส	$7.32^{ns}\pm1.24$	$7.5^{ns}\pm1.26$	$7.50^{ns}\pm1.09$	$7.58^{ns}\pm1.04$	$7.60^{ns}\pm1.06$	$7.86^{ns}\pm0.94$
ถุงทึบ	$7.41^{ns}\pm1.23$	$7.68^{ns}\pm1.37$	$7.64^{ns}\pm1.14$	$7.75^{ns}\pm1.01$	$7.72^{ns}\pm1.02$	$7.90^{ns}\pm0.99$
ระยะความสุก *						
รูปแบบบรรจุภัณฑ์						
ผลหม่อนห่าม_ถุงใส	$8.30^{a}\pm0.12$	$8.46^{a}\pm0.73$	$7.14^{a}\pm0.78$	$7.80^{a}\pm0.70$	$8.28^{a}\pm0.70$	$8.54^{a}\pm0.61$
ผลหม่อนห่าม_ถุงทึบ	$8.12^{a}\pm1.34$	$8.66^{a}\pm0.96$	$7.24^{a}\pm0.85$	$7.77^{a}\pm0.71$	$8.36^{a}\pm0.72$	$8.64^{a}\pm0.63$
ผลหม่อนสุก_ถุงใส	$5.34^{b}\pm1.57$	$5.64^{b}\pm1.01$	$6.76^{b}\pm0.97$	$5.96^{b}\pm0.95$	$6.92^{b}\pm0.92$	$6.24^{b}\pm0.69$
ผลหม่อนสุก_ถุงทึบ	$5.44^{b}\pm0.81$	$5.75^{b}\pm1.10$	$6.84^{b}\pm1.03$	$6.18^{b}\pm0.94$	$6.88^{b}\pm0.85$	$6.19^{b}\pm0.68$

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งของแต่ละกลุ่มปัจจัย ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6.2 ผลิตภัณฑ์น้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม

จากการนำเอาเฉพาะผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมที่บรรจุถุงใส และถุงทึบ ไปผลิตเป็นน้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม เพราะผลิตภัณฑ์ผลหม่อนห่ามมีปริมาณกรด และความหวานอยู่ในช่วงที่พอเหมาะ ซึ่งจะให้รสชาติของน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่กลมกล่อม ต่างจากผลหม่อนสุกที่มีรสหวานเพียงอย่างเดียว แล้วนำน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ผลิตจากผลหม่อนห่ามแช่แข็ง พบว่าคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และความชอบโดยรวมของน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มทั้งสามชนิด มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.8) สำหรับคุณภาพทางด้านสีนั้น พบว่าน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ผลิตจากผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้งบรรจุถุงถุงใส และถุงทึบ มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบมากใกล้เคียงกัน (8.00$\pm$1.11 และ 8.15$\pm$1.77 คะแนน ตามลำดับ) ส่วนน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ผลิตจากผลหม่อนแช่แข็งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง จากการสังเกตสีของน้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม พบว่าน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้จากผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมจะมีสีแดงสดใส (ภาพที่ ข.6) ต่างจากสีของน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้จากผลหม่อนห่ามแช่แข็งที่มีสีแดงคล้ำ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ของสารประกอบฟีนอล โดยการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) ในระหว่างขั้นตอนการเตรียมผลหม่อนแช่แข็ง จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์น้ำพร้อมดื่มเปลี่ยนไป (จริงแท้, 2549) สำหรับคุณภาพทางด้านกลิ่น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่น้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ผลิตจากผลหม่อนห่ามแช่แข็ง ได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบมากเท่ากับ 8.48$\pm$1.32 คะแนน รองลงมาเป็นน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ผลิตจากผลหม่อนห่ามบรรจุถุงใส และบรรจุถุงทึบ เท่ากับ 8.13$\pm$1.66 และ 8.10$\pm$1.91 คะแนน ตามลำดับ

จากคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้างต้น จะเห็นได้ว่าน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้จากผลหม่อนในน้ำเชื่อมทั้งบรรจุในถุงใสและถุงทึบ ได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ใกล้เคียงกับน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้จากผลหม่อนสด อีกทั้งได้รับการยอมรับคุณภาพทางด้านสีที่ดีกว่า แต่มีคุณภาพทางด้านกลิ่นด้อยกว่าน้ำผลหม่อนพร้อมดื่มที่ได้จากผลหม่อนสดเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างกัน

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม		
	ผลหม่อนห่ามแช่แข็ง	ผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมบรรจุถุงใส	ผลหม่อนห่ามในน้ำเชื่อมบรรจุถุงทึบ
ลักษณะปรากฏ [ns]	7.88±1.73	7.90 ±1.48	7.95±1.29
สี	7.96[b]±1.96	8.00[a]±1.11	8.15[a]±1.77
กลิ่น	8.48[a]±1.32	8.13[b]±1.66	8.10[b]±1.91
รสชาติ [ns]	7.95±1.53	7.90±1.71	7.87±1.46
ความชอบโดยรวม [ns]	7.98±1.05	7.90±1.82	7.92 ±1.34

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.3 ผลิตภัณฑ์เค้กผลหม่อน

จากการนำเอาเฉพาะผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมที่บรรจุถุงถุงทึบ ไปผลิตเป็นเค้กผลหม่อน (ภาพที่ ข.7) แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับเค้กผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกแช่แข็ง พบว่าคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมของเค้กผลหม่อนทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.9) สำหรับคุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติ พบว่าเค้กผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อม มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบมากเท่ากับ 8.36±1.64 และ 8.58±1.52 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าคะแนนการยอมรับของเค้กผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกแช่แข็ง ที่มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง อาจเป็นเพราะว่าผลหม่อนในน้ำเชื่อมจะมีรสชาติที่หวาน และมีเนื้อที่แน่นกว่า ดังนั้นเมื่อนั้นนำไปผลิตเป็นขนมเค้ก ซึ่งเป็นอาหารหวาน จะทำให้ขนมเค้กที่ได้มีลักษณะของเนื้อที่แน่น และมีรสชาติดี จึงได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากกว่า จากคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้างต้นจะเห็นได้ว่าเค้กผลหม่อนที่ได้จากผลหม่อนในน้ำเชื่อม ได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก อีกทั้งได้รับการยอมรับคุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และทางด้านรสชาติดีกว่าเค้กผลหม่อนที่ได้จากผลหม่อนสด ส่วนคุณภาพด้านอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กผลหม่อน ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างกัน

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเค้กผลหม่อน	
	ผลหม่อนสุกแช่แข็ง	ผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมบรรจุถุงทึบ
ลักษณะปรากฏ [ns]	7.28±1.10	7.34±1.85
สี [ns]	7.08±1.05	7.32±1.92
กลิ่น [ns]	7.96±1.15	7.90±1.00
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.96[b]±1.07	8.36[a]±1.64
รสชาติ	7.92[b]±1.61	8.58[a]±1.52
ความชอบโดยรวม [ns]	8.36±1.87	8.55±1.66

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.6.4 ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมผลหม่อน

จากการนำเอาเฉพาะผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมที่บรรจุถุงทึบ ไปผลิตเป็นไอศกรีมผลหม่อน (ภาพที่ ข.8) แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับไอศกรีมผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกแช่แข็ง พบว่าคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของเนื้อผลหม่อนที่เป็นทอปปิ้ง และเนื้อของไอศกรีมมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.10) แต่ไอศกรีมผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกแช่แข็งมีแนวโน้มของคะแนนการยอมรับสูงกว่าไอศกรีมผลหม่อนที่ผลิตจากผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมเล็กน้อย อาจเป็นเพราะผลหม่อนสุกแช่แข็งมีลักษณะใกล้เคียงกับผลหม่อนสด เมื่อนำไปผลิตเป็นไอศกรีมก็จะได้รสชาติที่กลมกล่อม มีรสเปรี้ยวของผลไม้เล็กน้อย ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของไอศกรีมผลไม้

ส่วนคุณภาพทางด้านสี พบว่าสีของเนื้อผลหม่อนที่เป็นทอปปิ้งจากผลหม่อนแช่แข็งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง ซึ่งสูงกว่าทอปปิ้งจากผลหม่อนในน้ำเชื่อมมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย จากการสังเกตพบว่าทอปปิ้งจากผลหม่อนในน้ำเชื่อมมีสีซีดกว่า เพราะสารสีบางส่วนในผลหม่อนได้ละลายลงในน้ำเชื่อม ผู้ทดสอบชิมจึงให้คะแนนการยอมรับต่ำกว่า สำหรับสีของเนื้อไอศกรีมพบว่าไอศกรีมที่ผลิตจากผลหม่อนในน้ำเชื่อมมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก เพราะว่ามีสีแดงสดใส ส่วนสีของเนื้อไอศกรีมที่ผลิตจากผลหม่อนแช่แข็งจะมีสีแดงคล้ำ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ของสารประกอบฟีนอลและสารแอนโทไซยานิน โดยการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) ในระหว่างขั้นตอนการเตรียม จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป (จริงแท้, 2549) จากคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้างต้น จะเห็นได้ว่าไอศกรีมผลหม่อนที่ได้จากผลหม่อนในน้ำเชื่อมได้รับการยอมรับใกล้เคียงกับไอศกรีมผลหม่อนที่ได้จากผลหม่อนสด

ตารางที่ 4.10 ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมผลหม่อน ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างกัน

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส	ชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไอศกรีมผลหม่อน	
	ผลหม่อนสุกแช่แข็ง	ผลหม่อนสุกในน้ำเชื่อมบรรจุถุงทึบ
เนื้อผลหม่อน		
ลักษณะปรากฏ ns	7.06±1.06	6.76±0.97
สี	7.42a±1.88	6.94b±0.88
กลิ่น ns	6.64±1.05	6.58±1.12
ลักษณะเนื้อสัมผัส ns	7.90±1.95	7.85±1.84
รสชาติ ns	7.18±1.94	7.14±1.81
เนื้อไอศกรีม		
ลักษณะปรากฏ ns	7.20±0.96	6.98±0.99
สี	7.92b±1.75	8.42a±0.94
กลิ่น ns	7.28±0.89	6.96±1.11
ลักษณะเนื้อสัมผัส ns	8.00±1.29	7.90±1.73
รสชาติ ns	7.92±1.35	7.82±1.02
ความชอบโดยรวม ns	8.34±0.76	8.28±0.35

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved