

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาคุณภาพของน้ำลีนจี้เข้มข้น

จากการผลิตน้ำลีนจี้เข้มข้นด้วยเทคนิคการทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง โดยใช้เนื้อลีนจี้สด 25 กิโลกรัม สามารถผลิตน้ำลีนจี้เข้มข้นได้ 8.49 ± 0.41 กิโลกรัม คิดเทียบจากวัตถุดิบทั้งหมดเป็น 33.98 ± 1.63 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เมื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 20.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่สามารถทำให้เข้มข้นได้สูงกว่านี้เนื่องจากความหนืดของน้ำลีนจี้เพิ่มขึ้นทำให้แยกผลึกน้ำแข็งออกยากขึ้น จากการศึกษาของปนัดดา (2546) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมะนาวโดยวิธีแช่เยือกแข็ง สามารถทำให้ผลึกน้ำมะนาวเข้มข้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดได้มากที่สุดเท่ากับ 26 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นน้ำลีนจี้ผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบโพรหมเมท จึงนำน้ำลีนจี้เข้มข้นที่ได้ไปศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส และสารเพิ่มความคงตัวต่อไป คุณภาพของน้ำลีนจี้เข้มข้นแสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำลีนจี้เข้มข้น

คุณภาพ	ค่า/ปริมาณ
คุณภาพทางด้านกายภาพ	
ค่าสี L	49.11 ± 0.02
ค่าสี a*	0.08 ± 0.03
ค่าสี b*	1.33 ± 0.06
ความหนืด (cP)	4.70 ± 0.01
คุณภาพทางด้านเคมี	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	3.98 ± 0.01
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	11.20 ± 0.04
น้ำตาลทั้งหมด (%)	16.60 ± 0.01
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%)	20.50 ± 0.10

ตาราง 4.1 (ต่อ)

คุณภาพ	ปริมาณ/จำนวน
คุณภาพทางด้านเคมี	
กรดมาลิก (mg/100 g)	390.99±8.08
กรดซิตริก (mg/100 g)	33.04±5.21
กรดซัคซินิก (mg/100 g)	164.00±2.14
กรดแอสคอร์บิก (mg/100 g)	10.27±0.41
กรดอะมิโนไลซีน (mg/100 g)	31.10±0.14
คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา	
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	1.30±0.50 x 10 ³
ยีสต์และรา (CFU/ml)	125±35
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/ml)	< 3
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	< 3

หมายเหตุ - ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

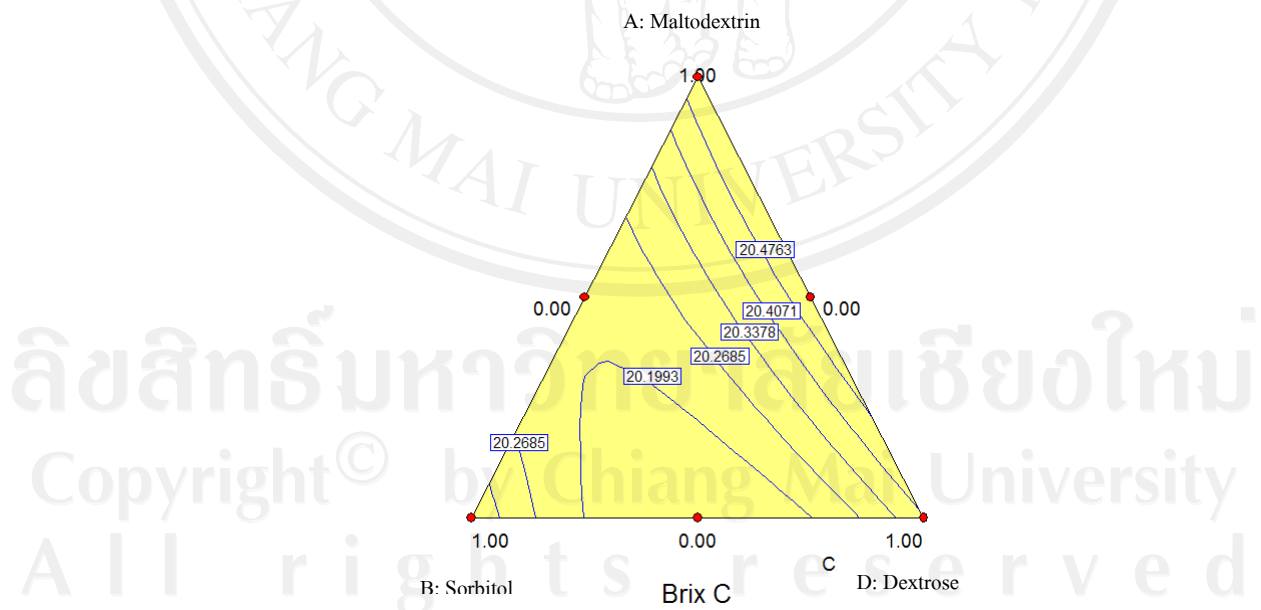
น้ำลื่นจีเข้มข้น มีค่าสี L (ความสว่าง) แสดงว่าน้ำลื่นจีมีความสว่างของสีค่อนข้างสูง ค่าสี a* ค่อนข้างไปทางสีแดงเล็กน้อย ส่วนค่าสี b* มีสีออกไปทางสีเหลืองเล็กน้อย พบว่าน้ำลื่นจีเข้มข้นมีความเป็นกรด-ด่างมีความเป็นกรดสูง มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดค่อนข้างสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อรสหวานของผลิตภัณฑ์และมีผลต่อประมาณของแข็งที่ละลายได้ แต่ไม่มีเพียงต่อการเกิดโฟม นอกจากนี้การพบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูง ยังบ่งชี้ถึงความเสี่ยงในการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีน้ำตาลแบบไม้อาศัยเอนไซม์ได้อีกด้วย น้ำลื่นจีเข้มข้นพบกรดมาลิกสูงที่สุด 66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำกว่างานวิจัยของ Kadam and Deshpande (1995) ที่พบกรดมาลิกมากที่สุดถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสายพันธุ์ของลื่นจีและระยะของการสุกของผลลื่นจีที่แตกต่างกัน ตามรายงานของ นภคกุลและคณะ(2543) ได้รายงานว่าพบปริมาณกรดแอสคอร์บิกในลื่นจีสด ปริมาณ 24 - 60 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งปริมาณกรดแอสคอร์บิกในน้ำลื่นจีเข้มข้นที่ผ่านกระบวนการทำให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็งมีปริมาณน้อยกว่าลื่นจีสด เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกมีการสลายตัวในระหว่างการให้เข้มข้นแบบแช่เยือกแข็ง และพบกรดอะมิโนไลซีนสูงแสดงว่ามีโอกาสในการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (นิธิยา, 2549) คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำลื่นจีเข้มข้นจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลำไยผง (มพช.272/2547)

4.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส และสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมในการทำน้ำล้นจี๋เข้มข้น

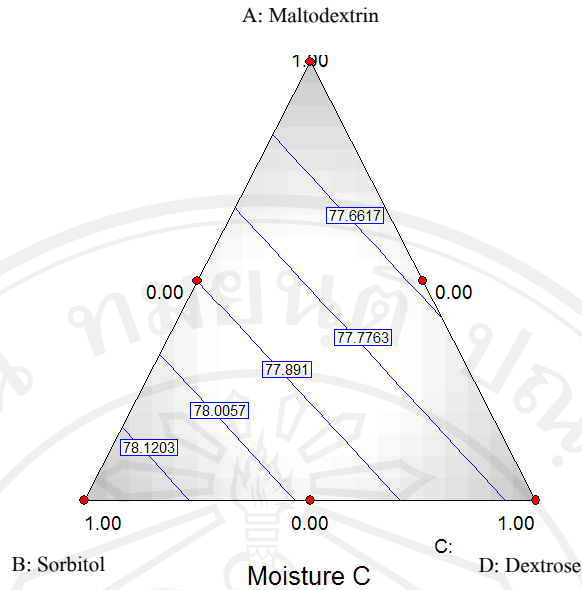
4.2.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส (binders) ระหว่างมอลโตเดกตริน (maltodextrin) เดกโตรส (dextrose) และซอร์บิทอล (sorbitol) ที่เติมลงในน้ำล้นจี๋เข้มข้นก่อนการแปรรูปเป็นผง

จากการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส 3 ชนิด ได้แก่ มอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อคุณภาพของน้ำล้นจี๋เข้มข้นก่อนการแปรรูปเป็นน้ำล้นจี๋ผง โดยใช้โปรแกรม Mixture design ได้ผลการทดลองดังนี้

รูป 4.1 แสดงผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำล้นจี๋เข้มข้น พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีค่ามากที่สุดก่อนไปทางส่วนบนของปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนของมอลโตเดกตริน ซอร์บิทอล และเดกโตรส คือ 1 ต่อ 0 ต่อ 0 และจะมีค่าน้อยที่สุดก่อนไปทางส่วนซ้ายของปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนของมอลโตเดกตริน ซอร์บิทอล และเดกโตรส คือ 0 ต่อ 1 ต่อ 0 หมายความว่ามอลโตเดกตรินสามารถช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำล้นจี๋เข้มข้นได้ดีกว่าสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสอีก 2 ชนิด



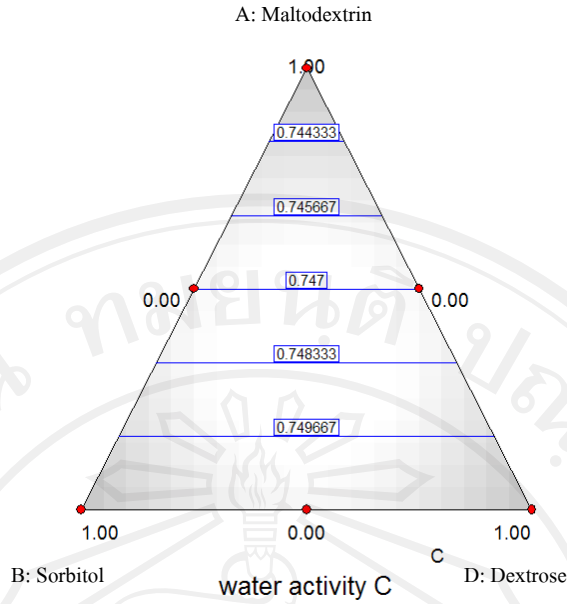
รูป 4.1 ผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำล้นจี๋เข้มข้น



รูป 4.2 ผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อปริมาณความชื้นในน้ำลีนจีเข้มข้น

รูป 4.2 แสดงผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อปริมาณความชื้นในน้ำลีนจีเข้มข้นพบว่า ปริมาณความชื้นของน้ำลีนจีเข้มข้นมีค่ามากที่สุดก่อนไปทางส่วนล่างซ้ายของปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนของมอลโตเดกตริน ซอร์บิทอล และเดกโตรส คือ 0 ต่อ 1 ต่อ 0 และจะมีค่าน้อยที่สุดก่อนไปทางส่วนบนของปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนของมอลโตเดกตริน ซอร์บิทอล และเดกโตรส คือ 1 ต่อ 0 ต่อ 0 หมายความว่ามอลโตเดกตริน สามารถลดความชื้นในน้ำลีนจีเข้มข้นได้ดีกว่าสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสอีก 2 ชนิด

ผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ต่อค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำลีนจีเข้มข้นแสดงในรูป 4.3 ค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำลีนจีเข้มข้นมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสทั้ง 3 ชนิด



รูป 4.3 ผลของอัตราส่วนสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรสและซอร์บิทอลต่อค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำลีนจีเข้มข้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนของสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสระหว่างมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล ที่ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นลดลง และทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลง คือ อัตราส่วนมอลโตเดกตริน เดกโตรส และซอร์บิทอล เท่ากับ 1 ต่อ 0 ต่อ 0 โดยมีมอลโตเดกตรินสามารถเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ซึ่งมีผลทำให้ค่ากิจกรรมของน้ำลดลงซึ่งจะมีผลต่อการทำให้เกิดโฟมของน้ำลีนจีเข้มข้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้มอลโตเดกตรินเพียงชนิดเดียวในการเป็นสารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสเพื่อศึกษาหาคุณภาพทางด้านกายภาพของน้ำลีนจีเข้มข้นต่อไป

จากรายงานการวิจัยของ บุญยศ (2549) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดที่เหมาะสมในการทำแห้งควรอยู่ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์เป็นต้นไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำลีนจีเข้มข้นเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยมอลโตเดกตริน ปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เพื่อให้โฟมมีความคงตัวก่อนการแปรรูปเป็นน้ำลีนจีผง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Panomwhan *et al.* (2552) ที่พบว่า การเติมมอลโตเดกตรินปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำลีนจีผงที่ผลิตด้วยวิธีพ่นฝอย นอกจากนี้การเติมมอลโตเดกตรินยังช่วยเพิ่มอัตราการละลายในน้ำได้ดีอีกด้วย (Bouquerand *et al.*, 2004)

4.2.2 ศึกษาปริมาณสารเพิ่มความคงตัวคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxy methyl cellulose) กับกลีเซอรอลโมโนสเตียเรท (glycerol monostearate) ที่ผสมกันในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของน้ำลินี่เข้มข้น

จากการศึกษาปริมาณสารเพิ่มความคงตัว (stabilizers) ที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมของส่วนผสมก่อนทำการอบแห้งด้วยสารผสมระหว่างคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) กับกลีเซอรอลโมโนสเตียเรท (GMS) อัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยใช้ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ทำการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน (% overrun) และความหนาแน่นของโฟม ดังแสดงผลการทดลองในตาราง 4.2 ซึ่งปริมาณการใช้สารเพิ่มความคงตัว 1.0 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมที่สุดในการเกิดโฟม เนื่องจากสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รัน ได้ดีกว่าที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างกับการใช้สารเพิ่มความคงตัวที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความหนาแน่นของโฟมอยู่ในระดับที่ดี ค่าเปอร์เซ็นต์โอเวอร์รันของโฟมที่สูงขึ้นแสดงถึงความสามารถในการกักเก็บอากาศที่อยู่ในโฟมได้ดีมากขึ้นด้วย นอกจากนี้เมื่อผสมสารเพิ่มความคงตัวกับมอลโตเดคทรินยังจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงบริเวณ lamellae ของโฟมทำให้อาหารอุ้มอากาศไว้ภายในได้มากขึ้น โดยฟองอากาศนั้นไม่แตกหรือแยกออก ขณะเดียวกันจะช่วยรักษาสภาพโฟมให้มีความคงตัวยิ่งขึ้น (Ponting *et al.*, 1973)

ตาราง 4.2 คุณภาพของโฟมจากน้ำลินี่เข้มข้นที่เติมสารเพิ่มความคงตัวที่ปริมาณระดับต่างๆ กัน

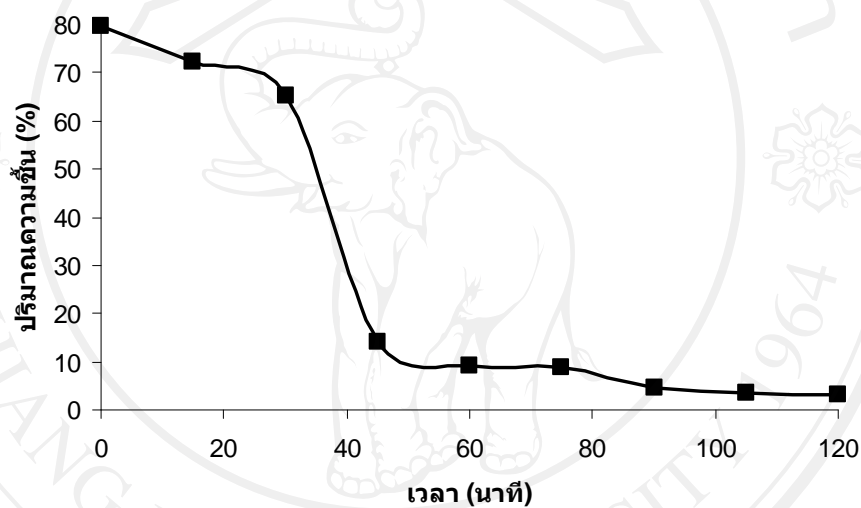
ปริมาณของสารเพิ่มความคงตัว (%, w/w)	% overrun	ความหนาแน่นของโฟม (g/ml)
0.5	40.98 ^b ±0.34	0.68 ^a ±0.01
1.0	47.96 ^a ±1.13	0.58 ^b ±0.02
1.5	48.13 ^a ±0.26	0.54 ^c ±0.02

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

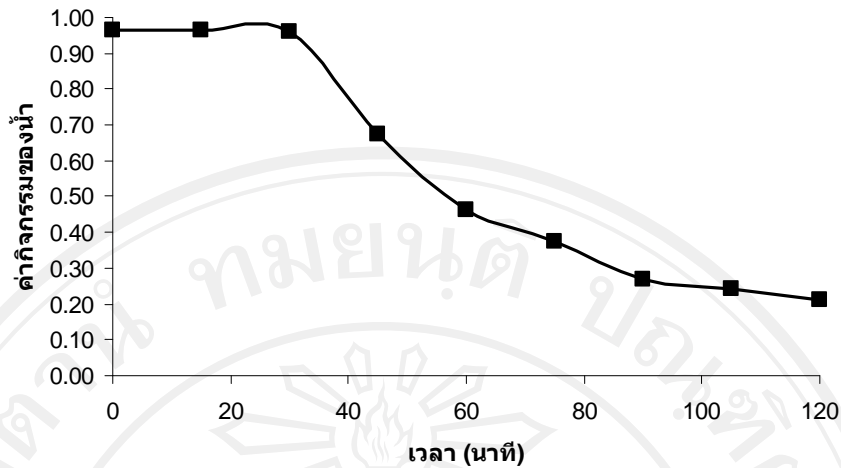
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 สถานะในการระเหยน้ำด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ

จากการนำน้ำลีนจี้เข้มข้นปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดให้เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้มอลโตเดกตริน 15 เปอร์เซ็นต์ และเติมส่วนผสมของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกับกลีเซอรอล-โมโนสเตียเรทอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ลงในน้ำลีนจี้เข้มข้นในปริมาณเท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาตีให้เกิดโฟม แล้วทำเป็นผงด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยใช้สภาวะอุณหภูมิเริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส โดยลดความดันจาก 900 มิลลิบาร์ไปจนถึง 50 มิลลิบาร์ เป็นเวลา 60 นาที แล้วปรับอุณหภูมิเป็น 45 องศาเซลเซียส ความดันคงที่ที่ 50 มิลลิบาร์ เป็นเวลา 60 นาที



รูป 4.4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นในระหว่างการระเหยน้ำด้วยเครื่องอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ

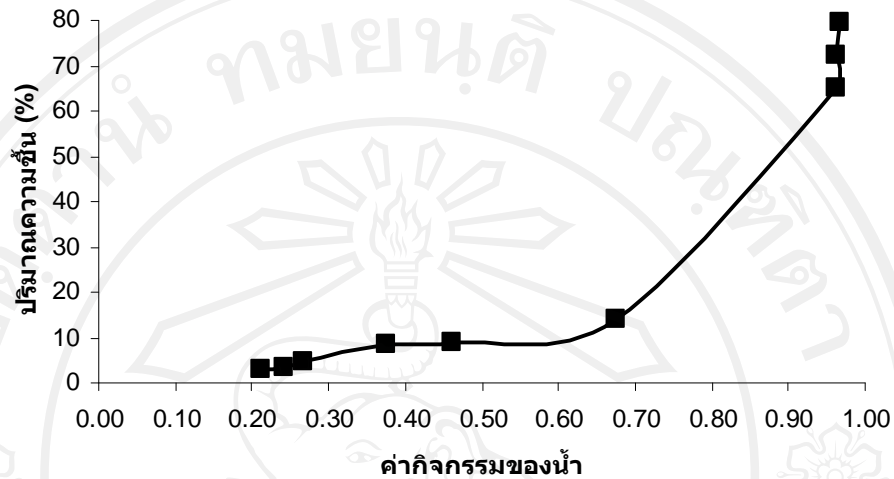


รูป 4.5 การเปลี่ยนแปลงของค่ากิจกรรมของน้ำในระหว่างการระเหยน้ำด้วยเครื่องอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ

สภาวะในการระเหยน้ำด้วยเครื่องอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศระหว่างเวลา (นาที) กับปริมาณความชื้น (% wet basis) และค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity, a_w) แสดงดังรูป 4.4 และ 4.5 น้ำลีนจี้เข้มข้นมีความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำเริ่มต้น (0 นาที) อยู่ในช่วง 79.65-72.31 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และ 0.97-0.96 ตามลำดับ ซึ่งจะค่อยๆ ลดลงในช่วง 30 นาทีแรก หลังจากนั้นปริมาณความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงนาทีที่ 30-45 แล้ว เริ่มคงที่หลังจากนาทีที่ 45 เป็นต้นไป จะเห็นว่าหลังจากนาทีที่ 90 เป็นต้นไปปริมาณความชื้นน้ำลีนจี้ผง จะมีปริมาณความชื้น และค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 4.95-3.12 เปอร์เซ็นต์ และ 0.267-0.212 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) และความชื้นของอาหาร สามารถนำเสนอได้ในรูปของโค้งดูดซับความชื้น (sorption curve) คุณลักษณะโค้งดูดซับความชื้นของอาหาร ที่อุณหภูมิเดียวกันเรียกว่า sorption isotherm ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S) (Sigmoidal shape) สามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ desorption และ adsorption isotherm กระบวนการ desorption คือกระบวนการลดความชื้น ในขณะที่กระบวนการ adsorption คือกระบวนการเพิ่มความชื้น ที่แสดงให้เห็นในรูป 4.6 เป็นรูปแบบของ sorption isotherm ในแบบ desorption ซึ่งท้ายที่สุดแล้วผลิตภัณฑ์ลีนจี้ผงที่ได้จากการอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศมีปริมาณความชื้นสุดท้าย 3.12 เปอร์เซ็นต์ และมีค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w) เท่ากับ 0.21 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งประเภทเครื่องดื่มน้ำสำเร็จรูปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.272/2547) อาหารแห้งที่มีค่ากิจกรรมของน้ำต่ำกว่า 0.6 จุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญ หรือเจริญเติบโตได้ช้าลง (นิธิยา, 2549) ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำลีนจี้ผงที่ผลิตได้นั้นจึงมีความปลอดภัยทางด้านชีวภาพ จากการทดลองนี้ น้ำลีนจี้ผงที่ผลิตได้ถือว่ามีค่า

กิจกรรมของน้ำต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของณัฐริพร (2549) ซึ่งศึกษาการผลิตน้ำล้นจีฟง โดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่ากิจกรรมของน้ำเท่ากับ 0.42



รูป 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในอาหารกับค่ากิจกรรมของน้ำ

4.4 ศึกษาความสามารถในการละลาย และโครงสร้างระดับจุลภาคของน้ำล้นจีฟง

4.4.1 ศึกษาหาอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการละลายโดยแปรผันอุณหภูมิของน้ำ 3 ระดับ และหาอัตราส่วนการเจือจางที่เหมาะสมระหว่างปริมาณน้ำ และปริมาณของน้ำล้นจีฟงที่ผู้บริโภคยอมรับด้วยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-point hedonic scale

จากการศึกษาหาอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการละลายโดยแปรผันอุณหภูมิของน้ำ 3 ระดับ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง (25-27 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำล้นจีฟง 10 กรัม ละลายในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร กวนของผสมด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 วัตต์เวลา (นาที) ที่ใช้ในการละลายของผงอย่างสมบูรณ์เมื่อพิจารณาด้วยสายตา พบว่า การละลายของน้ำล้นจีฟงที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) น้ำล้นจีฟงละลายได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งได้เปรียบให้เชิงการค้า เพราะมีความสะดวกในการบริโภคเนื่องจากสามารถละลายได้ในน้ำเย็น รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 100 และ 4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการละลายเท่ากับ 18.21 ± 0.20 , 24.67 ± 2.01 และ 36.16 ± 2.66 นาที ตามลำดับ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องคัมนผงจะละลายได้ดีที่อุณหภูมิสูงมากกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่น้ำล้นจีฟงที่ผลิตได้ในงานวิจัยนี้สามารถละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสช้ากว่าน้ำที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากมีการเติมมอลโตเดคทริน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์

จำพวกแข็ง เมื่อถูกความร้อนสูงอาจจะกลายเป็นเจลที่ผิวของน้ำลันจีฟง ทำให้น้ำไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้โดยง่ายเป็นเหตุทำให้การละลายลดลง

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลันจีฟงพร้อมดื่มในอัตราส่วนการละลาย 3 ระดับ คือ 1 ต่อ 10, 1 ต่อ 20 และ 1 ต่อ 30 ด้วยวิธี 5-point hedonic scale แสดงในตาราง 4.3 พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความเค็ม ความขื่นหนืด และความเป็นเนื้อเดียวกันอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนรสชาติ ความหวาน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) คือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 2.04-2.92, 1.84-2.40 และ 2.44-3.24 ตามลำดับ โดยอัตราส่วน 1 ต่อ 10 มีคะแนนสูงที่สุด และอัตราส่วน 1 ต่อ 30 มีคะแนนน้อยที่สุด เนื่องจากอัตราส่วน 1 ต่อ 30 มีการเจือจางมากเกินไปจนทำให้รสชาติเดิมของน้ำลันจีเหลืออยู่น้อย และอาจจะเกิดจากอัตราส่วนที่ใช้มีผลต่อความหวานของผลิตภัณฑ์ (รุ่งนภา, 2545)

ตาราง 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำลันจีฟงพร้อมดื่มในอัตราส่วนการละลาย 3 ระดับ ด้วยวิธี 5-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนการละลาย		
	1 ต่อ 10	1 ต่อ 20	1 ต่อ 30
ลักษณะปรากฏ ^{NS}	3.52±0.92	3.64±1.04	3.52±1.00
สี ^{NS}	3.40±0.82	3.68±1.03	3.40±0.96
กลิ่น ^{NS}	3.08±0.91	3.04±0.93	3.00±0.91
รสชาติ	2.92 ^a ±1.00	2.82 ^a ±0.95	2.04 ^b ±0.98
ความหวาน	2.40 ^a ±0.87	2.04 ^{ab} ±0.84	1.84 ^b ±0.75
ความเค็ม ^{NS}	2.76±0.88	2.68±0.95	2.64±0.81
ความขื่นหนืด ^{NS}	3.24±0.93	3.08±0.95	2.96±0.89
ความเป็นเนื้อเดียวกัน ^{NS}	3.48±0.82	3.64±0.76	3.48±0.92
ความชอบโดยรวม	3.24 ^a ±0.78	2.90 ^a ±0.96	2.44 ^b ±0.77

หมายเหตุ: - ค่าที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 50 ซ้ำ

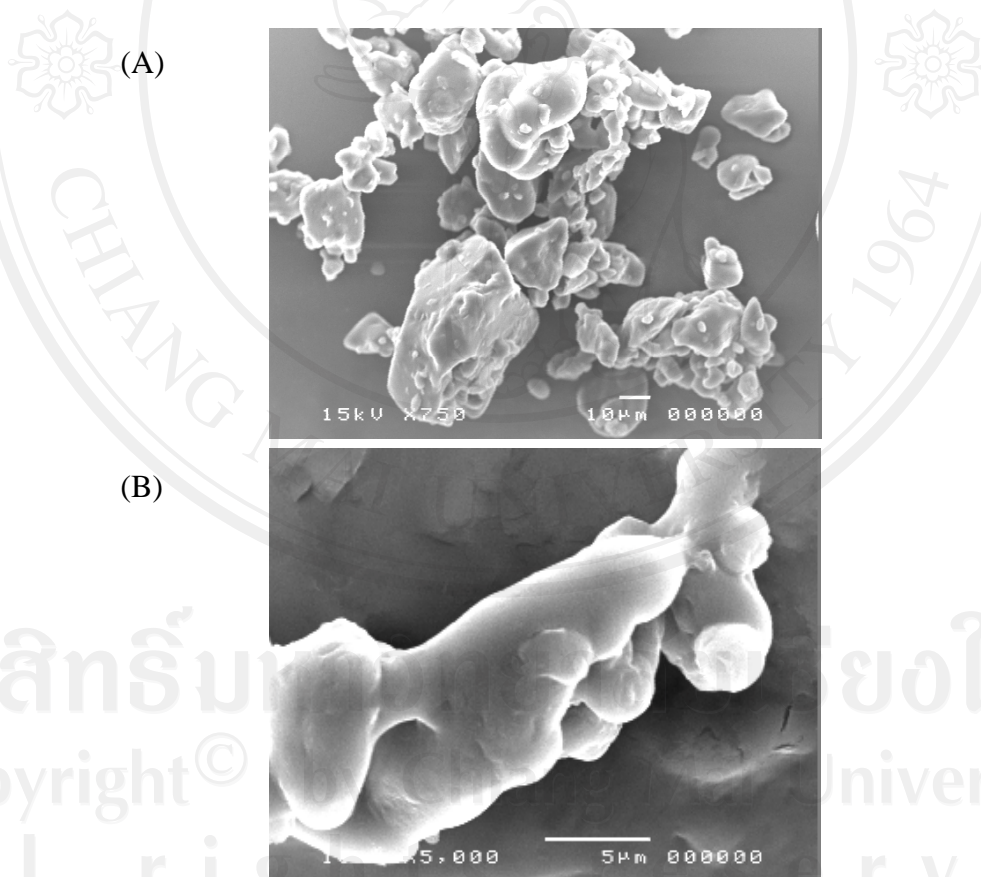
- อักษรภาษาอังกฤษกำกับที่แตกต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- NS ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

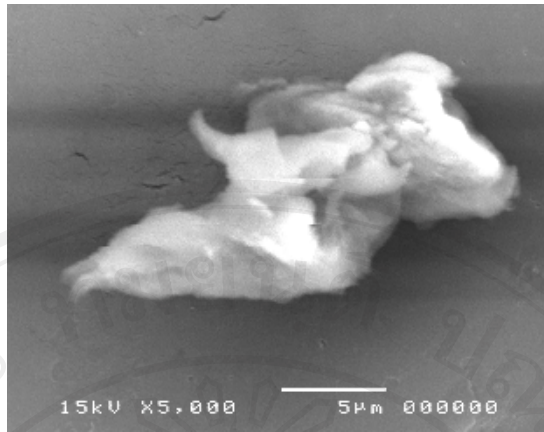
ดังนั้นการใช้อัตราส่วนน้ำผลไม้ต่อน้ำดื่มเท่ากับ 1 ต่อ 10 และ 1 ต่อ 20 ได้การยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด แต่หากคิดในแง่ของความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ การใช้อัตราส่วนน้ำผลไม้ 1 ต่อ 20 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

4.4.2 ตรวจสอบวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาค (microstructure) ของผลิตภัณฑ์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM)

นำผลิตภัณฑ์น้ำดื่มจืดที่ได้มาวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาค (microstructure) โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) ที่กำลังขยาย 750 และ 5,000 เท่าให้ผลการวิเคราะห์ดังรูป 4.7 และเมื่อนำน้ำดื่มไปละลายน้ำ 5 เท่า เป็นเวลา 50 วินาทีแล้วจึงนำไปวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาคที่กำลังขยาย 5,000 เท่าได้ผลดังรูป 4.8



รูป 4.7 โครงสร้างระดับจุลภาคของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มจืดโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) ที่กำลังขยาย (A) 750 เท่า และ (B) 5,000 เท่า



รูป 4.8 โครงสร้างระดับจุลภาคของผลิตภัณฑ์น้ำล้นจีฟงหลังการละลายน้ำกลั่น 5 เท่า เป็นเวลา 50 วินาที โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) ที่กำลังขยาย 5,000 เท่า

จากรูป 4.7 พบว่า รูปร่างอนุภาคของน้ำล้นจีฟง มีหลายขนาดเนื่องจากเป็นผงที่ผ่านการบดและร่อนผ่านตะแกรกร่อน ซึ่งพบว่าอนุภาคเหล่านั้นมีลักษณะเป็นหลุมและรอยแตกเกิดขึ้นเนื่องจากการระเหยของน้ำออกจากผงดังกล่าว ซึ่งหลุมและรอยแตกนี้มีส่วนในการเพิ่มความสามารถในการละลายเนื่องจากเป็นส่วนที่เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้กับอนุภาคน้ำล้นจีฟง อนุภาคน้ำล้นจีฟงหลังจากการละลายน้ำ (รูป 4.8) ยังคงมีอนุภาคที่ยังไม่ละลายน้ำหลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการละลายยังไม่เหมาะสม แต่เห็นได้ว่าอนุภาคยังมีรอยแตกซึ่งหากให้ระยะเวลาในการละลายมากกว่านี้อาจจะไม่มีอนุภาคของผงล้นจีฟงเหลืออยู่ จากรายงานของ Neff and Morris (1968) พบว่า อนุภาคผงที่มีพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับน้ำมากขึ้น จะทำให้น้ำแทรกเข้าไปในอนุภาคได้อย่างทั่วถึง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการละลายได้ดีกว่าอนุภาคผงที่มีขนาดใหญ่

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของของน้ำล้นจีฟงในระหว่างการเก็บรักษา

การศึกษการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของของน้ำล้นจีฟงในระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ชนิดลามิเนตพอยล์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน และทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 3 เดือน เมื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.4

ค่าสี L ของน้ำล้นจีฟงที่ผลิตได้มีค่าไม่แตกต่างกับน้ำล้นจีฟงเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศเป็นการแปรรูปที่ใช้ความร้อนต่ำ จึงทำให้ค่าสี L เปลี่ยนแปลงไปน้อยมาก แต่พบว่าน้ำล้นจีฟงมีค่าสี L เพิ่มขึ้นในช่วงของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของน้ำล้นจีฟง

เพิ่มขึ้นหลังการทำแห้งและตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ โพรแอนโทไซยานิน ที่ไม่มีสีเป็นรงควัตถุที่มีสีชมพูของแอนโทไซยานิน (Fennema, 1976) และการเกิดรงควัตถุสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีน้ำตาลโดยอาศัยเอนไซม์ ซึ่งจากตาราง 4.4 น้ำลื่นจีฟงมีน้ำตาลรีดิวซ์ และกรดอะมิโนไลซีนซึ่งเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ดในปริมาณสูงร่วมกับความชื้นที่ต่ำเป็นปัจจัยที่ช่วยเร่งให้เกิดสีน้ำตาลมากขึ้น และระหว่างการเก็บรักษาน้ำลื่นจีฟงยังพบความสอดคล้องของค่าสีแดงและสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และกรดอะมิโนไลซีนลดลง นอกจากนี้ น้ำลื่นจีฟงมีสารประกอบฟีนอลิกสูง (อรุณี, 2552) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส และเปอร์ออกซิเดสที่อาจหลงเหลืออยู่ในน้ำลื่นจี (Unal, 2007) เปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาลแดงของไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ (Hydroxy methyl furfuraldehyde) (Bucheli and Robinson, 1994)

ปริมาณความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำลื่นจีฟงมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชนันท์ (2545) โดยพบว่าน้ำลำไยผงที่ผ่านการแปรรูปโดยวิธีอบแห้งแบบโพรแมทเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศมีปริมาณความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำเพิ่มเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา น้ำลื่นจีฟงที่ผลิตได้นี้สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 เดือน โดยที่ยังมีค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง (วิล, 2546) คือ ต่ำกว่า 0.4 และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในน้ำลื่นจีฟงมีปริมาณสูงกว่าน้ำลื่นจีเข้มข้น (ตาราง 4.1) แสดงถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีรสหวานเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำลื่นจีเข้มข้น

ปริมาณอินทรีย์ (กรดมาลิก กรดซิตริก และกรดซัคซินิก) และปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำลื่นจีฟงมีค่าลดลงเล็กน้อยหลังจากผ่านการแปรรูป เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (วัฒนา, 2545; Kadam and Deshpande, 1995) และมีปริมาณค่อนข้างคงที่ระหว่างการเก็บรักษาโดยพบกรดมาลิกในปริมาณสูงสุด

ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในน้ำลื่นจีฟงมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำลื่นจีเข้มข้น ซึ่งคิดเป็นปริมาณคงเหลือเท่ากับ 88.61 เปอร์เซ็นต์ กล่าวได้ว่าความร้อนที่ใช้ในกระบวนการอบแห้ง (อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส) และการสัมผัสกับออกซิเจนมีผลทำให้กรดแอสคอร์บิกสลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของรัตนา (2551) ที่พบว่ากรดแอสคอร์บิกลดลงหลังการให้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อม จากการทดลองนี้พบว่าปริมาณกรดแอสคอร์บิกมีค่าลดลงตลอดการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษา เพราะกรดแอสคอร์บิกเป็นสารรีดิวซิงเอเจนต์ (strong reducing agent) ที่มีความคงตัวต่ำสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสง อากาศ และความร้อน จากการศึกษาของบุญยศ (2549) โดยทำการผลิตน้ำส้มฝองโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าน้ำส้มสายน้ำฝองมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก 26.49 มิลลิกรัมต่อ

ตัวอย่าง 100 กรัม หลังจากผ่านการแปรรูปเป็นน้ำส้มผงเหลือปริมาณกรดแอสคอร์บิกเพียง 3.75 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 14.16 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบเริ่มต้น

ตาราง 4.4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำลิ้นจี่เข้มข้น และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำลิ้นจี่ผงเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ชนิดลามิเนตพอยล์ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน

คุณภาพ	ค่า/ปริมาณ			
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
คุณภาพทางด้านกายภาพ				
ค่าสี L	48.98 ^d ±0.15	50.18 ^c ±0.06	50.45 ^b ±0.03	51.15 ^a ±0.07
ค่าสี a*	0.82 ^c ±0.06	0.83 ^c ±0.04	0.90 ^b ±0.01	0.97 ^a ±0.02
ค่าสี b*	1.85 ^b ±0.20	2.12 ^b ±0.03	2.33 ^a ±0.18	2.45 ^a ±0.02
คุณภาพทางด้านเคมี				
ความชื้น (%)	4.64 ^d ±0.02	7.24 ^c ±0.02	7.42 ^b ±0.02	8.25 ^a ±0.01
ค่ากิจกรรมของน้ำ (a _w)	0.27 ^d ±0.00	0.29 ^c ±0.00	0.31 ^b ±0.00	0.34 ^a ±0.00
ค่าความเป็นกรด-ด่าง*	4.23 ^b ±0.04	4.35 ^a ±0.01	4.31 ^a ±0.01	4.33 ^a ±0.01
น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	15.60 ^a ±0.01	15.02 ^b ±0.02	12.87 ^c ±0.05	11.98 ^d ±0.01
น้ำตาลทั้งหมด (%)	31.50 ^a ±0.07	31.51 ^a ±0.15	30.01 ^c ±1.40	30.97 ^b ±0.05
ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%)	96.00 ^b ±0.00	96.60 ^a ±0.00	91.40 ^c ±0.00	91.40 ^c ±0.00
กรดมาลิก (mg/100 g)	254.79 ^a ±9.38	288.14 ^a ±0.98	273.20 ^b ±0.52	256.58 ^c ±0.32
กรดซิตริก (mg/100 g)	17.69 ^{ab} ±4.14	24.73 ^a ±6.67	14.71 ^b ±6.04	19.96 ^b ±2.48
กรดซัคซินิก (mg/100 g)	43.15±4.57	49.41±2.30	54.28±2.68	51.40±5.56
กรดทั้งหมด (% ในรูปกรดมาลิก)	0.27 ^a ±0.08	0.27 ^a ±0.00	0.18 ^b ±0.00	0.21 ^a ±0.05
กรดแอสคอร์บิก (mg/100 g)	9.10 ^a ±0.08	9.10 ^a ±0.03	4.04 ^b ±1.26	2.78 ^b ±0.56
กรดอะมิโนไลซีน (mg/100 g)	46.53 ^a ±0.13	6.09 ^b ±0.19	4.45 ^c ±0.80	3.25 ^c ±0.02
คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา				
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	60 ^b ±10	130 ^a ±30	150 ^a ±20	170 ^a ±20
ยีสต์และรา (CFU/g) ^{NS}	<10	<10	<10	<10
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g) ^{NS}	<3	<3	<3	<3
<i>E. coli</i> (MPN/g) ^{NS}	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ: - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

- NS คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากรายงานของพรรณจิรา (2545) โดยศึกษากระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟภายใต้สุญญากาศ พบว่า กรดแอสคอร์บิกในน้ำผักผลไม้รวมผงที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำผักผลไม้รวมสด ส่วนปริมาณกรดแอสคอร์บิกในน้ำผักผลไม้รวมผงที่ผ่านการอบแห้งโดยใช้เครื่องไมโครเวฟภายใต้สุญญากาศไม่มีความแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญกับวัตถุดิบ ($p>0.05$) จึงกล่าวได้ว่าการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิภายใต้สุญญากาศสามารถรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิกได้ดี (วิไล, 2546) ดังนั้นการอบแห้งน้ำลื่นจีผงโดยการใส่รังสีอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศจึงสามารถรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิกไว้ได้ดีกว่าวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

น้ำลื่นจีผงที่ผลิตได้มีคุณภาพทางจุลชีววิทยา คือ มีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์ม และ *E. coli*. อยู่เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนลำไยผง (มพช.272/2547) ซึ่งกำหนดให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และมีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธีเอ็มพีเอ็นน้อยกว่า 3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ค่ากิจกรรมของน้ำในน้ำลื่นจีผงต่ำกว่า 0.6 ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างเก็บรักษาได้ งานวิจัยนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของชนันท์ (2545) ที่พบว่าไม่มีการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งยีสต์และรา ในน้ำลำไยผงที่ผลิตด้วยวิธีโฟมเมทระหว่างเก็บรักษานาน 6 เดือน

4.6 ศึกษาปริมาณของสารที่ระเหยได้ในน้ำลื่นจีเข้มข้น และผลิตภัณฑ์น้ำลื่นจีผงในช่วงของการเก็บรักษา

การวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ในน้ำลื่นจีเข้มข้น และผลิตภัณฑ์น้ำลื่นจีผงโดยใช้เทคนิค Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) สามารถจัดกลุ่มของสารที่ระเหยได้ที่พบในน้ำลื่นจีเข้มข้น และน้ำลื่นจีผงในช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน แสดงในตาราง 4.5 และโครมาโตแกรมของสารที่ระเหยได้ชนิดต่างๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ง น้ำลื่นจีเข้มข้นพบสารที่ระเหยได้ 19 ชนิด โดยมีเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอนมากที่สุดจำนวน 11 ชนิด รองลงมาคือ แอลกอฮอล์ 4 ชนิด แอลดีไฮด์ 3 ชนิด และเอสเทอร์ 1 ชนิด ตามลำดับ หลังจากผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ พบว่าสารเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอนมีจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 4 ชนิด รองลงมาคือ แอลกอฮอล์ 2 ชนิด แอลดีไฮด์ 2 ชนิด และเอสเทอร์ 1 ชนิด ตามลำดับ ชนิดของสารให้กลิ่นที่มีปริมาณมากที่สุดคือ methylthiomethane ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสารให้กลิ่นกลุ่มแอลดีไฮด์ แต่จากรายงานวิจัยของ Phunchaisri (2006) ซึ่งวิเคราะห์สารที่ระเหยได้ในลื่นจีสดโดยใช้ solid-phase micro-extraction (SPME) เป็นตัวสกัด จากนั้นวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบสารที่ระเหยได้ในลื่นจีสดจำนวน 39 ชนิด โดยพบไฮโดรคาร์บอน 13 ชนิด แอลดีไฮด์ 9 ชนิด แอลกอฮอล์ 6 ชนิด เอสเทอร์ 4 ชนิด คีโตน 4 ชนิด และสารประกอบอื่นๆ อีก 3 ชนิด สารประกอบสำคัญที่แสดงลักษณะเฉพาะของกลิ่นลื่นจี คือ *cis-rode oxide* ซึ่งให้กลิ่นหอมสดชื่นและกลิ่นผลไม้ และพบแอลกอฮอล์ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ แอลดีไฮด์ เอสเทอร์ ไฮโดรคาร์บอน และคีโตน ตามลำดับ และจากรายงานของ Charng-Cherng (2002) ซึ่งได้ทำการศึกษาสารที่ระเหยได้ในลื่นจี พบว่า มีสารประกอบที่ให้กลิ่นทั้งหมด 25 ชนิด ประกอบไปด้วยเอสเทอร์ 1 ชนิด แอลกอฮอล์ 14 ชนิด แอลดีไฮด์ 2 ชนิด กรด 4

ชนิด คีโตน 2 ชนิด และเทอร์พีน 2 ชนิด โดยสารให้กลิ่นที่มีมากที่สุด คือ acetoin โดยคิดเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสารที่ให้กลิ่นทั้งหมด จากการทดลองพบว่าน้ำลื่นจี้เข้มข้น และน้ำลื่นจี้ผงมีปริมาณสารในกลุ่มของเทอร์พีนไฮโดรคาร์บอนจำนวนมากที่สุดนั้น เนื่องมาจากการใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างที่แตกต่าง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Carboxen-polydimethylsiloxane (CAR-PDMS) ส่วนในงานของ Phunchaisri (2006) ใช้ตัวดูดซับชนิด Polydimethylsiloxane-divinylbenzene (PDMS-DVB)

ตาราง 4.5 สารที่ระเหยได้ที่พบในตัวอย่างน้ำลื่นจี้เข้มข้น และน้ำลื่นจี้ผงในช่วงของการเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศในบรรจุภัณฑ์ชนิดลามิเนทพอยล์ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน

สารประกอบที่ระเหยได้	พื้นที่ใต้กราฟ (pA x s)*				
	น้ำลื่นจี้ เข้มข้น	น้ำลื่นจี้ผง			
		เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
Alcohol					
Ethyl alcohol	342.00	-	-	-	-
1-Tetradecanol	2.15	-	-	-	-
4aH-Cycloprop[e]azulen-4a-ol	311.00	4.22	0.30	-	-
Ledol	3.00	0.30	-	-	-
<i>Total Alcohol</i>	<i>658.15</i>	<i>4.52</i>	<i>0.30</i>	-	-
Aldehydes					
Methylthiomethane	3810.00	11.00	24.00	25.70	14.10
2-Methyl-butanal	54.00	12.00	0.88	1.27	0.38
5-phenylnonane	2.47	-	-	-	-
<i>Total Aldehydes</i>	<i>3,866.00</i>	<i>23.00</i>	<i>24.88</i>	<i>26.97</i>	<i>14.48</i>
Terpene hydrocarbons					
(+)-Cyclosativene	20.00	0.08	-	-	-
Alpha-Copaene	37.00	0.09	-	1.30	0.55
Alpha-Gurjunene	4.00	1.03	0.06	0.07	0.39
Trans-Caryophyllene	29	-	-	-	-
Beta-Cubebene	861.00	-	-	-	-
Alpha-Humulene	8.53	-	-	-	-
1H-Cycloprop[e]azulene	4.62	-	-	-	-

ตาราง 4.4 (ต่อ)

สารประกอบที่ระเหยได้	พื้นที่ใต้กราฟ (pA x s)*				
	น้ำลิ้นจี่	น้ำลิ้นจี่ผง			
		เข้มข้น	เดือนที่ 0	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
Alpha-Amorphene	79.00	-	-	-	-
Azulene	323.00	-	-	-	-
Delta-Cadinene	5.34	-	-	-	-
1-Tridecene	3.04	5.30	5.14	5.85	7.75
<i>Total Terpene hydrocarbons</i>	<i>1,374.00</i>	<i>6.50</i>	<i>5.20</i>	<i>7.22</i>	<i>8.69</i>
Esters					
Ethyl acetate	98.00	12.40	15.00	19.80	8.85
<i>Total Esters</i>	<i>98.00</i>	<i>12.40</i>	<i>15.00</i>	<i>19.80</i>	<i>8.85</i>

หมายเหตุ: - * pA x s หมายถึง พื้นที่ใต้กราฟของสารประกอบ pA เป็นค่าทางไฟฟ้ามีหน่วยเป็น พิโคแอมแปร์ และ s คือ วินาที
- เครื่องหมาย - หมายถึง ตรวจไม่พบ

สารระเหยได้ในในกลุ่มแอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ เทอร์ปีนไฮโดรคาร์บอน และเอสเทอร์มีปริมาณลดลง หลังการแปรรูปด้วยรังสีอินฟราเรดภายใต้สภาวะสุญญากาศ เนื่องจากเกิดการเสียดสภาพหรือระเหยออกไปเมื่อได้รับความร้อน (Phunchaisri, 2006) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบสารระเหยในกลุ่มแอลกอฮอล์ได้สูญหายไป ในเดือนที่ 2 ส่วนสารประกอบอีก 3 กลุ่มที่เหลือมีแนวโน้มลดลงในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากความแปรปรวนของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์และอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบที่ให้กลิ่นซึ่งเกิดจากกรดอะมิโนบางชนิดทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ฟลาโวนอลออกซิเดส (แม้น, 2527; Phunchaisri and Arunee, 2005)