



วิทยานิพนธ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บวญแผ่นผสมผลไม้

DEVELOPMENT OF APRICOT BASED FRUIT LEATHER

นางสาวรัชนีกร กิตติศิริมงคล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

Development of Apricot Based Fruit Leather

นามผู้วิจัย นางสาวรัชนีกร กิตติริมงคล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมบัติ ขอทวีวัฒนา, วท.ม.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์อภิญา หิรัญวงษ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล วุฒิจำนงค์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ้วยแผ่นผสมผลไม้

Development of Apricot Based Fruit Leather

โดย

นางสาวรัชนิกร กิติศิริมงคล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-2829-3

รัชนิกร กิติศิริมงคล 2549: การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D. 151 หน้า ISBN 974-16-2829-3

บ๊วยแผ่นผสมผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อบ๊วยคองน้ำเกลือ เนื้อผลไม้ เพกติน น้ำตาล และน้ำ ตีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้เป็นแผ่นบางก่อนนำไปผ่านกระบวนการทำแห้ง ด้วยลมร้อน มีเป้าหมายที่จะนำผลบ๊วยคองน้ำเกลือมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เริ่มจากศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตและคัดเลือกชนิดของผลไม้ที่ใช้ผสมจากมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ สับปะรดพันธุ์ศรีราชา ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง และส้มเขียวหวาน พบว่าฝรั่งมีความเหมาะสมในการผลิตที่สุด จากการคัดเลือกพันธุ์และระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่เหมาะสมในการผลิตจากฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์ไร้เมล็ด และพันธุ์ใส่แดง ในระยะแก่จัด สุก และสุกจัด โดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping) พบว่า ฝรั่งไร้เมล็ดระยะสุกมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนา จากการพัฒนาสูตรด้วย Mixture design และศึกษาปริมาณเพกตินที่เหมาะสม พบว่าส่วนผสมของบ๊วยร้อยละ 13.33 ฝรั่งร้อยละ 26.67 น้ำตาลร้อยละ 26.67 เพกตินร้อยละ 0.75 และน้ำร้อยละ 32.58 มีความเหมาะสมมากที่สุด การศึกษากรรมวิธีการผลิตจากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้น พบว่า ระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมที่สุดคือ 18 ชั่วโมง การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย พบว่าค่าสี L^* 40.36, a^* 5.84, b^* 12.36, แรงดึงเท่ากับ 3.20 นิวตัน ค่า a_w เท่ากับ 0.41 คุณภาพทางเคมีในผลิตภัณฑ์บ๊วย 100 กรัมมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก 45.15 มิลลิกรัม และจากการประเมินค่าทางจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราพบว่ามีน้อยกว่า 10 CFU/g การประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ได้นำบรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) โดยพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับพิจารณาจากการเสื่อมเสียวิตามินซีพบว่า อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ไม่ต่ำกว่า 8 สัปดาห์ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 86.50 ยอมรับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

รัชนิกร กิติศิริมงคล

ลายมือชื่อผู้ผลิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

31 / 10 / 49

Ratchaneekorn Kitisirimongkol 2006: Development of Apricot Based Fruit Leather.
Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-
Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor:
Assistant Professor Anuvat Jangchud, Ph.D. 151 pages.
ISBN 974-16-2829-3

The preliminary study on mixed fruit leather was conducted on apricot and four selected fruits. Each four types of fruit (Sriracha pineapple, Chok-a-nun mango, Tangerine and Pan-sri-tong guava) was mixed with salty apricot to develop for mixed fruit leathers. To making leather, the ingredients such as salty apricot, selected fruit, pectin, sugar and water were mixed and blended together until mixture was homogenous. The mixture subsequently poured into the tray and dried at 60 °C. Result showed that the mixed fruit leather from apricot and Pan-sri-tong guava was suitable for further development. The studied quality factors were guava type and maturity. Three guava types (Pan-sri-tong guava, Seedless guava and Red guava) and three guava period maturities (pre-ripe, ripe and over ripe) were investigated. Result from analysis of variance and preference mapping indicated that seedless guava at ripen period was suitable for further development. The apricot leather mixed with seedless guava was developed and its formulation consisted of apricot 13.33 %, seedless guava 26.67 %, sugar 26.67 %, pectin 0.75 % and water 32.58 %, respectively. Optimum process and drying curve study show that drying time at 18 hours was the most optimum time. The water activity, tensile force, lightness, redness, yellowness and ascorbic content of apricot leather mixed with guava were 0.41, 3.20 N, 40.36, 5.84, 12.36, 45.15 mg/100g, respectively. The microbiological quality was the total microbial count yeast and mold was less than 10 CFU/g. the product was considered sensory evaluation along with ascorbic degradation. Result showed that shelf-life of apricot leather mixed with seedless guava in aluminum foil could be kept at least 8 weeks at 35 °C. Acceptability test indicated that consumer accepted the product about 86.50 % and the overall liking was like moderately.

Ratchaneekorn Kitisirimongkol
Student's signature

Anuvat Jangchud 22 / 05 / 49
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อนุวัตร
แจ่มชัด ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนการวิจัย ตลอดจนให้
คำปรึกษา แนะนำในระหว่างดำเนินการวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ
รศ.สมบัติ ขอทวีวัฒนา กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รศ.ดร.อภิญา หิรัญวงษ์ กรรมการที่ปรึกษา
วิชาการ อาจารย์ ชุตินา ไวศรายุทธ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และคณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนทุนและเอื้อเฟื้อวัตถุดิบในการ
วิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวก
สะดวกในการวิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่คอยช่วยเหลือและเป็น
กำลังใจให้ในการทำงาน

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ชาย น้องชาย รวมทั้งผู้มีพระคุณที่ไม่ได้เอ่ยนามไว้ ณ
ที่นี้ทุกท่าน สำหรับความรัก ความห่วงใย ความเข้าใจ และความภูมิใจที่ทุกท่านมีให้แก่ข้าพเจ้าเสมอ
มา สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา
ครูอาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และวางรากฐานการศึกษาแก่ผู้วิจัย หากวิทยานิพนธ์ฉบับ
นี้มีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

ธวัชกร กิตติศิริมงคล

ตุลาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	44
สรุปและข้อเสนอแนะ	96
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	98
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก	105
ภาคผนวก ข	117
ภาคผนวก ค	125
ภาคผนวก ง	134
ภาคผนวก จ	139
ภาคผนวก ฉ	148

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับบ๊วยสด	8
2	องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับฝรั่ง	12
3	องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับส้ม	14
4	องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับสับปะรด	16
5	องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับมะม่วงดิบ	18
6	สูตรพื้นฐานในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้	34
7	ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ชนิดต่างๆ	45
8	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ชนิดต่างๆ	46
9	พันธุ์และความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ	48
10	คุณภาพของฝรั่งที่ใช้เป็นส่วนผสมฝรั่ง ที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน	49
11	ร้อยละของบ๊วย ผลไม้ผสม และน้ำตาลทราย ต่อการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ในแต่ละสิ่งทดลอง	60
12	ค่าคุณภาพทางกายภาพของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งจากแผนการทดลอง Mixture design	60
13	สมการถดถอยของค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง	61
14	ค่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งจากแผนการทดลอง Mixture design	65
15	สมการถดถอยของคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น	66
16	ค่าคุณภาพทางกายภาพของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีปริมาณเพกตินระดับต่างๆ	71
17	คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีปริมาณเพกตินต่างๆ	72
18	คะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่ a_w ต่างๆ	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง	76
20	อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมเสียวิตามินซี	86
21	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ	89
ตารางผนวกที่		
ข1	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน	118
ข2	คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน	120
ข3	คะแนนความเข้มเฉลี่ยของค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน	121
ข4	คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน	123
ค1	ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	126
ค2	ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	127
ค3	อันดับของสมการ สมการ และ R^2 ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	131
ค4	ค่าคงที่ของอัตราสำหรับปฏิกิริยาการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	131
ค5	ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ง1	ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลทางประชากรศาสตร์ จากผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	135
ง2	ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติ จากผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	136
ง3	จำนวนร้อยละของผู้บริโภคในแต่ละระดับคะแนนความชอบ และคะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งในปีจายต่างๆ	137
ง4	ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลด้านการยอมรับ จากผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	138
จ1	คุณลักษณะและสิ่งที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	141
ฉ1	ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ผลิตบิวัยแผ่นผสมผลไม้	149

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของผลบ๊วยสด	4
2	โครงสร้างเพกติน	19
3	โครงสร้างกั้วร์กัม	20
4	โครงสร้างมอลโทเดกซ์ทริน	21
5	กรรมวิธีการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้	35
6	ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้	44
7	ฝรั่งพันธุ์ไต้หวัน ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง และฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ	48
8	Bi-plot ระหว่าง Correlation loadings จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง	52
9	Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง	53
10	แผนภาพ PLSR (A) คือ Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ (B) Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง	55
11	แผนภาพ PLSR (A) คือ Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ (B) Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง	57
12	ตำแหน่งของสิ่งทดลองวิธี Mixture design	59
13	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าแรงดึง	63
14	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความสว่าง (L*)	63
15	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีแดง (a*)	64
16	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีเหลือง (b*)	64
17	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความชื้นสี (C*)	65
18	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่ามุมของสี (h)	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านสี	67
20	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะความสม่ำเสมอของแผ่น	67
21	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรส	68
22	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านความเหนียว	68
23	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านรสชาติ	69
24	กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านความชอบรวม	69
25	ตำแหน่งของสูตรบิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เหมาะสม	70
26	ค่าความชื้นและค่า a_w ผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่ระยะเวลาการอบแห้งต่างกัน	73
27	ผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	77
28	ค่า a_w ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	78
29	ค่าแรงดึง (นิวตัน) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	78
30	ค่าความสว่าง (L^*) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	79
31	ค่าสีแดง (a^*) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	79
32	ค่าสีเหลือง (b^*) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	80
33	ค่าความแข็งสี (C^*) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	80
34	ค่ามุมของสี (h) ของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	81
35	ผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	83
36	ปริมาณวิตามินซีของผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน	84
37	ร้อยละของจำนวนคำตอบเคยและไม่เคยบริโภคผลึกภัณฑ์แปรรูปจากบิวัย	90
38	ร้อยละของจำนวนคำตอบผลึกภัณฑ์แปรรูปจากบิวัยชนิดต่างๆ	91
39	ร้อยละของจำนวนคำตอบพบและไม่พบปัญหาในการบริโภคผลึกภัณฑ์แปรรูปจากบิวัย	92
40	ร้อยละของจำนวนคำตอบของปัญหาในการบริโภคผลึกภัณฑ์แปรรูปจากบิวัย	92
41	ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการยอมรับผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	94
42	ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการตัดสินใจซื้อผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง	94
43	ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านราคาผลึกภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง 5 ช่องต่อแพ็ค	95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก1 ค่าความสว่าง (L*) และค่ามุมของสี (Hue angle)	106
ก2 การวางตัวอย่างสำหรับวัดค่าแรงดึง	107
ก3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด	108
ก4 การวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อรา	109
ค1 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน	128
ค2 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน	129
ค3 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับสองของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน	130
ค4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ $1/T$	132

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

Development of Apricot Based Fruit Leather

คำนำ

บ๊วยเป็นไม้ผลเขตร้อนาชนิดผลัดใบที่มีศักยภาพสูงที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรบนที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทยปลูกเป็นการค้า เนื่องจากบ๊วยเป็นผลไม้ที่เจริญเติบโตเร็ว ไม่ต้องเอาใจใส่มากเหมือนไม้ผลผลัดใบชนิดอื่นๆ โรค และแมลงที่รบกวนมีน้อย และบ๊วยยังมีคุณสมบัติคล้ายๆ ไม้ป่า ในการที่จะช่วยปกป้องการพังทลายของหน้าดิน และช่วยรักษาความชุ่มชื้นของภูมิภาคไว้ได้เป็นอย่างมาก (กองพัฒนาเกษตร, 2540) ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มหันมาให้ความสนใจและยอมรับในการปลูกเพื่อเป็นอาชีพแทนการปลูกฝิ่น และทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งพื้นที่การเพาะปลูกบ๊วยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจเนื้อที่เพาะปลูกบ๊วยโดยกรมส่งเสริมการเกษตร เมื่อปี พ.ศ. 2535 มีจำนวนทั้งสิ้น 1,358 ไร่ และได้เพิ่มมาเป็น 8,695 ไร่ ในปี พ.ศ. 2545 พื้นที่เพาะปลูกบ๊วยมากที่สุดคือ จังหวัดเชียงราย รองลงมาคือจังหวัดเชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอนตามลำดับ จากการสำรวจราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมของบ๊วยโดยกรมส่งเสริมการเกษตร พบว่าเมื่อปี พ.ศ. 2535 ราคาบ๊วยเฉลี่ย 18.08 บาทต่อกิโลกรัม และมีการลดลงมาเป็น 11.38 บาทต่อกิโลกรัมในปี พ.ศ. 2543 ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนผลผลิตบ๊วยมากขึ้น ประกอบกับผลบ๊วยมีรสเปรี้ยวจัดและขม ไม่สามารถรับประทานสดได้ จึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

เมื่อศึกษาการบริโภคผลไม้ของคนไทยจากรายงานการสำรวจสถานะอาหารและโภชนาการของคนไทยโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่าในปี พ.ศ. 2529 ค่าเฉลี่ยการบริโภคผลไม้ของคนไทยเท่ากับ 99.2 กรัมต่อคนต่อวัน และได้ลดลงเป็น 73.6 กรัมต่อคนต่อวันในปี พ.ศ. 2538 ซึ่งผลไม้ที่นิยมบริโภคส่วนใหญ่คือผลไม้ที่ประกอบด้วยปริมาณน้ำตาลสูงมากขึ้น ส่วนการบริโภคผลไม้ที่เป็นแหล่งวิตามินซี และใยอาหารลดลง (เนตรนภิส, 2547)

ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตบ๊วย เพิ่มรูปแบบและคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ร่วมกับการคัดเลือกชนิดของผลไม้ที่เหมาะสมต่อการผลิต
2. เพื่อคัดเลือกพันธุ์และความแก่อ่อนที่เหมาะสมของผลไม้ที่ใช้ในการพัฒนาบ๊วยแผ่นผสมผลไม้
3. เพื่อพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้
4. เพื่อศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้
5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้
6. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

การตรวจเอกสาร

1. ผลไม้แผ่น

ผลไม้แผ่น คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้เข้มข้นผ่านกระบวนการทำแห้งได้เป็นแผ่นบางๆมีเนื้อสัมผัสเป็นแผ่นนิ่ม ผลไม้แผ่นสามารถรับประทานในรูปแบบของขนมขบเคี้ยว มีจุดมุ่งหมายที่จะเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Anonymous, 2001) โดยผลไม้แผ่นสามารถทำจากผลไม้ชนิดเดียว หรือการตีปนผลไม้หลายชนิด Che-man and Taufik (1995) ได้ทำการศึกษากิจกรรมวิธีการผลิตขนุนแผ่น พบว่าการลวกขนุนในน้ำที่ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จะให้ค่าความสว่าง และสีเหลืองมากกว่าการเตรียมขนุนที่แช่ด้วยโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ร้อยละ 0.1 และหลังจากเก็บขนุนแผ่นทิ้ง 2 วิธีนาน 2 เดือน พบว่าการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกัน ต่อจากนั้น จิระพา (2540) ได้พัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่น โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ นำเนื้อขนุนพันธุ์ทองสุกใจทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือด 30 นาที บดให้ละเอียดเติมสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ กรดซอบิก และกรดซิตริก นำส่วนผสมตั้งไฟ ต่อจากนั้นเติมน้ำตาลทราย กลูโคส เกลือละเอียด กวนจนได้ที่ เทใส่ถาดอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ขนุนแผ่น ส่วนกล้วยก็สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลไม้แผ่นได้เช่นกัน โกสิด และอนุวัตร (2544) พัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นจากกล้วย เริ่มจากแช่กล้วยในโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ร้อยละ 0.1 นาน 15 นาที นำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 88 - 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ต่อจากนั้นปั่นส่วนผสมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน ละลายน้ำแล้วกวนที่ไฟอ่อนนาน 5 นาที เทใส่ถาดอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง สูตรที่เหมาะสมคือกล้วยน้ำว้าใส่ขาวสูงอมร้อยละ 50.0 มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 7.5 น้ำสะอาด ร้อยละ 42.5 ของน้ำหนักวัตถุดิบรวมทั้งหมด หลังจากนั้น เพ็ชรดา (2547) ได้พัฒนาสูตรกล้วยแผ่นต่อ โดยคัดเลือกพันธุ์หอมทอง พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือกล้วยหอมร้อยละ 71.43 กลูโคสไซรัปกับน้ำตาลทรายร้อยละ 7.84 แป้งสาลีร้อยละ 2.18 และน้ำร้อยละ 10.71 และเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและความหลากหลายให้สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ศิริลักษณ์ (2545) จึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแผ่น โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ ชั่งเนื้อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย 600 กรัม ปั่นละเอียดนาน 6 นาที ให้ความร้อนด้วยน้ำร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนผสม 600 กรัมลงถาดที่ปูด้วยพลาสติกแรป อบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง โดยไม่ใส่สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสและน้ำตาลทราย พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนในระดับชอบมาก นอกจากนี้การผลิตผลไม้แผ่นจากการผสมผลไม้หลายชนิดก็สามารถทำได้เช่นกัน ผุสดี (2547) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นผสมจากมะม่วงแก้วกับมะละกอพันธุ์แขกดำ และมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์กับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จากการพัฒนาสูตรพบว่าปริมาณกรดต่อน้ำตาลที่

เหมาะสมสำหรับผลไม้แผ่นทั้ง 2 ชนิดคือ ร้อยละ 1.0 : 15.0 และ 0.5 : 7.5 จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ย 6.28 และ 6.26 คะแนน นอกจากนี้ Raab and Oehler (2001) กล่าวว่าผลไม้แผ่นอาจจะมียีสหวาน หรือมีการเติมสารให้ความหวาน เช่น น้ำตาล และอาจมีการเติมกลิ่นจากถั่วบด หรือมะพร้าวแผ่นก็ได้

2. วัตถุดิบที่สำคัญ

2.1 บ๊วย

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบ๊วย

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2524 ให้ความหมายของคำว่า “บ๊วย” ไว้ดังนี้คือ 1) ชื่อต้นไม้ชนิด *Myrica rubra* Sieb.et Zucc ในวงศ์ Myricaceae ผลกลม ผิวขรุขระ เมื่อมีสุกสีแดงคล้ำ กินได้ รสเปรี้ยวๆ หวานๆ 2) ชื่อต้นไม้ชนิด *Prunus mume* Sieb.et Zucc ในวงศ์ Rosaceae ผลกลม แบน มีขน ผลสุกสีเหลือง รสเปรี้ยวจัดและขม ดอกเกลือแล้วรับประทานได้



ภาพที่ 1 ลักษณะของผลบ๊วยสด

ที่มา : นิรนาม (2539)

ในปัจจุบันตลาดบ๊วยต่างประเทศที่น่าสนใจคือ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งคนญี่ปุ่นนิยมรับประทานบ๊วยมาก แต่ในประเทศญี่ปุ่นเองยังมีปริมาณบ๊วยยังไม่เพียงพอต่อการบริโภค จึงต้องสั่งซื้อจากประเทศจีน และได้หันเป็นส่วนใหญ่ ในปัจจุบันการสั่งซื้อบ๊วยจากประเทศไทยเริ่มมี

มากขึ้น เนื่องจากมีราคาสูงกว่า บ๊วยสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น บ๊วยดอง บ๊วยหวาน หรือบ๊วยแช่อิ่ม บ๊วยเค็ม น้ำบ๊วยเข้มข้น น้ำบ๊วยดัดแปลงพร้อมดื่มชนิดขุ่น (เนคต้า) เป็นต้น (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อสามัญ Japanese apricot และชื่อวิทยาศาสตร์ *Prunus mume* Sieb.et Zucc บ๊วยเป็นพืชในตระกูลเดียวกับพืชอื่นๆ อีกประมาณ 200 ชนิด (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540) ที่สำคัญได้แก่ ท้อ (*P. persica*), เนคทารีน (*P. persica*), แอปริคอต (*P. armeniaca*), พลัมยุโรป (*P. domestica*), พลัมญี่ปุ่น หรือลูกไหนด (*P. salicina*), อัลมอนด์ (*P. amygdalus*), เชอร์รี่ (*P. avium*), และนางพญาเสือโคร่ง หรือเชอร์รี่ประดับ (*P. cerasoides*) (วุฒินันท์, 2540)

บ๊วย มีถิ่นกำเนิดกระจายทั่วไปในประเทศจีน และทางภาคเหนือของประเทศลาว และประเทศเวียดนาม เป็นพืชสำคัญของญี่ปุ่นเนื่องจากชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคมาก บ๊วยปลูกมากในจีนแถบมณฑลเสฉวน และยูนาน ที่ระดับความสูง 600 – 800 เมตร อุณหภูมิ 13 – 15 องศาเซลเซียส แพร่กระจายสู่ประเทศใกล้เคียง ได้แก่ ประเทศเกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน เวียดนาม พม่า ลาว และแพร่กระจายมาสู่ตอนเหนือสุดของประเทศไทยที่ อำเภอแม่สาย อำเภอแม่จัน อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย เมื่อประมาณ 50 ปีมาแล้ว ที่ระดับความสูง 400 – 500 เมตรจนกลายเป็นพืชพื้นเมืองศักยภาพสูง เรียกว่า บ๊วยพันธุ์แม่สาย มีทรงพุ่มโต เจริญเติบโตเร็ว ไม่ต้องเอาใจใส่มากนัก โรคและแมลงรบกวนน้อย จึงได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกในเขตที่สูงของประเทศไทย (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540) ซึ่งในปัจจุบันบ๊วยที่ปลูกกันอยู่ในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

1) พันธุ์เชียงราย หรือ พันธุ์แม่สาย

พันธุ์นี้ได้แพร่กระจายมาจากจีนตอนใต้ผ่านพม่า และปลูกกันมานานจนปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของจังหวัดเชียงรายได้ดี มีลักษณะต้นเป็นพุ่มขนาดใหญ่ มีใบขนาดใหญ่กว่าทุกๆ พันธุ์ ความกว้างใบเฉลี่ย 2.56 เซนติเมตร ยาว 4.58 เซนติเมตร ช่วงเวลาพักตัวประมาณเดือนกันยายน และดอกบานตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ดอกมีสีขาว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลประมาณปลายเดือนเมษายน ผลมีรูปร่างกลม มีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ปึงตัง และเจนโถ เมื่อสุกเต็มที

ผลจะมีสีเหลือง โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 5 กรัม ความกว้างและความยาวของผล 2.15 และ 2.24 เซนติเมตร ความหวาน (Total soluble solid) เฉลี่ย 4.5 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดในน้ำคั้นร้อยละ 1.0 (Malic acid) ผลเฉลี่ยต่อต้นเมื่ออายุ 8 – 9 ปี ประมาณ 13.8 กิโลกรัม (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540) เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่สูงไม่เกิน 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล ถ้าปลูกบนที่สูงกว่านี้ จะทำให้ผลผลิตต่ำ เจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในเขตอำเภอแม่สาย อำเภอแม่จันท์ และอำเภอเชียงแสน ซึ่งมีความสูงเพียง 450 เมตรจากระดับน้ำทะเลเท่านั้น (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2540)

2) พันธุ์ไต้หวัน

โครงการหลวงร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำเข้ามาจากประเทศไต้หวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540) เหมาะสำหรับปลูกในที่สูงของประเทศไทย โดยเฉพาะความสูงตั้งแต่ 1,000 – 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล จะเติบโตดี ลำต้นแข็งแรง ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ ให้ผลผลิตสูง ผลมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์เชียงราย ต้นที่โตเต็มที่อาจให้ผลถึง 300 กิโลกรัม แต่โดยเฉลี่ยแล้วให้ผลผลิตต่อต้น 100 กิโลกรัมต่อปี ขนาดผลเฉลี่ย 100 ผลต่อกิโลกรัม บัวยพันธุ์นี้ หากนำมาปลูกในที่ต่ำจะเจริญเติบโตช้าต้นแคระแกรน ไม่ให้ผล หรือผลผลิตต่ำ (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2543) บัวยพันธุ์ไต้หวันที่น่าเข้ามาปลูกปรากฏว่ามีลักษณะผลแตกต่างกัน จึงได้มีการจำแนกออกเป็น 2 พันธุ์ตามลักษณะของผล (สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540) ได้แก่

- พันธุ์ปิงติง (Ping Ting) มีลักษณะต้นเป็นพุ่มขนาดใหญ่ ใบมีขนาดกว้าง 3.06 เซนติเมตร ยาว 5.78 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 10.71 ตารางเซนติเมตร ช่วงเวลาพักตัวประมาณเดือนกันยายน และดอกบานตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม ดอกมีสีขาว มีกลีบดอก 6 กลีบ กลีบรองดอกมี 5 กลีบ ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลประมาณปลายเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ผลมีรูปร่างกลมรี (Oblong) มีสีเขียวเข้ม เมื่อสุกเต็มที่มีสีเหลืองอ่อน มีขนาดปานกลาง น้ำหนักผลเฉลี่ย 10.9 กรัม ความกว้างและความยาวผลเฉลี่ย 2.75 และ 2.68 เซนติเมตร ความหวาน (Total soluble solid) เฉลี่ย 5.4 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดในน้ำคั้นร้อยละ 0.7 (Malic acid) ผลเฉลี่ยต่อต้นเมื่ออายุ 8 – 9 ปี ประมาณ 17 กิโลกรัม เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 1,000 เมตรขึ้นไป

- พันธุ์เจนโถ (Jen Tow) มีลักษณะต้นเป็นพุ่มขนาดใหญ่ ขนาดใบใกล้เคียงกับพันธุ์ปิงติง โดยมีความกว้างของใบ 2.95 เซนติเมตร และใบยาวกว่าพันธุ์ปิงติงเล็กน้อย โดยมี

ความยาว 6.72 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 12.27 ตารางเซนติเมตร ช่วงเวลาพักตัวและดอกบานเหมือนพันธุ์ปึงตึง คือพักตัวช่วงเดือนกันยายน ดอกบานเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ดอกมีสีขาวอมชมพู มีกลีบดอก 5 กลีบ กลีบรองดอกมี 5 กลีบ ขนาดของดอกเล็กกว่าพันธุ์ปึงตึงเล็กน้อย เก็บเกี่ยวผลได้ในช่วงปลายเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน รูปร่างของผลเป็นรูปกลมและมีปลายผลแหลม ขนาดของผลเล็กกว่าพันธุ์ปึงตึงโดยมีความกว้างและความยาวของผลเท่ากับ 2.20 และ 2.75 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ย 7.0 กรัม ผลมีสีเขียวเข้ม เมื่อสุกมีสีเขียวอมเหลือง ความหวาน (Total soluble solid) เฉลี่ย 7.2 องศาบริกซ์ ปริมาณกรดในน้ำคั้นร้อยละ 0.6 (Malic acid) ผลเฉลี่ยต่อต้นเมื่ออายุ 8 – 9 ปี ประมาณ 14.9 กิโลกรัม เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 1,000 เมตรขึ้นไป

2.1.3 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ในอดีตการเก็บเกี่ยวผลผลิตบัวจะใช้วิธีการเก็บโดยการเขย่าต้น เนื่องจากผลบัวมีขนาดเล็ก แต่การเขย่าต้นจะทำให้บัวที่ได้ชำและเสียหายมาก ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดในการเก็บเกี่ยวผลผลิตบัวคือ การเก็บเกี่ยวด้วยมือ (วุฒิจิตร, 2543) และใต้งลงในภาชนะที่ป้องกันการชำเสียหาย ได้ ดังนั้นทรงต้นที่ต่ำจะทำให้การเก็บเกี่ยวง่าย และผลผลิตเสียหายน้อย ปกติผลบัวจะเก็บเกี่ยวได้ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนแล้วแต่พื้นที่ แต่จะมากที่สุดในเดือนมีนาคม

คุณภาพของบัวที่ตลาดต้องการ ผลต้องมีขนาดตั้งแต่ 2 เซนติเมตรขึ้นไป ไม่มีตำหนิจากโรค แมลง และผลชำต่างๆ ผลที่ได้ต้องมีขนาดสม่ำเสมอ โดยดัชนีการเก็บเกี่ยวบัวนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด และชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปแปรรูป ซึ่งโดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยว 2 ลักษณะ คือ

1) การเก็บเกี่ยวผลแก่สีเขียว จะเก็บเกี่ยวเพื่อใช้แปรรูปประเภท บัวแช่อิ่ม และบัวกรอบ โดยจะเก็บเกี่ยวขณะที่ผลแก่แต่ยังเป็นสีเขียวอยู่ ซึ่งพิจารณาได้จาก เมื่อผ่าผลดูเปลือกหุ้มเมล็ดเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล (วุฒิจิตร, 2543)

2) การเก็บเกี่ยวผลแก่สีเขียวอมเหลือง จะเก็บเกี่ยวเพื่อใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทบัวคอง และบัวเค็ม เป็นต้น

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของบ๊วย

สารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของบ๊วย แสดงดังตารางที่ 1 บ๊วยมีสรรพคุณในการแก้กระหายน้ำ ช่วยขับพยาธิที่มีอยู่ภายในลำไส้ ช่วยแก้ไขอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วงเรื้อรัง อุจจาระเป็นเลือด (วีรชัย, 2542) เนื้อของผลบ๊วยมีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราได้หลายชนิด หากรับประทานน้ำบ๊วยเป็นประจำจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อภายในระบบทางเดินอาหารได้ (กระยาทิพย์, 2537)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับบ๊วยสด

องค์ประกอบ	ปริมาณ/หน่วย
พลังงาน	48 แคลอรี
ไขมัน	0.39 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	11.12 กรัม
เส้นใย	2 กรัม
โปรตีน	1.4 กรัม
แคลเซียม	13 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	23 มิลลิกรัม
วิตามินซี	10 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	1926 IU
วิตามินอี	0.89 มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	259 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	10 มิลลิกรัม

ที่มา : Anonymous (2005)

2.2 ฝรั่ง

ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ ฝรั่งถูกจัดให้อยู่ในวงศ์ Myrtaceae ซึ่งพืชที่อยู่วงศ์เดียวกันนี้ได้แก่ สนทราย แปรงลำงวด หลิว ยูคาลิปตัส หว่า เสม็ด กานพลู ชมพู่ ฝรั่งเป็นไม้ผลเมืองร้อน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Psidium guajava*, Linn. ฝรั่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ประเทศไทยเรียกฝรั่งในชื่อต่างๆกัน เช่น มะปุ่น มะก้วย มะกา มะมัน หมากลีดา จุ่มโป เป็นต้น

ฝรั่งเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ขนาดลำต้นสูงประมาณ 3 - 10 เมตร เปลือกมีสีน้ำตาลอมแดงหรือ สีน้ำตาลอมเขียว กิ่งอ่อนไม่มีขนปกคลุม ฝรั่งเป็นพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ต้นเป็นพุ่ม ไม้ทึบมาก มีกิ่งก้านสาขาแตกออกจากลำต้นมากมาย ตั้งแต่บริเวณใกล้กับโคนต้น ใบเป็นไม้ประเภทใบเดี่ยว ก้านใบสั้น ใบหนาใหญ่ ใบอ่อนมีสีเขียวลักษณะไม่เรียบ มีขนอ่อนปกคลุม แผ่นใบเป็นรูปไข่ปลายมน ใบมีลักษณะการจัดเรียงแบบตรงกันข้าม ใบมีรูปร่างแบบ Elliptic จนถึง Oblong ด้านหลังใบจะมีสีเขียวเข้มมากกว่าด้านท้องใบ ก้านใบมีความยาวประมาณ 3 - 10 มิลลิเมตร ใบมีความกว้างประมาณ 3 - 7 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5 - 15 เซนติเมตร สารเคมีที่สำคัญในใบมีน้ำมันหอมระเหย ประกอบด้วย Caryophyllene, Cineol นอกจากนี้ยังมี แทนนิน, Sesquiterpenoids และ Triterpenoid compounds ดอกเกิดที่ตาข้างหรือซอกใบมักจะ ไม่เกิดที่ตายอด โดยจะออกดอกที่ ส่วนของลำต้นหรือกิ่ง มีทั้งเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ ส่วนใหญ่จะมีประมาณ 2 - 3 ดอกต่อช่อ รูปร่างผลรูปไข่ป่องตรงปลายหรือรูปกลม เปลือกขรุขระเล็กน้อยแต่เป็นมัน ผลเมื่อยังเล็กอยู่จะมีสีเขียวเข้มพอผลแก่ผิวจะเป็นสีเขียวอ่อน สารเคมีที่สำคัญในผลสาร Fixed oil ร้อยละ 6 , Volatile oil ร้อยละ 0.365 แทนนินร้อยละ 8 - 15 , Beta-sitosterol และ quercetin เมล็ดเกาะติดอยู่กับเนื้อชั้นใน ใจกลางของผลเป็นจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์

พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 5 พันธุ์

1) เป็นสีทอง

ฝรั่งเป็นสีทองถือได้ว่าเป็นฝรั่งกินสดที่ได้รับความนิยมและครองตลาดมาอย่างต่อเนื่อง ลักษณะของใบ ดอก และผล เชื่อกันว่าฝรั่งเป็นสีทองน่าจะเกิดจากฝรั่งพันธุ์บางกอก แอปเปิ้ล ซึ่งได้รับละอองเกสรของกลมสาลี คือ ติดผลดก ผลโต เนื้อหนา รสชาติหวาน กรอบของต้นแม่เอาไว้ และได้ลักษณะเมล็ดน้อยจากต้นบางกอกแอปเปิ้ล จุดเด่นของฝรั่งเป็นสีทองคือ ขนาด

ลูกใหญ่ รสชาติหวาน กรอบ อร่อย ในแง่ของการให้ผลผลิต ฝรั่งเป็นสีทองเป็นฝรั่งที่ติดผลดก มากๆ ชนิดหนึ่ง มีขนาดต้นใหญ่ กิ่งก้านใหญ่ แข็งแรง รับประทานได้มาก ฝรั่งเป็นสีทองที่อายุน้อย จะติดผลไล่ขึ้นไปตั้งแต่โคนต้น อย่างไรก็ตาม ฝรั่งเป็นสีทองมัจฉาด้อยตรงที่อายุของฝรั่ง กล่าวคือ ฝรั่งเป็นสีทองเป็นฝรั่งที่อร่อยแต่ต้องเก็บให้ได้อายุจริงๆ ถ้าอ่อนเกินไปก็อาจจะฝาดได้ หรือถ้าเก็บ แก่เกินไปก็สุกง่าย และนี่คือเหตุผลสำคัญที่ทำให้ฝรั่งเป็นสีทองไม่เป็นที่นิยมในการออกสู่ตลาด ต่างประเทศ

2) กลมสาลี

ฝรั่งกลมสาลีเคยได้รับความนิยมที่สุดก่อนเป็นสีทอง มีชื่อดีกว่าเป็นสีทอง หลายประการ เช่น ขนาดผลที่เล็กกว่า เมื่อปลูกลานขึ้นขนาดลูกที่ได้ก็จะมีขนาดเล็กลง ขนาดต้น เล็ก ก้านเล็ก แต่ฝรั่งกลมสาลีก็ยังมีจุดเด่น เช่น การให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ผลทนทานต่อการขนส่ง ไม่เหี่ยวเร็ว เก็บรักษา และวางตลาดได้นาน รสชาติสม่ำเสมอ ฝรั่งกลมสาลีเป็นฝรั่งที่มี ขนาดผลประมาณ 300 - 350 กรัมต่อผล ทรงผลกลมแป้นถึงกลมสูง ความกว้างผลประมาณ 10.5 เซนติเมตร ยาว 8.3 เซนติเมตร ความหวานประมาณ 11.6 องศาบริกซ์

3) บางกอกแอปเปิ้ล

แม้ฝรั่งพันธุ์นี้แทบจะไม่มีมีการปลูกกันแล้วในบ้านเรา แต่เชื่อกันว่าฝรั่งบางกอก แอปเปิ้ลเป็นต้นกำเนิดของฝรั่งไม่มีเมล็ดที่เป็นที่สนใจอยู่ในขณะนี้ บางกอกแอปเปิ้ลเป็นฝรั่งที่ผสม พันธุ์โดยฝรั่งกลมสาลีกับพันธุ์เหหัวซึ่งเป็นฝรั่งจากอินเดีย ได้ลูกผสมไม่มีเมล็ด ผลโต น้ำหนักผลอยู่ ระหว่าง 600 - 1000 กรัม เนื้อละเอียด เนื้อหนาแน่นตลอดทั้งผล รสหวานอมเปรี้ยวชนิดๆ กรอบ รูปทรงผลสวยงาม ตั้งชื่อว่าบางกอกแอปเปิ้ลเพราะรูปร่างผลคล้ายแอปเปิ้ล และเกิดที่ กรุงเทพมหานคร จุดเด่นของฝรั่งพันธุ์นี้คือ ผลสุกช้า เมื่อสุกแล้วเนื้อไม่เละ นอกจากนี้มีกิ่งก้านที่ แข็งแรง อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของฝรั่งบางกอกแอปเปิ้ลที่ติดผลยากแม้จะออกดอกค่อนข้างดี อันเป็นลักษณะของผลไม้ไม่มีเมล็ดต่างๆ ไปก็ทำให้ฝรั่งพันธุ์นี้ลดความสำคัญลงไปเรื่อยๆ

4) ฝรั่งเป็นไส้แดง

ที่มาของฝรั่งพันธุ์นี้ยังไม่ชัดเจนว่ามีที่มาอย่างไร คาดว่าน่าจะเป็นลูกผสมจากการผสมพันธุ์ของฝรั่งไส้แดงกับฝรั่งเป็นสีทอง เพราะรูปร่างลักษณะผลคล้ายเป็นสีทอง เป็นฝรั่งที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ แต่ขอมกว่าเป็นสีทองเล็กน้อย น้ำหนักดี รสชาติจัดได้ว่าอร่อย มีไส้กลางเป็นสีแดง ในแง่ของการติดผล ติดผลดก มีขนาดต้นใหญ่ กิ่งก้านใหญ่ เจริญเติบโตเร็ว

5) ฝรั่งไร้เมล็ด

ฝรั่งไร้เมล็ดหรือฝรั่งสีทองเป็นฝรั่งที่มีผิวสวยสีเหลืองทอง ผลใหญ่ รสชาติหวานกรอบ อมเปรี้ยวเล็กน้อย และให้ผลดก แต่ที่เป็นจุดสนใจมากคือ ไม่มีเมล็ด ดังนั้นจึงรับประทานได้ทั้งผล อายุการเก็บเกี่ยวฝรั่งไร้เมล็ดตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 5 เดือน ข้อดีเนื่องจากฝรั่งไร้เมล็ดทำให้สามารถรับประทานได้ทั้งผลและอีกอย่าง คือ เวลาส่งเข้าโรงงาน หรือไปแปรรูปจะไม่มีปัญหาเรื่องการคัดแยกเมล็ดออก ส่วนข้อเสียคือฝรั่งไร้เมล็ดจะมีรสอมเปรี้ยว รูปทรงยาวไม่สวย ไม่เป็นที่นิยม จะลดการเก็บเกี่ยวได้ไม่นาน หรือเมื่อแก่เต็มที่จะมีรสชาติไม่ดี ดังนั้นข้อแนะนำในการเก็บควรเก็บเกี่ยวก่อนแก่เต็มที่เล็กน้อยเพื่อจะได้รสชาติที่ดีขึ้น

สารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของฝรั่ง แสดงดังตารางที่ 2 ฝรั่งมีวิตามินซีอยู่เป็นจำนวนมากโดยผลฝรั่งนั้นจะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าส้มถึง 5 เท่า (กระยาทิพย์, 2537) วิตามินซีมีความสำคัญต่อการสร้างคอลลาเจนในร่างกาย ซึ่งมีผลโดยตรงต่อสุขภาพผิวหนังและเนื้อเยื่อต่างๆ นอกจากนี้ฝรั่งมีสรรพคุณเป็นยา ได้แก่ รักษาโรคท้องร่วง ยาห้ามเลือด แก้โรคลำไส้อักเสบ เสริมภูมิคุ้มกันต้านทานโรค

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับฝรั่ง

องค์ประกอบ	ปริมาณ/หน่วย	
พลังงาน	99	แคลอรี
ไขมัน	4.4	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.4	กรัม
เส้นใย	50	กรัม
โปรตีน	1.2	กรัม
แคลเซียม	22	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	34	มิลลิกรัม
วิตามินซี	104	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	65	IU
วิตามินอี	0.89	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	1.6	มิลลิกรัม
เบตาแคโรทีน	21	มิลลิกรัม

ที่มา : กระจยาทิพย์ (2538)

อนาคตฝรั่งบริโภคสดที่สำคัญได้แก่ ประเทศในเอเชีย เช่น มาเลเซีย สิงคโปร์ บรูไน ฮองกง และตลาดในประเทศ อย่างไรก็ตามฝรั่งสดตลาดยังไม่ขยายใหญ่เพราะเหตุผลที่ว่า ตลาดจำกัดอยู่ในประเทศแถบเอเชียและลักษณะการบริโภคฝรั่งสดเป็นของว่างมากกว่าการบริโภคฝรั่งแปรรูป อนาคตการส่งออกฝรั่งยังมีปัญหาในเรื่องแมลงวันทองซึ่งต่างประเทศมีความเข้มงวดในเรื่องนี้มาก

2.3. ส้มเขียวหวาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus reticulata* Family: Rutaceae ส้มเขียวหวานเป็นไม้ผลกิ่งเมื่องร้อนมีถิ่นกำเนิด แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ส้ม Satsuma mandarins มีถิ่นกำเนิดอยู่ในญี่ปุ่น ส้ม King mandarins มีถิ่นกำเนิดในจีน ส้ม Mediterranean mandarins มีถิ่นกำเนิดในอิตาลี และส้ม Common mandarins มีถิ่นกำเนิดในฟิลิปปินส์ ส้มมีทรงพุ่มขนาดเล็ก ต้นสูงประมาณ 2.5 - 3 เมตร

ปลูกได้ดีในดินทุกภาคของประเทศไทย ดินควรมีสภาพเป็นกรด - ด่าง ประมาณ 5.7 - 6.9 ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่คนไทยนิยมบริโภค ในปี พ. ศ. 2541 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 185,000 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 101,000 ไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 283,000 ตันต่อปี ส่วนใหญ่จะผลิตขึ้นเพื่อบริโภคภายในประเทศ แต่ก็สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศปีละหลายสิบล้านบาท ปริมาณและมูลค่าการส่งออกมีดังนี้คือ ผลสด 154 ตัน มูลค่า 2.7 ล้านบาท น้ำส้มทุกชนิด 3.6 ตัน มูลค่า 33 ล้านบาท

ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 8 เมตร ใบเป็นใบประกอบบดรูป มีใบย่อยใบเดี่ยวเรียงสลับใบย่อยเป็นรูปไข่ กว้างประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร ยาว 5 - 8 เซนติเมตร ปลายใบแหลมมีสีเขียวเป็นมัน มีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป ก้านใบมีครีบเล็กๆ ดอกเป็นสีขาวออกเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อสั้นๆ ตามซอกใบและปลายกิ่งมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ มีกลิ่นหอม ผลมีรูปกลมเป็นขนาด 3 - 5 เซนติเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ผิวเรียบ มีต่อมน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป เมื่อแก่จัดมีสีเขียวอมเหลือง ผิวบาง ภายในมีลักษณะเป็นกลีบหลายกลีบแยกออกจากกันได้ง่าย ผนังของกลีบบาง เนื้อในมีสีส้มบรรจุอยู่ในถุงน้ำหวานขนาดเล็กจำนวนมาก เมล็ดเป็นรูปกลมรีสีขาว การขยายพันธุ์ทำโดยใช้ตอนกิ่ง ทาบกิ่ง หรือใช้เมล็ด

สารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของส้มแสดงดังตารางที่ 4 สรรพคุณของส้ม ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน บรรเทาอาการกระหายน้ำ ป้องกันโรคหวัดและการติดเชื้อแบคทีเรีย ลดปริมาณโคเลสเตอรอลในโลหิต ช่วยระบบย่อยอาหารของร่างกาย (ดวงจันทร์, 2546)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับส้ม

องค์ประกอบ	ปริมาณ/หน่วย
พลังงาน	42 แคลอรี
ไขมัน	0.4 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	9.0 กรัม
เส้นใย	1.3 กรัม
โปรตีน	0.6 กรัม
แคลเซียม	30 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	23 มิลลิกรัม
วิตามินซี	42 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	82 ไมโครกรัม
ไนอาซิน	0.4 มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2521)

2.4 สับปะรด

สับปะรดชื่อสามัญ สับปะรด Pineapple ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ Ananas Comosus ชื่อเรียกทั่วไปของสับปะรดได้แก่ มะขะนัด มะนัด (ภาคเหนือ) บ่อนัด (เชียงใหม่) ขนุนทอง ย่านัด ยานัด (ภาคใต้) หมากนัด (ภาคอีสาน) สับปะรดเป็นผลไม้พื้นเมืองของอเมริกากลาง ค้นพบโดยคริสโตเฟอร์ โคลัมบัส บนเกาะอินดีสตะวันตก และได้ถูกนำมาปลูกในประเทศไทยเมื่อหลายศตวรรษมาแล้ว เจริญเติบโตได้ดีในดินปนทรายตามแนวชายฝั่งทะเล ปัจจุบันประเทศไทยได้เป็นผู้นำด้วยการส่งออกสับปะรดกระป๋อง ลักษณะทั่วไป สับปะรดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุได้หลายปี ส่วนของลำต้นแก่ค่อนข้างแข็ง และแตกหน่อใหม่ทางด้านข้าง ใบติดสลับโดยรอบต้น ก้านใบทางโอบรอบต้น ตัวใบเป็นแผ่นเรียวยาวคล้ายดาบโค้ง ปลายเรียวแหลม ริมใบมีหนามแหลมขนาดเล็ก เนื้อแข็ง ใบกว้าง 2 - 6 เซนติเมตร ยาว 50 - 150 เซนติเมตร ผิวใบด้านล่างมักเห็นเป็นสีขาวนวล ดอกออกเป็นช่อ สีและขนาดแตกต่างกัน ช่อดอกมีก้านยาว มีใบประดับติดอยู่ทั้งส่วนบนและส่วนล่างของช่อ เมื่อเป็นผลรูปร่างเกือบกลมหรือ รูปไข่ป้อม หรือทรงกระบอก มีขนาดกว้าง 3 - 20 เซนติเมตร ยาว 5 - 30 เซนติเมตร ไม่มีเมล็ดที่สมบูรณ์

พันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 5 พันธุ์ โดยถือตามลักษณะของต้นที่ได้ ขนาดโตเต็มที่ และแข็งแรงสมบูรณ์เป็นบรรทัดฐานดังนี้คือ

1) พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์นี้รู้จักแพร่หลายในนามสับปะรดศรีราชา และชื่ออื่นๆ เช่น ปรานบุรี สามร้อยยอด สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียนิยมปลูกกันมากเพื่อแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี เพชรบุรี ลำปาง และการปลูกกันทั่วไป เพื่อขายผลสด เพราะมีรสหวานฉ่ำมีน้ำมาก ลักษณะทั่วไปคือ มีใบสีเขียวเข้ม และเป็นร่องตรงกลางผิวใบด้านบนเป็นมันเงา ส่วนใต้ใบจะมีสีออกเทาเงิน ตรงบริเวณกลางใบมักมีสีแดงอมน้ำตาล ขอบใบเรียบมีหนามเล็กน้อยบริเวณปลายใบ กลีบดอกสีม่วงอมน้ำเงิน ผลมีขนาดและรูปร่างต่างกันไป มีน้ำหนักผลอยู่ระหว่าง 2 - 6 กิโลกรัม แต่โดยปกติทั่วไปประมาณ 2.5 กิโลกรัม เปลือกผลเมื่อคิบสีเขียวคล้ำ เมื่อแก่จัดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มทางด้านล่างของผล ประมาณครึ่งผล ก้านผลสั้นมีใ้ใหญ่เนื้อเหลืองอ่อนแต่จะเปลี่ยนเป็นสีเข้มในฤดูร้อน รสชาติดี

2) พันธุ์อินทรีชนิด เป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เก่าแก่ที่สุดในประเทศไทย ปลูกกันกระจัดกระจายทั่วไป แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่จังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะทั่วไป ขอบใบจะมีหนามแหลมรูปร่างโค้งงอ สีน้ำตาลอมแดง ใบสีเขียวอ่อนไม่เป็นมัน ขอบใบทั้ง 2 ข้างมีแถบสีแดงอมน้ำตาลตามแนวยาว ใต้ใบจะมีสีเขียวออกขาวและมีวาวออกสีน้ำเงินกลีบดอกสีม่วงเข้ม ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย รสหวานอ่อน มีตะเกียงติดอยู่ที่ก้านผล เปลือกผลเหนียวแน่นทนทานต่อการขนส่งเหมาะสำหรับบริโภคสด

3) พันธุ์ขาว เป็นพันธุ์พื้นเมือง เกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์นี้ร่วมกับพันธุ์อินทรีชนิด เข้าใจว่าจะกลายพันธุ์มาจากพันธุ์อินทรีชนิด แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ฉะเชิงเทรา ลักษณะทั่วไป มีใบสีเขียวอมเหลืองหรือเขียวใบไม้ ทรงพุ่มเตี้ยใบแคบและสั้นกว่าพันธุ์อินทรีชนิด ขอบใบมีหนามโค้งงอเข้าสู่ปลายใบ โคนกลีบดอกสีม่วงอ่อน ปลายกลีบสีม่วงอมชมพู เนื้อผลสีเหลืองทอง รสหวานอ่อน ผลมักมีหลายลูก คุณภาพของเนื้อไม่ค่อยดีนัก ผลมีขนาดปานกลาง น้ำหนักเฉลี่ย 0.85 กิโลกรัม มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีตาเล็กทำให้ผลห่ามง่าย

4) พันธุ์ภูเก็ทหรือสวี ปลูกกันมากในสวนยางจังหวัดภูเก็ต ชุมพร นครศรีธรรมราช และตราด โดยปลูกระหว่างแถวชาวรุ่นที่ยังมีอายุน้อยเพื่อเก็บผลขายก่อนกรีดยาง มีชื่ออื่น ๆ อีก เช่น พันธุ์ชุมพร พันธุ์สวี พันธุ์ตราดสีทอง ลักษณะทั่วไป ใบสีเขียวอ่อนและมีแถบสีแดงใน

ตอนกลางและปลายในขอบใบมีหนามสีแดงแคบและยาวกว่าพันธุ์อินทรีชิตและพันธุ์ขาว กลีบดอกสีม่วงอ่อน ผลมีขนาดเล็กกว่าทุกพันธุ์ที่กล่าวมาดกเปลือกหนา เนื้อหวานกรอบสีเหลืองเข้ม เส้นใยน้อย มีกลิ่นหอม เหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคใต้

5) พันธุ์นางแลหรือน้ำผึ้ง ปลูกมากในจังหวัดเชียงราย ลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกับพันธุ์ปัตตาเวีย แต่มีรูปร่างของผลทรงกลมกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตาฐาน เปลือกบางกว่าและรสหวานจัดกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ผลแก่มีเนื้อในสีเหลืองเข้ม มีเส้นใยน้อยเหมาะสำหรับบริโภคสด เป็นที่นิยมมากในภาคเหนือ ผลมีเปลือกบางมาก ขนส่งทางไกลไม่คืนัก

สารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของสับปะรดแสดงดังตารางที่ 4 สรรพคุณของสับปะรดช่วยย่อยอาหาร เสริมสร้างการดูดซึมอาหารของร่างกาย ลดอุณหภูมิความร้อนของร่างกาย แก้กระหาย ลดความเสี่ยงการเป็นโรคไต และความดันโลหิตสูง แก้อาการบวมน้ำของร่างกายขับปัสสาวะ (ดวงจันทร์, 2546)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับสับปะรด

องค์ประกอบ	ปริมาณ/หน่วย
พลังงาน	54 กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.3 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	14.0 กรัม
เส้นใย	0.50 กรัม
โปรตีน	0.40 กรัม
แคลเซียม	22.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	8.0 มิลลิกรัม
วิตามินซี	17.0 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	15 ไมโครกรัม
ไนอาซิน	0.2 มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2521)

2.5 มะม่วง

มะม่วงเป็นไม้ผลขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในภูมิภาคแถบอินโดจีน พม่า ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เจริญได้ในดินทั่วไป ยกเว้นดินเค็มและดินที่มีน้ำขัง มะม่วงมีความต้านทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี จะเริ่มให้ผลหลังจากปลูกด้วยกิ่งทาบประมาณ 3 ปี สามารถให้ผลผลิตได้นานกว่า 15 ปี โดยผลผลิตจะสูงขึ้นทุกๆ ปีเฉลี่ยในปีที่ 8 จะประมาณ 50 - 100 กิโลกรัมต่อต้น มะม่วงเป็นไม้ผลที่นิยมปลูก เพราะนอกจากจะบริโภคกันภายในประเทศ ในรูปผลสดและแปรรูป เช่น มะม่วงกวน มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงเค็ม น้ำมะม่วง แยม ฯลฯ ซึ่งสามารถส่งเป็นสินค้าส่งออกที่มีมูลค่าสูง จากการสำรวจในปี 2541 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 2.195 ล้านไร่ มีผลผลิตรวมประมาณ 986,000 ตัน และมีปริมาณการส่งออก 15,000 ตัน หรือคิดเป็นมูลค่าประมาณ 400 ล้านบาท

มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เป็นมะม่วงที่พบครั้งแรกที่จังหวัดเชียงใหม่ ออกทวาย ติดผลง่ายและติดผลตามบริเวณกิ่ง สามารถทำให้ติดผลนอกฤดูกาลได้ง่ายกว่าพันธุ์อื่นลักษณะลำต้นมีความเจริญเติบโตปานกลาง รูปร่างผลคล้ายมะม่วงพิมเสน เปลือกค่อนข้างหนา เนื้อแน่น เมื่อสุกเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง เก็บไว้ได้นานหลายวัน เนื้อผลแน่นสีเหลืองอ่อน น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 300 กรัม ระยะตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน

สารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของมะม่วงแสดงดังตารางที่ 5 สรรพคุณของมะม่วงเป็นแก้ไอ ละลายเสมหะ แก้กลิ้นไส้ อาเจียน ขับปัสสาวะ ช่วยให้อุณหภูมิและประจำเดือนของสตรีเป็นปกติ บรรเทาอาการแพ้ต่าง ๆ ของร่างกาย ดับกระหาย ผู้ป่วยด้วยโรคไตไม่ควรรับประทานมะม่วงมากเกินไป เพราะจะทำให้อาการของโรคเป็นมากขึ้น (ดวงจันทร์, 2546)

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของสารอาหารต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม สำหรับมะม่วงดิบ

องค์ประกอบ	ปริมาณ/หน่วย
พลังงาน	76 กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.2 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	18.1 กรัม
เส้นใย	2.4 กรัม
โปรตีน	0.5 กรัม
แคลเซียม	14 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	2 มิลลิกรัม
วิตามินซี	35 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	37 ไมโครกรัม
ไนอาซิน	0.2 มิลลิกรัม

ที่มา : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2521)

3. ส่วนประกอบอื่นๆ

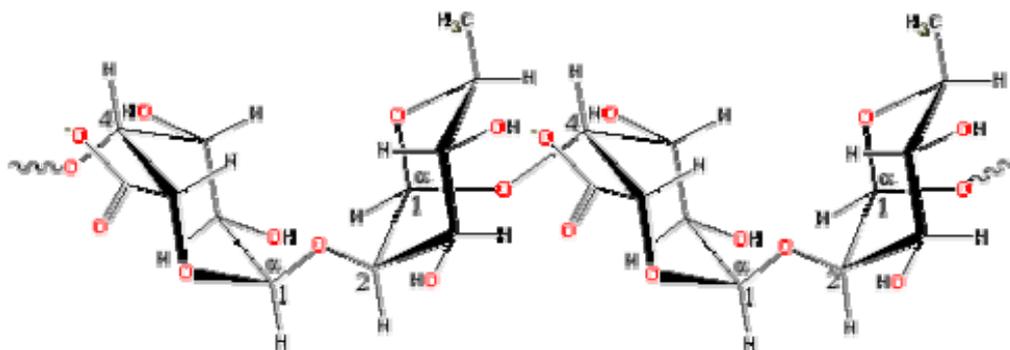
3.1 น้ำตาล ในผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นนอกจากน้ำตาลที่จะทำหน้าที่หลักในการให้ความหวานแล้ว น้ำตาลยังทำหน้าที่อีกหลายประการ ได้แก่ เป็นสารกันเสีย เนื่องจากสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสูงมากพอสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ยกเว้น พวก Osmophillic yeast ที่ยังคงแบ่งตัวได้ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นร้อยละ 67 ซูโครสช่วยเพิ่มกลิ่นรสอาหารให้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสแก่ผลิตภัณฑ์

น้ำตาลซูโครสสามารถละลายน้ำได้ร้อยละ 68.0 ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) จะละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และจะละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าจุ่มตัว อาจเกิดผลึกหยาบๆของน้ำตาลที่เรียกว่า Sugar bloom ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสไม่ดี มีน้ำตาลเป็นเม็ดเล็กๆเกิดขึ้น ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์จะเป็นสีเทา ทำให้ผลิตภัณฑ์ขาดความมันเงา

3.2 สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส

3.2.1 กลูโคสไซรัป คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรไลซ์แป้งที่บริโภคได้ เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง เพียงบางส่วน โดยผ่านการควบคุม ทำให้บริสุทธิ์ และทำให้เข้มข้น กลูโคสไซรัปประกอบด้วย ดี - กลูโคส มอลโทส และพอลิเมอร์ของ ดี - กลูโคสในสัดส่วนที่ต่างกัน คุณสมบัติของ กลูโคสไซรัปกำหนดด้วยค่าสมมูลเด็กโทรส (D.E.) หมายถึง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณในรูป D (+) - glucose ของปริมาณ น้ำหนักแห้งทั้งหมด การละลายน้ำของ กลูโคสไซรัปจะละลายได้ดีเมื่อมีค่า D.E. สูงและลดไปตาม ค่า D.E. กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. ต่ำจะมีความหนืดสูงมีความหวานต่ำ ช่วยป้องกันการตกผลึกได้ดี มีการดูดซับน้ำต่ำ ช่วยให้เนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน มีความเลื่อมมัน กลูโคสไซรัปที่มีค่า D.E. สูงจะมีความหวานเพิ่มขึ้น และความหนืดลดลง การควบคุมการตกผลึกจะลดลง และดูดความชื้นได้สูงขึ้น

3.2.2 เพกติน (Pectin) เป็นสารสกัดจากผลไม้ที่สามารถละลายน้ำ เช่น เปลือกส้ม ส้มโอ เป็นต้น เพกตินจะเกิดเป็นร่างแหในขณะที่ยึดน้ำตาลกับผลไม้ ทำให้เกิดเจลขึ้น ปริมาณเพกตินที่เติมลงไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ คือ ถ้าปริมาณเพกตินในผลไม้มากจำนวนเพกตินที่เติมลงไปก็น้อยหรืออาจไม่ต้องใช้เลยก็ได้

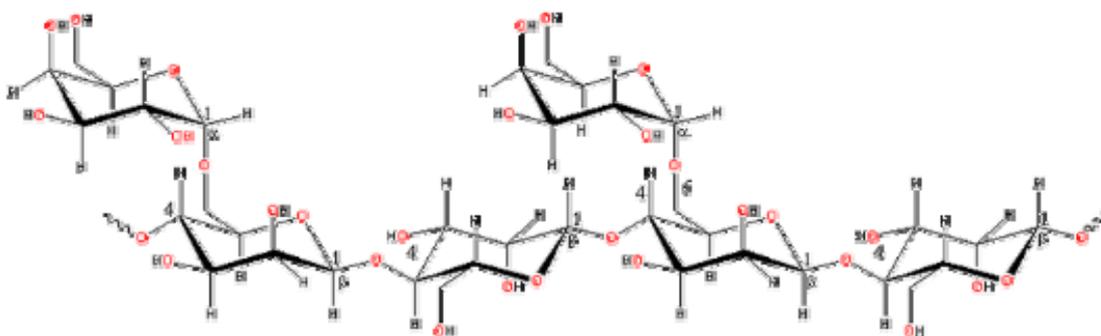


ภาพที่ 2 โครงสร้างเพกติน

ที่มา : Martin (2006)

3.2.3 กัวร์กัม (Guar gum) คือ กัมชนิดหนึ่ง เป็น Galactomannan ที่ได้มาจากเมล็ดในพืชของ *Guar cyamopsis tetragonoloba* ซึ่งกระจายตัวได้ในน้ำเย็น สร้างเป็นสารละลายหนืด ซึ่งจะเกิดความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อให้ความร้อน สารละลายร้อยละ 1 มีช่วงความหนืด ประมาณ 2,000-3,500

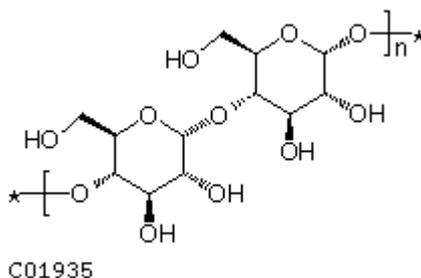
เซนต์พอยส์ ทำงานแบบ Synergistically กับ Xanthan gum เพื่อให้ความหนืดที่เพิ่มขึ้น เป็นสารทำให้ข้น และ Stabilizer ที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ใช้ในไอศกรีม ขนมอบ ซอส และ เครื่องดื่ม ที่ช่วงระดับการใช้ร้อยละ 0.1-1.0 โดยใช้ชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า GUARAN (ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขนั้น กำหนดให้ใช้ผลิตภัณฑ์อาหารได้ ไม่เกิน 10,000 - 20,000 มิลลิกรัม ต่อสารที่ใช้บรรจุ 1 กิโลกรัม)



ภาพที่ 3 โครงสร้างกัวร์กัม

ที่มา : Martin (2006)

3.2.4 มอลโทเดกซ์ทรินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 900 – 9,000 มีสูตรโมเลกุล คือ $(C_6H_{12}O_6) \cdot H_2O$ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป ประกอบด้วยหน่วยของ D - glucose หลาย ๆ หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ $\alpha - (1 \rightarrow 6)$ และมีค่าสมมูลย์เดกโตส (Dextrose Equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช การไฮโดรไลซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริก หรือโดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (อรพิน, 2536) เพื่อให้เกิดสารละลายกลูโคสพอลิเมอร์ (Glucose polymer solution) ที่มีสายยาว สารละลายนี้จะถูกกรองและทำให้แห้งหรือทำให้เข้มข้นมากขึ้นเพื่อให้ได้มอลโทเดกซ์ทริน สตาร์ชที่นำมาใช้ ได้แก่ สตาร์ชจากข้าวโพด ข้าวเจ้า มันสำปะหลัง มันฝรั่ง เป็นต้น โดยทั่วไปที่นิยมผลิตจะมีค่า DE อยู่ในช่วง 5 - 19 มอลโทเดกซ์ทรินอาจอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้นหรือรูปผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสหวานหรือหวานเล็กน้อย จัดเป็นสารที่ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย (รุ่งนภา, 2539) มีความข้นประมาณร้อยละ 3 - 5 ความหนาแน่นปรากฏ (Bulk density) อยู่ในช่วง 0.31 - 0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การเติมมอลโทเดกซ์ทรินจะทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ทำให้สัดส่วนของน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีช้าลง



ภาพที่ 4 โครงสร้างมอลโทเดกซ์ทริน

ที่มา : Kanehisa Laboratories (1995)

อนุวัตร และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของ เพกตินร้อยละ 1, 2 และ 3 กัวร์กัมร้อยละ 0.6, 0.8 และ 1 ต่ออัตราการอบแห้งของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น พบว่า กัวร์กัมมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลงเร็วกว่าเพกตินในช่วง 8 ชั่วโมงแรกของการอบแห้ง ในคุณลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า เพกตินแต่ละระดับมีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการดึงแตกต่างกัน กัวร์กัมไม่มีผลต่อค่าแรงต้านทานการดึง และผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของบ๊วยแผ่นทั้ง 6 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน

Singh-Gujral and Sing-brar (2003) ศึกษาผลของ ไฮโดรคอลลอยด์ ดังนี้ กัวร์กัม, เพกติน, คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส, กัมร์เอคาเซีย และ โซเดียมอัลจิเนต ต่อคุณภาพของมะม่วงแผ่น พบว่า ไฮโดรคอลลอยด์ทุกชนิดสามารถลดอัตราการทำแห้งของมะม่วงแผ่นใน 2 ชั่วโมงแรกของการทำแห้งเท่านั้น เพิ่มการขยายตัวและเพิ่มแรงที่ทำให้มะม่วงแผ่นขาดได้ ค่าสีเหลืองและสีแดงลดลง แต่ค่าความสว่างไม่มีความแตกต่าง เมื่อความเข้มข้นของไฮโดรคอลลอยด์เพิ่มขึ้น ค่าสภาวะสมดุลของความชื้นสัมพัทธ์ เพิ่มขึ้น กัวร์กัม และเพกตินสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสของมะม่วงแผ่นได้

อนุวัตร และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของเพกตินร้อยละ 1 - 3 ซูโครสร้อยละ 10 - 20 ต่อคุณภาพของบ๊วยแผ่น พบว่าการเพิ่มปริมาณซูโครสมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มอย่างรวดเร็ว และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นลดลง การเพิ่มปริมาณเพกตินมีผลทำให้ค่าความสว่างลดลง การเพิ่มซูโครส และการเพิ่มเพกตินมีผลทำให้ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่ามอดูลัสของยัง และค่างานเพิ่มขึ้น และจากการศึกษาผลของกัวร์กัมร้อยละ 0.6 - 1 และซูโครสร้อยละ 10 - 20 ต่อคุณภาพของบ๊วยแผ่น พบว่าเมื่อปริมาณกัวร์กัมเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความสว่างลดลง และความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณ

ซูโครสเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นลดลง และเมื่อปริมาณซูโครส และกัวร์กัม เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และค่า a_w ลดลง และส่งผลให้ค่างานเพิ่มขึ้น

พรศักดิ์ (2545) ทำการศึกษาผลของกลูโคสไซรัปร้อยละ 7, 14 และ 21 มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 5, 10 และ 15 น้ำผึ้งร้อยละ 5, 10 และ 15 ต่อคุณภาพทางกายภาพของทุเรียนแผ่น พบว่า ตัวอย่างที่ผสมมอลโทเดกซ์ทรินให้ค่าความเค้น ค่างาน ความสว่างสูงที่สุด ตัวอย่างที่ผสมน้ำผึ้งให้ค่าสีแดงสูงที่สุด

4. ผังความชอบ (Preference mapping)

ผังความชอบ คือวิธีการนำเสนอข้อมูลเชิงลึกในรูปแบบภาพ เพื่ออธิบายความชอบ ผลิตภัณฑ์อาหารของผู้บริโภค โดยการเก็บข้อมูลความชอบของผู้บริโภคหลังจากทดสอบชิม ตัวอย่างอาหารอย่างน้อย 6 ตัวอย่าง โดยใช้สเกลการยอมรับโดยรวม การจัดลำดับความชอบหรืออื่นๆ ที่เป็นการวัดความต้องการผลิตภัณฑ์ จากนั้น ค่าคะแนนจากผู้บริโภคแต่ละคน จะถูกนำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกันเพื่ออธิบายลักษณะข้อมูลทั้งหมดที่ใช้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร Multivariate รวมไปถึงการวิเคราะห์ความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ของตัวอย่างอาหาร ด้วยวิธีการนี้จะลดปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่สามารถระบุออกมาได้หรือไม่เข้าใจคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้นๆ ภายใตสมมติฐานว่าผู้บริโภคแต่ละคนชอบอาหารชนิดหนึ่งด้วยคุณลักษณะต่างๆกัน และการใช้ค่าเฉลี่ยไม่สามารถเป็นตัวแทนอธิบายปรากฏการณ์ความชอบของผู้บริโภคทั้งหมดได้ (วิไลศนา, 2546)

เทคนิคแผนภาพความชอบ ใช้หลักพื้นฐานในการวิเคราะห์ คือ หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก หรือ Principal component analysis (PCA) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดตัวแปรที่มีจำนวนมากๆมาไว้เป็นกลุ่มของตัวแปรองค์ประกอบหลัก (Principal component, PC) ที่ลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลง ซึ่งพิจารณารายละเอียดทั้งหมดจากแต่ละตัวแปร โดยจะรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ไว้ในกลุ่มเดียวกัน หรือ PC เดียวกัน ตัวแปรที่อยู่ใน PC เดียวกันจะมีค่าสหสัมพันธ์กันมาก ความสัมพันธ์อาจจะเป็นในเชิงทางบวกหรือทางลบก็ได้ แต่ตัวแปรที่อยู่ต่าง PC จะไม่มี ความสัมพันธ์กัน (เป็น Orthogonal) (วิไลศนา, 2546)

Nicola *et.al* (2000) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความชอบโดยรวมของผู้บริโภค กับ ลักษณะเป็นเนื้อครีมของผลิตภัณฑ์นมโดยใช้เทคนิคแผนผังความชอบ สิ่งที่ใช้ในการอธิบาย ความชอบโดยรวม คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง กลิ่นรส เนื้อสัมผัสด้านการเคลือบของนม (Mouthcoating) ความลื่น มันเงา และความหนืดซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะเป็นเนื้อครีมของ ผลิตภัณฑ์นมมากกว่าความสัมพันธ์ของความหวานและความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์

Geel *et.al* (2004) ศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของกาแฟสำเร็จรูปโดยใช้ เทคนิคแผนผังความชอบ ตัวอย่างกาแฟสำเร็จรูปจากกาแฟแท้ กาแฟผสม กาแฟปรุงสกัดสำเร็จรูป โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 199 คน สามารถแบ่งผู้ทดสอบเป็น 4 กลุ่ม คือ ผู้ที่รักการดื่มกาแฟ ผู้ที่ดื่ม กาแฟเป็นประจำ ผู้ที่ดื่มกาแฟทั่วไป และผู้ที่ไม่จริงจังกับการดื่มกาแฟ พบว่าผู้ที่รักการดื่มกาแฟมี ความสัมพันธ์กับคุณลักษณะด้านความฝาด รสขม ความคงตัวของกาแฟสำเร็จรูปจากกาแฟแท้ ผู้ที่ ดื่มกาแฟเป็นประจำมีความสัมพันธ์กับกลิ่นรสของกาแฟ ความหวาน และชนิดของกาแฟปรุงสกัด ส่วนผู้ที่ดื่มกาแฟทั่วไป และผู้ที่ไม่จริงจังกับการดื่มกาแฟจะพิจารณาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของกาแฟเพียงเล็กน้อย

Huang and Hsieh (2005) ศึกษาผลของเพกติน น้ำตาล และน้ำเชื่อมที่ทำมาจากข้าวโพด (Corn syrup) ต่อการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ลูกแพร์แผ่น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ องค์ประกอบหลัก พบว่า แกน PC1 สามารถในคุณลักษณะของ ความยืดหยุ่น ความหวาน ความ เหนียวติดฟัน ความแข็ง ความแห้ง ความหยาบและความสว่างของผิวหน้า แกน PC2 สามารถ อธิบาย ความเหนียวติดริมฝีปาก แรงที่ใช้ในการเคี้ยว การเกาะรวมตัวกัน กลิ่นรสผลไม้ ความเปรี้ยว และ การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

เพ็ชรดา (2547) คัดเลือกพันธุ์กล้วยที่เหมาะสมในการพัฒนากล้วยแผ่น จากกล้วยจำนวน 5 พันธุ์ คือ กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง กล้วยหอมทอง กล้วยหักมุก และกล้วยน้ำว้าขาว วิเคราะห์ผล โดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ พบว่า กล้วยหอมเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากได้คะแนน ความชอบในคุณลักษณะกลิ่นรสกล้วย รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด

5. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาไว้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บสามารถทำให้ผู้ผลิตกำหนดวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงนี้มีคุณภาพตรงกับที่แจ้งไว้ในฉลาก ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนาน จึงได้มีการศึกษาโดยใช้วิธีเร่งแทน วิธีการนี้คล้ายกับการเก็บจริงแต่เร่งเวลาการเสียให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

การที่ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้เป็นระยะเวลาหนึ่งโดยไม่เสื่อมเสียเป็นสิ่งจำเป็น อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จะเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บไว้ได้นานมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ตัวผลิตภัณฑ์เอง ภาชนะบรรจุ สภาพการเก็บ เป็นต้น สภาพการเก็บที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน และแสง ก่อนที่จะศึกษาอายุการเก็บต้องเข้าใจถึงหลักการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์นั้นๆ และเข้าใจถึงลักษณะการเสื่อมเสียที่สำคัญที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้น (ศิริลักษณ์, 2533)

5.1 วิธีการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

5.1.1 การทดลองเก็บจริง โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในสถานที่วางขายในท้องตลาด ตั้งแต่ผลิตออกมา และมีการทดสอบตลอดเวลา ซึ่งอาจเป็นเดือนละครั้งจนกระทั่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ แสดงว่าหมดอายุการเก็บ วิธีนี้จะได้รายละเอียดมากแต่เสียเวลามากเช่นกัน (Marsh, 1986)

5.1.2 จำนวนโดยประมาณโดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ดั้งเดิมของ Davis (1970)

$$t = \frac{W}{(APp)}$$

เมื่อ t = อายุการเก็บรักษา (วัน)

W = ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น

A = อัตราการซึมผ่านของความดันไอน้ำของภาชนะบรรจุ (Water vapor transmitted rate)

P = ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างผลิตภัณฑ์ และบรรยากาศภายนอกระหว่างการเก็บรักษา

p = ความดันของบรรยากาศภายนอกระหว่างการเก็บรักษา

ซึ่งถ้าทราบค่า W , A , P และ p จะสามารถคำนวณหาอายุการเก็บได้ ค่าดังกล่าวได้จากการทดลอง การหาอายุการเก็บโดยวิธีนี้ส่วนมากเป็นการหาอายุการเก็บเนื่องจากการเสื่อมเสียเพียงอย่างเดียว

5.2 วิธีเร่งการเก็บ (Accelerated storage test)

การทดสอบอายุการเก็บในสภาวะเร่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บที่ยาวนาน แต่ต้องการทราบอายุการเก็บรักษาในระยะเวลาสั้นๆ จึงนำเทคนิคการเก็บในสภาวะเร่งเข้ามาใช้ โดยเร่งสภาวะแวดล้อมหนึ่งที่ทราบค่า เพื่อที่จะให้ผลิตภัณฑ์มีการเสื่อมเสียด้วยอัตราที่เร็วกว่าอัตราปกติ โดยการเพิ่มอุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ และนำสมการทางคณิตศาสตร์มาใช้ประมาณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยหลักการทางจลนพลศาสตร์ทางเคมี

5.2.1 อันดับของปฏิกิริยา การเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหาร เพื่อหาค่า k และอันดับของปฏิกิริยาในทางทฤษฎี จำเป็นต้องหาข้อมูลจากการทดลองโดยทำการวัดความเข้มข้นขององค์ประกอบต่างๆ ในระบบอาหารหนึ่งๆ เทียบกับเวลา ภายใต้สภาวะคงที่ เช่น อุณหภูมิ เทคนิคในการวิเคราะห์จะใช้การนำข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาสมการที่ใช้อธิบายผลการทดลอง

โดยการหาอันดับของปฏิกิริยาที่สอดคล้องกับผลการทดลอง ก็จะใช้สมการอันดับนั้นๆ เพื่ออธิบาย หรือทำนายการเปลี่ยนแปลง อันดับของปฏิกิริยามีดังต่อไปนี้

$$n = 0: \quad C_a - C_{a0} = -kt$$

$$n = 1: \quad \ln \frac{C_a}{C_{a0}} = -kt$$

$$n = 2: \quad \frac{1}{C_a} - \frac{1}{C_{a0}} = -kt$$

โดย	n	คือ อันดับของปฏิกิริยา
	t	คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา
	C_{a0}	คือ ความเข้มข้นเริ่มต้น
	C_a	คือ ความเข้มข้นที่เวลา t
	k	คือ ค่าคงที่ของอัตรา (Rate constant)

5.2.2 ค่า Q_{10} เป็นค่าอัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างกัน 10 องศาเซลเซียส คำนวณได้ดังสมการของ Labuza (1982)

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1 + 10^\circ \text{ C}}$$

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_2}$$

$$\Delta = \text{ผลต่างของ } T_1 \text{ และ } T_2$$

5.3 วิธีการสร้างสถานการณ์จำลอง (Shelf life simulating)

เป็นการศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยการเลียนแบบสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงๆ ในการเก็บผลิตภัณฑ์นั้น โดยการสร้างสถานการณ์และปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ เช่น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ มาพิจารณาแล้วคำนวณหาอายุการเก็บรักษา (Quast and Karel, 1973)

Karin *et.al* (1990) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ละมุดแผ่นเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทาน โดยเตรียมจากผลละมุดสุกทำความสะอาดหั่นเป็นชิ้นเล็ก ปั่นผสมน้ำ น้ำตาล โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ และกรดซอบิก ทำแ่งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวม แม้ว่าสีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้นต่อจากนั้น Irwandi (1995) ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าทุเรียนแผ่นมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเมื่อมีอายุการเก็บนานกว่า 12 สัปดาห์ จุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 และจะลดลงในสัปดาห์ที่ 8 และ 12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Point hedonic scale พบว่าการยอมรับในผลิตภัณฑ์ยังมีระดับคะแนนสูงแม้จะมีการเก็บรักษามากกว่า 12 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่น Che-man and Sin (1997) ทำการเก็บรักษาละมุดแผ่นในช่องไอเรียนเทคพอลิพรอพิลีนที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า เนื้อสัมผัสด้านความเหนียวลดลง ค่าความสว่างลดลง พบเชื้อรา $4.7-5.0 \times 10^1$ ต่อกรัม การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ สี ความเหนียว และความชอบรวมไม่แตกต่างกัน สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 เดือน Vijayanand (2000) ทำการศึกษาอายุการเก็บของฝรั่งแผ่นที่ผลิตจากฝรั่งระยะสุก ผสมมอลโตเด็กซ์ทริน ซูโครส สารละลายแป้ง เพกติน ทำแ่งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเก็บรักษาในช่องพอลิเอสเตอร์ - พอลิเอทิลีนและ ช่องไอเรียนเทคพอลิพรอพิลีน (BOPP) พบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 27 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 90 วัน อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ 38 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 30 วัน Sandhu (2001) ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ฝรั่งแผ่นเช่นเดียวกัน โดยนำเนื้อฝรั่งแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ 200 ส่วนในล้านส่วน ผสมน้ำตาล ทำแ่งด้วยลมร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 29.3 เมื่อห่อด้วยกระดาษและบรรจุในช่องพลาสติกพอลิเอทิลีน สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ส่วน Cherian and Cherian (2003) ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแผ่น และส่วนผสมระหว่างมะละกอกับมะม่วงในอัตราส่วน (60:40) พบว่าผู้บริโภคยังให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มะละกอแผ่น และส่วนผสมระหว่างมะละกอ

กับมะม่วงที่เก็บได้นาน 8 เดือน ชรรมธิดา (2542) กล่าวว่าอายุการเก็บรักษาทุเรียนแผ่น ที่บรรจุในของอคูมิเนียมพอลิเอทิลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ พรศักดิ์ (2544) รายงานอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนี และหมอนทอง ที่เก็บรักษาในช่องพลาสติกใสของโอเรียนเทคพอลิพรอพิลีนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าที่ระยะเวลาในการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ไม่พบเชื้อราและยีสต์ จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนี และหมอนทอง มีอายุการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ นอกจากนี้ เพ็ชรดา (2547) ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่นที่ผลิตจากกล้วยหอม บรรจุในซองโอเรียนเทคพอลิพรอพิลีนและซองลามิเนต เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่นที่บรรจุในซองพอลิพรอพิลีนสามารถเก็บรักษาได้ 125 วัน ผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่นที่บรรจุในซองลามิเนตสามารถเก็บรักษาได้ 240 วัน และ สุสดี (2547) ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นผสมที่เก็บรักษาในช่องพลาสติกชนิดพอลิพรอพิลีน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า มะม่วงแก้วผสมมะละกอพันธุ์แขกดำแผ่น และผลิตภัณฑ์มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ผสมสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแผ่น สามารถเก็บรักษาได้นาน 5.5 และ 3 เดือน ตามลำดับ

6. การทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบผู้บริโภคเป็นการประเมินผลของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ตัวแทนกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งจำนวนผู้บริโภคที่จะประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นจะมีจำนวนมากขึ้นกว่าผู้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (ศิริลักษณ์, 2533)

หลักการทดสอบผู้บริโภค การทดสอบผู้บริโภคนั้น ผู้ทดสอบที่คัดเลือกมาจะต้องมาจากกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ตลาดเป้าหมาย หรือส่วนของผู้บริโภคที่ต้องการ การเลือกผู้บริโภคที่ต้องการทดสอบต้องพิจารณาถึงลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เช่น อายุ เพศ รายได้ ที่อยู่อาศัย เป็นต้น กลุ่มผู้ทดสอบที่ใช้ต้องเป็นตัวแทนที่ดีของผู้บริโภคเป้าหมาย ของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือควรมีลักษณะตรงตามลักษณะที่กำหนดไว้ว่าเป็นผู้บริโภคเป้าหมายของเรา เช่น ผู้บริโภคเป้าหมายของเราเป็นเพศหญิงที่มีอายุ 15 - 35 ปี ก็ควรทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้ทดสอบเพศหญิงที่มีช่วงอายุดังกล่าว เป็นต้น

ผู้สดี (2547) ศึกษาคุณลักษณะผลไม้แผ่นที่ผู้บริโภคต้องการจากการอภิปรายกลุ่ม พบว่า คุณลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการให้มีในผลไม้แผ่น คือ ความสะอาดปลอดภัย สะดวกในการรับประทาน มีคุณค่าทางโภชนาการ ปราศจากวัตถุกันเสีย เก็บรักษาได้นาน มีสีสม่ำเสมอ มีกลิ่นผลไม้ชัดเจน ไม่เหนียวติดมือหรือติดฟัน รสชาติที่ต้องการให้มีคือ รสเปรี้ยว รสหวาน และรสเค็มที่เหมาะสม ต่อจากนั้นสำรวจความชอบของผู้บริโภคต่อชนิดและรูปแบบของผลไม้แผ่น ซึ่งประกอบไปด้วยผู้บริโภคชาวไทย และชาวต่างชาติ พบว่าผู้บริโภคชาวไทยต้องการให้ผลิตภัณฑ์ทำจากมะม่วงมากที่สุด รองลงมาคือลิ้นจี่ และสับปะรด มีรูปร่างเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม หรือม้วน หรือเหรียญ ส่วนผู้บริโภคชาวต่างชาติต้องการให้ผลิตภัณฑ์ทำจากมะม่วงมากที่สุด รองลงมาคือสับปะรด และส้ม มีรูปร่างเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ส่วนรูปร่างต้องการให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมมากที่สุด รองลงมาคือลักษณะม้วน หรือปรีรามิด และจากการทดสอบยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นผสม พบว่ามะม่วงแก้วผสมมะละกอพันธุ์แขกดำแผ่น และผลิตภัณฑ์มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ผสมสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียแผ่น ได้คะแนนความชอบเฉลี่ย 6.28 และ 6.26 โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 81.2 และ 85.88 ตามลำดับ

เพ็ชรดา (2547) ศึกษาคุณลักษณะของกล้วยแผ่นที่ผู้บริโภคต้องการจากการอภิปรายกลุ่ม พบว่า ผู้ร่วมอภิปรายกลุ่มส่วนใหญ่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากกล้วย ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ดีคือ ไม่ติดมือหรือติดฟัน ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไม่เยิ้ม และจากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญในเรื่องรสชาติ กลิ่นรสและลักษณะปรากฏมากที่สุด รองลงมาคือ คุณลักษณะไม่ติดมือหรือติดฟัน ความหนา สี ความสม่ำเสมอของแผ่น จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน ต่อผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่น พบว่าได้รับคะแนนความชอบด้านสี 6.01 ความหวาน 6.64 รสชาติ 7.12 กลิ่นรสกล้วย 7.18 ความเหนียว 6.04 ความชอบรวม 7.08 โดยที่ผู้บริโภคให้การยอมรับกล้วยแผ่น ร้อยละ 88.5

พรศักดิ์ (2544) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 197 คน ต่อผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนี และหมอนทอง พบว่าได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ย 6.43 และ 5.98 ตามลำดับ โดยที่ผู้บริโภคให้การยอมรับทุเรียนแผ่นที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนี และหมอนทอง ร้อยละ 84.8 และ 72.2

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 บัวลอยคองน้ำเกลือ จากมูลนิธิโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคม 2548
- 1.2 ส้มเขียวหวาน ผลผลิตในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน 2548
- 1.3 ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง ผลผลิตในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม 2548
- 1.4 ฝรั่งพันธุ์ไข่แดงผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกันยายน 2548
- 1.5 ฝรั่งพันธุ์ไร่เม็ล็ดผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือนมีนาคม 2549
- 1.6 มะม่วงคิบพันธุ์โชคอนันต์ ผลผลิตในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน 2548
- 1.7 สับปะรดพันธุ์ศรีราชา ผลผลิตในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน 2548
- 1.8 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล บริษัท มิตรผล จำกัด
- 1.9 น้ำสะอาด
- 1.10 สารปรับปรุงเนื้อสัมผัส เพกติน Pectin powder 150° (Pectin citrus) บริษัท ศรีจันทร์ สหโอสธ จำกัด

2. สารเคมี

- 2.1 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย
- 2.2 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี
- 2.3 สารเคมีในการวิเคราะห์โปรตีน

2.4 สารเคมีในการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

2.5 สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และน้ำตาลทั้งหมด ด้วยวิธีของ Lane and Eyon (AOAC, 2000)

3. อุปกรณ์ในการผลิต

3.1 เครื่องใช้ภายในครัว

3.2 ตู้อบแห้งแบบถาด รุ่น B.W.S. บริษัท บีดับบลิว . เอส. เทคคิง, ประเทศไทย

3.3 เครื่องปั่นผสม Food Processor National รุ่น MK-5080N ความจุ 800 มล. บริษัท เอส. บี. เนชั่นเนล, ประเทศญี่ปุ่น

3.4 ถาดสแตนเลสขนาด 18.5 x 27 ตารางเซนติเมตร ลึก 1.5 เซนติเมตร

3.5 เครื่องชั่ง 1 กิโลกรัม

3.6 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง

3.7 แผ่นพลาสติก PP ทรานกแก้ว โรงงานศรีสกุลพลาสติก

3.8 ซองอลูมิเนียมฟอยล์ (PET12/AL33/ALU7/PE20/LLDPE30) บริษัท สุทามาจิ (ประเทศไทย) จำกัด

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer รุ่น CM3500d บริษัท Minolta CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น

4.1.2 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส Lloyd instruments รุ่น 500 บริษัท Lloyd Instruments LTD. ประเทศอังกฤษ

4.1.3 เครื่องวัดค่า Water activity รุ่น Thermoconstanter บริษัท Novasina ประเทศ สวิตเซอร์แลนด์

4.1.4 Hand refractometer รุ่น N-1E

4.1.5 ตู้อบความร้อนชนิดลดความดัน รุ่น 6515 S/N 60445-46 บริษัท Forma Scientific, INC ประเทศสหรัฐอเมริกา

4.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.2.1 ชุดเครื่องแก้ววิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง และน้ำตาลทั้งหมด ด้วยวิธีของ Lane and Eyon

4.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน Tecator Kjeltac System 1020 Distilling Unit บริษัท Tecator A Perstorp Analytical Company ประเทศสวีเดน

4.2.3 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Tecator 2050 Soxtec บริษัท Tecator A Perstorp Analytical Company ประเทศสวีเดน

4.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย Foss Tecator System 1020 Hot Extractor บริษัท Tecator A Perstorp Analytical Company ประเทศสวีเดน

4.2.5 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง Multiparameter analyser C830

4.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.3.1 ห้องทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.3.2 แบบทดสอบ

4.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

4.3.1 เครื่องบ่มเชื้อที่ 25 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ KOTTERMANN รุ่น D – 3162 ประเทศเยอรมัน

- 4.3.2 เครื่องปั๊มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD 115
- 4.3.3 เครื่องฆ่าเชื้อด้วยลมร้อน 180 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ BINDER รุ่น FD 115
- 4.3.4 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง รุ่น 3850 M
- 4.3.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น D-91126
- 4.3.6 เครื่องชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ตำแหน่ง SARTORIUS BASIC รุ่น BA 210
- 4.3.7 เครื่องกวนสาร ยี่ห้อ FISHER SCIENTIFIC ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 4.3.8 เครื่องตีปั่นอาหาร Stomacher lab-blender 400 รุ่น BA 7021 ประเทศอังกฤษ
- 4.3.9 อาหารเลี้ยงเชื้อ
- 1) Plate Count Agar ยี่ห้อ MERCK ประเทศเยอรมัน
 - 2) Potato Dextrose Agar ยี่ห้อ MERCK ประเทศเยอรมัน
- 4.3.10 เครื่องแก้ว

5. อุปกรณ์ในการประมวลผลข้อมูล

- 5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- 5.2 โปรแกรม Unscrambler version 8.0 (CAMO PROCESS AS. , COPY RIGHT 2003)
- 5.3 โปรแกรมสำเร็จรูป Nexygen version 4.0
- 5.4 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Thailand) Co., Ltd. version 12.0

วิธีการ

1. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้

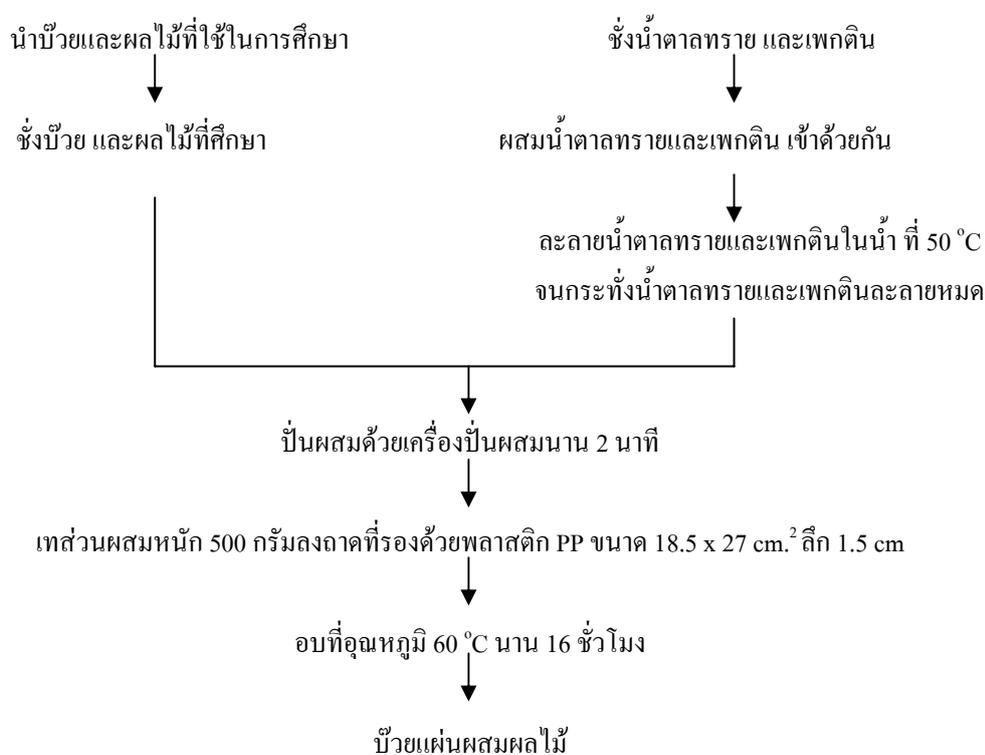
ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผลไม้ในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ โดยผลไม้ที่จะใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ คือ ผลไม้ที่เป็นแหล่งของวิตามินซี และอยู่ในช่วงฤดูกาล จำนวน 4 ชนิด คือ มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์, สับปะรดพันธุ์ศรีราชา, ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง และส้มเขียวหวาน โดยใช้สูตรพื้นฐานในการผลิตดังตารางที่ 6 และกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 2 สังเกตลักษณะต่างๆ ของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ตั้งแต่เริ่มทำการผลิตจนได้ผลิตภัณฑ์ออกมา

ตารางที่ 6 สูตรพื้นฐานในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
บ๊วย: ผลไม้ที่ศึกษาในอัตราส่วน 1: 2.5	35.00
น้ำตาลทราย	15.00
เพกติน	0.75
น้ำ	49.25

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้แก่ ค่าสี $L^* a^* b^* C^* h$ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer แหล่งกำเนิดแสง $D_{65}/10$ วัดสีของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ ด้านผิวหน้าของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ จำนวน 3 ครั้ง 2 ซ้ำ ต่อ 1 สิ่งทดลอง รายงานผลการทดลองเป็นค่า $L^* a^* b^* C^* h$ วัดค่าแรงดึง (Tensile test) (ดัดแปลงจาก ปิติพร, 2546) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Lloyd Instruments รุ่น TA 500 ตัดตัวอย่างให้เป็นรูปดัมเบลให้มีความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ในส่วนตรงกลางของตัวอย่างให้มีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร โดยใช้หัววัดแรงดึงแบบหัวหนีบชนิด TG33 ยึดตัวอย่างไว้ 2 ด้าน โดยยึดปลายด้านล่างให้อยู่กับที่เคลื่อนที่เฉพาะตัวหนีบด้านบน อัตราการเคลื่อนที่เท่ากับ 3 มิลลิเมตรต่อนาที ทำการดึงเป็นระยะทางร้อยละ 60 ของความยาวตัวอย่าง บันทึกค่าแรงสูงสุด (Maximum load) ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Nexygen version 4.0 โดยวัดค่า 3 ครั้ง 2 ซ้ำ ต่อ 1 สิ่งทดลอง และวัดค่า a_w โดยใช้เครื่องวัด Water activity Thermoconstanter ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบรวมด้วยวิธี 9 Point - hedonic scale คุณลักษณะที่ใช้ในการพิจารณา คือ

สี, ความสม่ำเสมอของแผ่น กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสผลไม้ ความเหนียว รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อพิจารณาผลจากการใช้ผลไม้ชนิดต่างๆ ต่อความชอบของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส และข้อมูลจากการวัดค่าทางกายภาพที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan คัดเลือกชนิดของผลไม้ โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบรวมมากที่สุด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป



ภาพที่ 5 กรรมวิธีการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้

2. การคัดเลือกพันธุ์และความแก่อ่อนที่เหมาะสมของผลไม้ที่ใช้ในการพัฒนาบว้ยแผ่นผสมผลไม้

2.1 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของผลไม้ที่ใช้ในการผสม เพื่อใช้เป็นดัชนีในการกำหนดความแก่อ่อนของผลไม้ที่นำมาผสม โดยนำผลไม้ที่ผ่านการคัดเลือกจากการศึกษาในข้อ 1 ที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 พันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วง คือ แก่จัด, สุก และสุกจัด

ทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ของผลไม้ดังนี้ ค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) วัดค่าเนื้อสัมผัสของผลไม้ที่ผ่านการคัดเลือกโดยใช้เครื่อง Lloyd รุ่น TA 500 บริษัท Lloyd Instruments LTD. ประเทศอังกฤษ โดยใช้หัววัดแรงเจาะทะลุแบบหัวทรงกระบอก ขนาด 3 มิลลิเมตร โดยตัดขนาดผลไม้กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตรหนา 1 เซนติเมตร วัดค่า 3 ซ้ำ ต่อ 1 สิ่งทดลอง วัดความเป็นกรด-ด่าง โดยชั่งน้ำหนักผลไม้ 10 กรัม กับน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่น วัดค่า pH ด้วยเครื่อง Multiparameter analyser C830 วัดค่า 3 ซ้ำ ต่อ 1 สิ่งทดลอง หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) ด้วย Hand refractometer โดยปั่นเนื้อผลไม้ 10 กรัม กับน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (เนื้อฝรั่ง: น้ำ เท่ากับ 1: 4; Dilution factor = 5) ปั่นด้วยเครื่องปั่น รายงานผลเป็นร้อยละของแข็งที่ละลายได้ โดยคูณค่าที่อ่านได้ด้วย 5 วัดค่า 3 ซ้ำ ต่อ 1 สิ่งทดลอง

2.2 ศึกษาปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์บว้ยแผ่นผสมผลไม้ ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping)

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยนำผลไม้ที่ผ่านการคัดเลือกจากการศึกษาในข้อ 1 ที่มีความแตกต่างกันจำนวน 3 พันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตบว้ยแผ่นผสมผลไม้ โดยใช้สูตรพื้นฐานดังตารางที่ 3 และกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 2 ซึ่งจะได้สิ่งทดลองจำนวน 9 สิ่งทดลอง

วัดค่าคุณภาพทางกายภาพ วัดสีของบว้ยแผ่นผสมผลไม้ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น CM – 3500 d Minolta CO., LTD. ประเทศญี่ปุ่น ใช้แหล่งกำเนิดแสง $D_{65}/10$ โดยวัดสีของบว้ยแผ่นผสมผลไม้ ด้านผิวหน้าของบว้ยแผ่นผสมผลไม้ จำนวน 3 ครั้ง 2 ซ้ำ รายงานผลการทดลองเป็นค่า $L^* a^* b^* C^* h$ วัดค่าเนื้อสัมผัสของบว้ยแผ่นผสมผลไม้ ตามวิธีในข้อ 1

ค่าคุณภาพทางเคมีปริมาณกรดทั้งหมด (Total acid content) นำผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้มาวัดค่าปริมาณกรดในรูปร้อยละของกรดซิตริก โดยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามวิธีของ AOAC (2000) ความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง C830 Multiparameter analyser โดยปั่นบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ 5 กรัม กับน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง: น้ำ เท่ากับ และคุณค่าที่อ่านได้ด้วย 9 วัดค่า 3 ชั่วโมง ต่อ 1 สิ่งทดลอง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS) หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer โดยปั่นบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ 5 กรัม กับน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (บ๊วยแผ่นผสมผลไม้: น้ำ เท่ากับ 1: 8; Dilution factor = 9) ปั่นด้วยเครื่องปั่น รายงานผลเป็นร้อยละของแข็งที่ละลายได้ โดยคุณค่าที่อ่านได้ด้วย 9 วัดค่า 3 ชั่วโมง ต่อ 1 สิ่งทดลอง ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) และน้ำตาลรีดิวซิง (Reducing sugar) วิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยวัดค่า 2 ครั้ง 2 ชั่วโมง ต่อ 1 สิ่งทดลอง

วัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จำนวน 8-10 คน หากคุณลักษณะเพื่อแสดงปัจจัยคุณภาพที่พบ และกำหนดค่าจำกัดความในแต่ละคุณลักษณะ จากนั้นทำการฝึกฝนในเรื่องความเข้มของแต่ละคุณลักษณะร่วมกัน จนมีคะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะใกล้เคียงกัน ($SD \pm 1$) ทำการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยวิธีทดสอบความเข้มโดยสเกลที่ใช้สำหรับแต่ละลักษณะเป็น Line scale ขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ทำการทดสอบความชอบการยอมรับ ใช้ผู้บริโภคจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบบ๊วยแผ่นผสมผลไม้โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 Point - hedonic Scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด)

ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อตัดสินผลจากการใช้ผลไม้ผสมที่มีพันธุ์ และระยะเวลาความแก่อ่อนต่างๆ ที่มีผลต่อความชอบผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้จากการวัดค่าด้วยเครื่องมือ และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan

วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรหลายตัว (Multivariate analysis) ด้วยเทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping) โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Principle component analysis: PCA) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชอบกับข้อมูลที่วัดจากเครื่องมือ และกับค่าทางประสาทสัมผัส ด้วย Partial least square regression (PLSR) โดยใช้โปรแกรม

Unscrambler 8.0 ทำการคัดเลือกพันธุ์และระดับความแก่อ่อนของผลไม้ โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบรวมมากที่สุด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3. พัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม

3.1 ศึกษาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองวิธี Mixture design แบบ Upper and Lower bound เพื่อพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ และหาสูตรที่เหมาะสม (Optimization) โดยเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการปรับค่าคุณภาพให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมา 3 ปัจจัย คือ บ๊วย ผลไม้ผสม และน้ำตาลทราย โดยให้ส่วนผสมตัวอื่นคงที่ จะได้ 9 สิ่งทดลอง ทำการประเมินค่าคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่ได้

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าแรงดึง ค่าสี และค่า a_w ประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ได้ วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 Point-hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในคุณลักษณะ กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสผลไม้ผสม ความเหนียว รสหวาน รสเปรี้ยว และความชอบรวม วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan

หาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง โดยนำค่าคุณภาพที่วัดได้ในแต่ละวิธีมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ สร้างสมการถดถอยหาความสัมพันธ์ของตัวแปรบ๊วย ผลไม้ผสม และน้ำตาล กับคะแนนจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และผลจากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ โดยใช้สมการลำดับที่ 1 คือ $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ จากนั้นพิจารณาสมการที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 มาสร้างกราฟคอนทัวร์และนำกราฟคอนทัวร์ของค่าทางประสาทสัมผัสที่มีผลต่อพื้นผิวตอบสนองเป็นค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 6 (ชอบเล็กน้อย) ขึ้นไปมาซ้อนทับเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุด

3.2 การศึกษาปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

ศึกษาปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ใช้สูตรที่ได้จากการพัฒนาในข้อ 3.1 กรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 5 ศึกษาปริมาณเพกติน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25, 0.75, 1.25 และ 1.75 ของส่วนผสมทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ คือ ค่าแรงดึง และค่า a_w วัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในคุณลักษณะ ความเหนียว และความชอบรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 Point - hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan คัดเลือกระดับเพกตินที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

3.3 ศึกษา ค่า a_w ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

ทำการศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้น และค่า a_w จากกราฟการทำแห้ง (Drying curve) ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ผ่านการพัฒนาสูตร เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสม โดยเริ่มจากการอบผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้โดยใช้สูตรที่ผ่านการพัฒนาแล้วและกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 5 ประเมินค่าคุณภาพดังต่อไปนี้

3.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง เริ่มจากชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 18 เพื่อวัดค่า a_w (ตามวิธีในข้อ 1)

3.3.2 คุณภาพทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 ชั่วโมง จำนวน 16 ชั่วโมง หาค่าความชื้น (ต่อน้ำหนักแห้ง)

นำค่าคุณภาพที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความชื้น (ต่อน้ำหนักแห้ง), เวลา และค่า a_w

3.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ โดยใช้สูตรที่ผ่านการพัฒนาแล้ว และระยะเวลาการอบโดยพิจารณาจากกราฟมาตรฐานการอบแห้ง ให้ค่า a_w เท่ากับ 0.40, 0.45 และ 0.50 ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 Point - hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในคุณลักษณะ ความเหนียว และความชอบรวม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan คัดเลือกระดับ a_w ที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

4. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

นำผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ผ่านการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตมาทดสอบคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

4.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่า a_w แรงดึง ตามวิธีข้อ 2.3

4.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ความชื้น ไขมัน เถ้า โปรตีน เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรต และปริมาณกรดแอสคอร์บิก

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ซีสต์และรา (AOAC, 2000)

5. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

เตรียมตัวอย่างตามการทดลองข้อ 3 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ได้อบบรรจุในซองออลูมิเนียมฟอยล์ เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 3 สภาวะ คือ 35 ± 2 , 45 ± 2 และ 55 ± 2 องศาเซลเซียส จำนวน 8 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) นำผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่เก็บรักษามาประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี a_w แรงดึง โดยสุ่มตรวจทุกๆ 2 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8

5.2 คุณภาพทางเคมี ทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดแอสคอร์บิกในผลิตภัณฑ์บวญแผ่นผสมผลไม้ โดยทำการสุ่มวิเคราะห์ปริมาณแอสคอร์บิกทุกสัปดาห์จำนวน 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา และปริมาณแอสคอร์บิก โดยใช้สมการจลนพลศาสตร์อันดับ 1 ในการอธิบายความสัมพันธ์นี้ (สมการที่ 1) โดยสมการนี้จะทำให้เราสามารถทำนายอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้เมื่อปริมาณแอสคอร์บิกเป็นเข้าใกล้ศูนย์

$$\ln(C_a) = \ln(C_{a0}) - kt \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดย	t	คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา
	C_{a0}	คือ ปริมาณแอสคอร์บิกเริ่มต้น
	C_a	คือ ปริมาณแอสคอร์บิกที่เวลา t
	k	คือ ค่าคงที่ของอัตรา (Rate constant)

หาค่าคงที่ของอัตรา (k) ของทั้ง 3 อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บ โดยค่าคงที่ของอัตรา (k) หาได้จากความชันของกราฟ ซึ่งค่าคงที่ของอัตรา (k) ที่ได้ของทั้ง 3 อุณหภูมิจะนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างผลของอุณหภูมิ (T) และปริมาณแอสคอร์บิก โดยใช้สมการอาร์เรเนียส ในการอธิบายความสัมพันธ์นี้ (สมการที่ 2)

$$k = A \exp(-E_a/RT) \quad (\text{สมการที่ 2})$$

โดย	k	คือ ค่าคงที่ของอัตรา (Rate constant)
	A	คือ ค่าคงที่อาร์เรเนียส (Arrhenius constant)
	E_a	คือ ค่าพลังงานกระตุ้น
	R	คือค่าคงที่ของแก๊ส 8.324 J/mole.K
	T	คือ อุณหภูมิ (K)

จากความชันของกราฟจะทำให้ทราบถึงค่าพลังงานกระตุ้น (E_a) หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแอสคอร์บิก เมื่อเทียบกับอุณหภูมิ

5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 4 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 0, 4 และ 8 ทุกช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา ดังนี้

- 1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
- 2) ยีสต์และรา (AOAC, 2000)

5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีทดสอบความเข้ม ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จำนวน 8 - 10 คน ทำการสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 2 สัปดาห์ ในสัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 สเกลที่ใช้สำหรับแต่ละลักษณะเป็น Line scale ขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ในคุณลักษณะต่อไปนี้ สี ความเหนียว กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสผลไม้ที่ผสม รสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม และการยอมรับด้วยวิธี Overall quality rating (Lawless, 1988) โดยคะแนน 1 และ 2 หมายถึง ไม่ยอมรับมากที่สุด คะแนน 3, 4 และ 5 หมายถึง ไม่ยอมรับ 6, 7 และ 8 หมายถึง ยอมรับได้ คะแนน 9 และ 10 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด

นำค่าคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสมาเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยใช้ t - test คำนวณ โดยถ้าตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาเวลาต่างๆ กัน มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จึงถือว่าคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว โดยใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์และแบบสอบถามกับผู้บริโภคจำนวน 200 คน ซึ่งในแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ และข้อมูลด้านความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ โดยให้คะแนนความชอบรวมด้วยวิธี 9 Point-hedonic scale โดยคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด สถานที่ทำการทดสอบคือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน

วิเคราะห์ข้อมูลในรูปของค่าร้อยละ และความถี่ พร้อมทั้งวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ เพศกับความชอบของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีนัยสำคัญหรือไม่ และรายได้กับการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีนัยสำคัญหรือไม่ ด้วยค่าสถิติทดสอบ Chi- square (χ^2)

7. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2548 ถึงสิ้นสุดเดือน มิถุนายน 2549

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้

จากการศึกษาความเป็นไปได้โดยนำบ๊วยที่ผ่านการดองน้ำเกลือมาผสมกับผลไม้ เพกติน น้ำตาล และน้ำ ปั่นผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน ต่อจากนั้นเทส่วนผสมลงถาด อบด้วยลมร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง พบว่าผลไม้ที่ใช้ในการผสมทั้ง 4 ชนิด คือ สับปะรดพันธุ์ศรีราชา มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ส้มเขียวหวาน และฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้

ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 6 พบว่า บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ทั้ง 4 ชนิด มีลักษณะปรากฏเป็นเนื้อละเอียดคล้ายมะม่วงกวน บ๊วยผสมส้มจะมีสีเหลืองอมส้ม ส่วนบ๊วยผสมฝรั่ง สับปะรด และมะม่วง มีสีเหลือง เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม มีกลิ่นรสของบ๊วยและผลไม้ที่ใช้ผสม ด้านรสชาติ มีรสเค็ม รสหวาน และรสเปรี้ยว

ตารางที่ 7 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ชนิดต่างๆ

สิ่งทดลอง	a_w	แรงดึง (นิวตัน)	สี				
			L*	a*	b*	C*	h
บ๊วยผสมฝรั่ง	0.36	4.32 ^a	42.62 ^a	4.70 ^{bc}	22.81 ^b	23.29 ^b	87.06
บ๊วยผสมส้ม	0.36	2.74 ^b	43.08 ^a	9.42 ^a	28.87 ^a	30.37 ^a	79.92
บ๊วยผสมสับปะรด	0.35	1.40 ^c	45.29 ^a	4.11 ^c	22.71 ^b	23.10 ^b	88.60
บ๊วยผสมมะม่วง	0.36	1.51 ^c	38.86 ^b	5.22 ^b	21.92 ^b	22.53 ^b	85.12

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 7 แสดงค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ พบว่าผลไม้ที่ใช้ในการผสมทั้ง 4 ชนิด มีผลต่อค่าแรงดึง ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มของสีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีค่าแรงดึงสูงที่สุด เป็นผลเนื่องมาจากในเนื้อฝรั่งมีปริมาณเพกตินสูงมีผลทำให้ค่าแรงดึงสูง รองลงมาคือบ๊วยแผ่นผสมส้ม บ๊วยแผ่นผสมสับปะรด และบ๊วยแผ่นผสมมะม่วงตามลำดับ บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง บ๊วยแผ่นผสมส้ม และบ๊วยแผ่นผสมสับปะรดมีค่าความสว่างมากกว่าบ๊วยแผ่นผสมมะม่วงอาจเป็นผลเนื่องมาจากมะม่วงเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น บ๊วยแผ่นผสมส้มมีค่าสีแดง และค่าสีเหลืองมากที่สุดจึงมีผลทำให้ค่าความเข้มของสีมากที่สุด แสดงวิธีการคำนวณค่าความเข้มสี และมุมของสีดังภาคผนวก ก. ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ทั้ง 4 ชนิดมีค่ามุมของสี และค่า a_w ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่ามุมของสี อยู่ในช่วง 79.92 – 88.60 คือสีเหลืองอมส้มถึงสีเหลือง (ภาพผนวกที่ ก1) และค่า a_w อยู่ในช่วง 0.35- 0.36 จัดอยู่ในกลุ่มของอาหารที่มีปริมาณน้ำที่ใช้ประโยชน์ต่ำ (Low moisture food, LMF) ซึ่งในอาหารกลุ่มนี้จะมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.1- 0.65 (ไพโรจน์, 2539)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้ชนิดต่างๆ

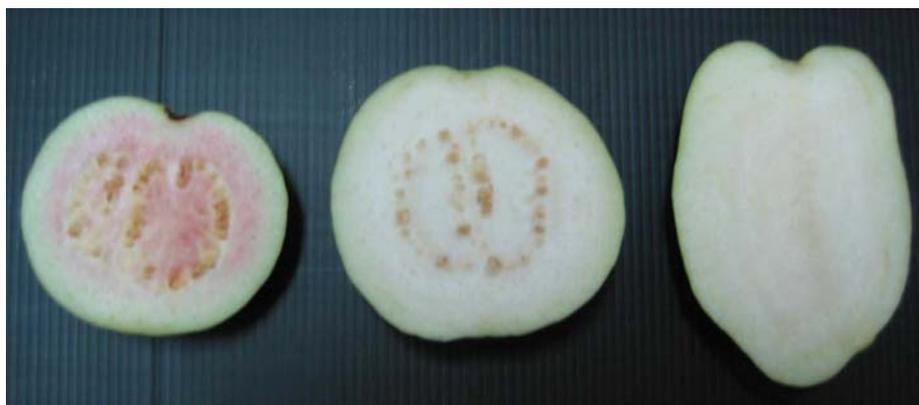
สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ								
	สี	ความ สม่ำเสมอ	กลิ่นรสบ๊วย	กลิ่นรส ผลไม้	ความเหนียว	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสเค็ม	ความชอบ รวม
บ๊วยผสมฝรั่ง	5.75 ^{ab}	6.06	5.53	6.22 ^a	5.09	5.59 ^{ab}	5.34	5.62	6.50 ^a
บ๊วยผสมส้ม	6.53 ^a	6.40	5.69	5.22 ^b	4.69	4.75 ^c	4.88	5.06	5.50 ^b
บ๊วยผสมสับปะรด	5.68 ^c	6.25	5.88	5.28 ^b	4.81	6.31 ^a	5.56	5.50	6.18 ^{ab}
บ๊วยผสมมะม่วง	6.34 ^{ab}	6.03	5.62	5.34 ^b	4.84	5.03 ^c	5.16	5.22	5.56 ^b

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยวิธีการให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะ (9 Points - hedonic scale) ของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 8 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นรสบ๊วย ความเหนียว รสเค็ม และรสเปรี้ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะสี กลิ่นรสของผลไม้ที่ใช้ผสมและความชอบรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) บ๊วยแผ่นผสมส้ม ได้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสีมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพด้านสี พบว่าบ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง มะม่วง และสับปะรดมีสีเหลือง ส่วนบ๊วยแผ่นผสมส้มมีสีเหลืองอมส้ม แสดงว่าผู้ทดสอบชอบบ๊วยแผ่นผสมผลไม้มีสีเหลืองอมส้มมากกว่าสีเหลือง และคุณลักษณะด้านกลิ่นรส พบว่าบ๊วยแผ่นผสมส้ม มะม่วง และสับปะรดได้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสน้อยกว่าบ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง เมื่อพิจารณากลิ่นรสของบ๊วยแผ่นผสมส้มจะมีกลิ่นรสของส้มที่ผ่านกระบวนการทำร้อน (กลิ่นส้มสุก) จึงไม่เป็นที่ยอมรับ ส่วนกลิ่นรสของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งจะมีกลิ่นรสเข้ากันอาจเป็นผลเนื่องจากผู้บริโภคมีความคุ้นเคยในการรับประทานฝรั่งร่วมกับบ๊วย เช่น ฝรั่งแช่บ๊วย หรือฝรั่งจิ้มบ๊วย ทำให้บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีความชอบรวมมากที่สุด จึงเลือกฝรั่งเป็นผลไม้ผสมในการพัฒนาในขั้นต่อไป

2. การคัดเลือกพันธุ์และความแก่อ่อนที่เหมาะสมของผลไม้ที่ใช้ในการพัฒนาบว้ยแผ่นผสมผลไม้

2.1 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของผลไม้ที่ใช้ในการผสม เพื่อใช้เป็นดัชนีในการกำหนดความแก่อ่อนของผลไม้ที่นำมาผสม โดยนำฝรั่ง จำนวน 3 พันธุ์ คือ เป็นสีทอง ไร่เมล็ด และ ไล่แดง ดังภาพที่ 7 และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วง คือ แก่จัด, สุก และสุกจัด จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่ง ทดลองดังตารางที่ 9



ภาพที่ 7 ฝรั่งพันธุ์ไล่แดง ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง และฝรั่งพันธุ์ไร่เมล็ดในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ

ตารางที่ 9 พันธุ์และความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ

สิ่งทดลอง	พันธุ์	ความแก่อ่อน
Pan_1	เป็นสีทอง	แก่จัด
Pan_2	เป็นสีทอง	สุก
Pan_3	เป็นสีทอง	สุกจัด
N_1	ไร่เมล็ด	แก่จัด
N_2	ไร่เมล็ด	สุก
N_3	ไร่เมล็ด	สุกจัด
Red_1	ไล่แดง	แก่จัด
Red_2	ไล่แดง	สุก
Red_3	ไล่แดง	สุกจัด

ตารางที่ 10 คุณภาพของฝรั่งที่ใช้เป็นส่วนผสมที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		แป้นสีทอง	ไร่เมสึด	ไต้แดง	
แรงกด (นิวตัน)					
	แก่	17.06 ^{ab}	19.88 ^a	22.51 ^a	19.81 ^A
	สุก	15.65 ^b	13.80 ^b	15.99 ^b	15.14 ^B
	สุกจัด	9.17 ^c	8.91 ^c	9.40 ^c	9.16 ^C
	เฉลี่ย	13.96 ^C	14.19 ^B	15.96 ^A	
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)					
	แก่	5.70 ^c	6.87 ^c	5.46 ^c	6.01 ^A
	สุก	6.39 ^b	8.30 ^a	7.00 ^b	7.23 ^B
	สุกจัด	7.80 ^a	8.82 ^a	7.23 ^b	7.95 ^C
	เฉลี่ย	6.63 ^B	8.00 ^A	6.56 ^B	
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)					
	แก่	4.25	4.07	4.06	4.13
	สุก	4.36	4.12	4.09	4.19
	สุกจัด	4.30	4.14	4.44	4.29
	เฉลี่ย	4.30	4.11	4.19	

หมายเหตุ ^{a-x, A-X} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หรือแถวเดียวกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของฝรั่งที่ใช้เป็นส่วนผสมที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกันทั้ง 9 สิ่งทดลอง เพื่อใช้เป็นดัชนีในการกำหนดความแก่อ่อนของฝรั่ง แสดงผลดังตารางที่ 10 พบว่าค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งพันธุ์ไต้แดงมีค่าเท่ากับ 15.96 นิวตัน รองลงมาคือ ฝรั่งพันธุ์ไร่เมสึดเท่ากับ 14.19 นิวตัน และ ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองเท่ากับ 13.96 นิวตัน ตามลำดับ อาจเป็นผลเนื่องจาก เนื้อฝรั่งพันธุ์ไต้แดงมีลักษณะเนื้อที่แน่นและแข็งมากกว่าจึงใช้แรงกดมาก ส่วนฝรั่ง

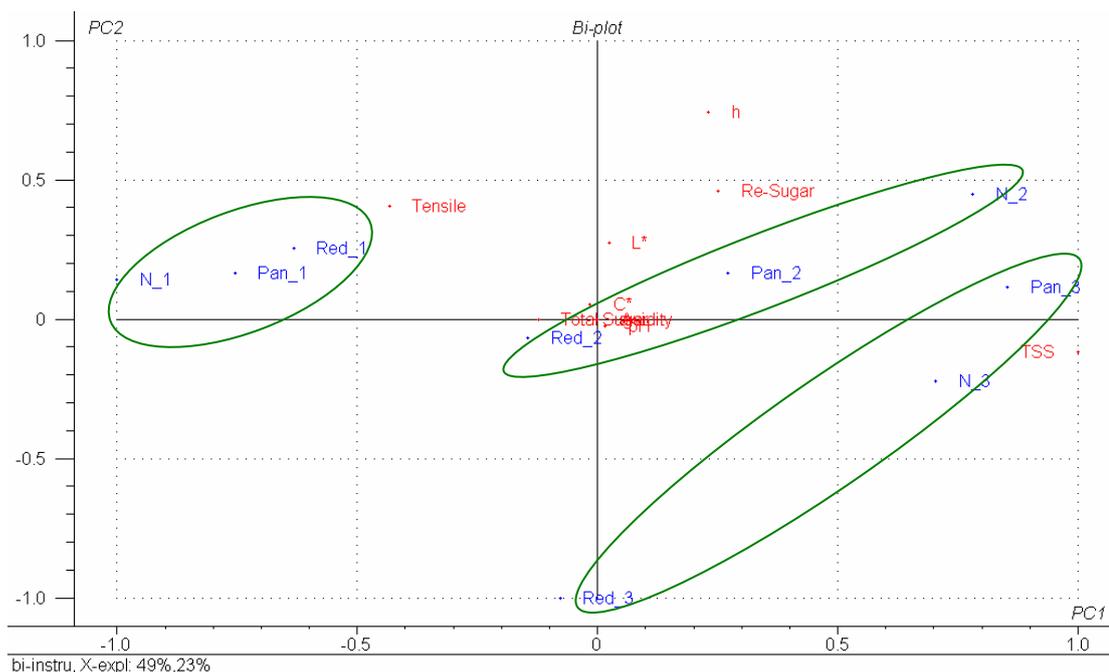
พันธุ์ไร่เมล็ด และเป็นสีทองจะมีลักษณะเนื้อฟูจึงมีค่าแรงกดน้อยกว่า เมื่อพิจารณาความแก่อ่อนของฝรั่งต่อค่าแรงกด ค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งทั้ง 3 ระยะความแก่อ่อนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งระยะแก่เท่ากับ 19.81 นิวตัน ระยะสุกเท่ากับ 15.14 นิวตัน และระยะสุกจัดเท่ากับ 9.16 นิวตัน ตามลำดับ เกิดจากเมื่อผลไม้สุกจะเกิดการสลายตัวของสารประกอบเพกติน และสารประกอบโพลีแซคคาไรด์อื่นๆ จะทำให้ผลไม้นิ่ม ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของฝรั่งพันธุ์ไร่เมล็ดเท่ากับ 8.00 องศาบริกซ์ ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทองเท่ากับ 6.63 องศาบริกซ์ และฝรั่งพันธุ์ไร่แดงเท่ากับ 6.56 องศาบริกซ์ เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของฝรั่งทั้ง 3 ระยะความแก่อ่อน พบว่ามีความแตกต่างอย่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของฝรั่งระยะสุกจัดเท่ากับ 7.95 องศาบริกซ์ ระยะสุกเท่ากับ 7.23 องศาบริกซ์ และระยะแก่เท่ากับ 6.01 องศาบริกซ์ เกิดจากเมื่อผลไม้สุกแข็งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล ซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส (สายชล, 2528) เมื่อศึกษาความเป็นกรดต่างของฝรั่ง พบว่าความเป็นกรดต่างของฝรั่งทั้ง 3 พันธุ์ และ 3 ระยะความแก่อ่อนมีค่าอยู่ในช่วง 4.06-4.36 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นค่าความเป็นกรดต่างไม่สามารถใช้เป็นดัชนีในการกำหนดความแก่อ่อนของฝรั่งได้

2.2 ศึกษาปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมผลไม้ ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping)

ในการทดลองนี้จะศึกษาพันธุ์ของฝรั่ง 3 พันธุ์ คือ เป็นสีทอง ไร้เมล็ด และ ใสแดง และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วง คือ แก่จัด, สุก และสุกจัด เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตบัวแผ่นผสมผลไม้ โดยใช้สูตรพื้นฐานดังตารางที่ 7 และกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 5 โดยมีการเก็บข้อมูลด้านการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเทคนิคแผนภาพความชอบด้วยวิธี PCA สามารถอธิบายถึงปัจจัยทางด้านการวิเคราะห์เครื่องมือใดที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งทดลองที่ศึกษา เช่นเดียวกันกับ การอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับสิ่งทดลองที่ศึกษา ส่วนเทคนิคแผนภาพความชอบด้วยวิธี PLSR สามารถอธิบายได้ว่าการทดลองด้วยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ นั้นมีค่าปัจจัยใดบ้างที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์กับค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส และยังใช้อธิบายความสัมพันธ์กับค่าความชอบของผู้บริโภคได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสมการถดถอยที่ได้เพื่อทำนายค่าความชอบรวมของผู้บริโภคจากค่าการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือและรวมถึงจากค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วย

2.2.1 แผนภาพของสิ่งทดลองกับปัจจัยคุณภาพทางเครื่องมือ

ค่าที่วิเคราะห์จากเครื่องมือที่วัดจากบัวแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังตารางผนวกที่ ข1 และข2 เพื่อนำค่าคุณภาพทางเครื่องมือมาประมวลผลโดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ เพื่อจัดกลุ่มปัจจัยทางเครื่องมือ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่จัดกลุ่มแล้วกับสิ่งทดลอง คือบัวแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง เพื่อให้ทราบว่าปัจจัยทางเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์กันเองก็จะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน



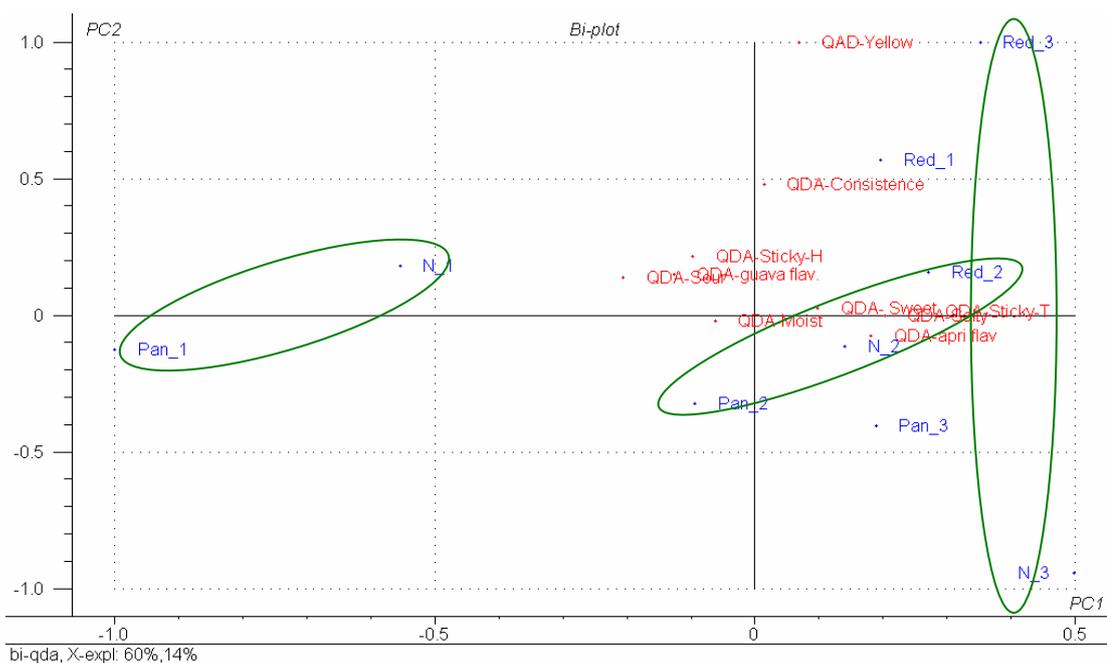
ภาพที่ 8 Bi-plot ระหว่าง Correlation loadings จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 8 แสดงค่า Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot จากบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งแต่ละพันธุ์และอายุการเก็บ โดยจะเห็นว่าระดับความแก่อ่อนของฝรั่งนั้นเรียงตัวกันในแนวตั้งจากระยะแก่จัดซึ่งอยู่ทางซ้ายสุด สุก และสุกจัด ซึ่งอยู่ทางขวาสุดตามเส้น PC1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PC1 สามารถแบ่งแยกคุณภาพด้านการวิเคราะห์เครื่องมือของระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ผสมได้ โดยที่แกน PC1 สามารถอธิบาย x ได้ร้อยละ 49 อธิบายคุณลักษณะของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และ pH ในทิศทางบวก ค่าแรงดึง และ a_w ในทิศทางลบ ส่วนแกน PC2 สามารถอธิบาย x ได้ร้อยละ 23 อธิบายคุณลักษณะของความสว่าง ค่ามุมของสี

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้นบนแกน PC1 ที่สรุปได้ว่าสามารถอธิบายระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ผสมตามแกน PC1 จากซ้ายไปขวา แกน PC1 อธิบายปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด pH ค่าแรงดึง และ a_w พบว่าบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งระยะแก่จัดมีค่าแรงดึง และค่า a_w มากที่สุดและจะลดลงเมื่อฝรั่งสุกมากขึ้น ในทางกลับกันจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และ pH น้อยที่สุดและจะเพิ่มขึ้นเมื่อฝรั่งสุกมากขึ้น

2.2.2 แผนภาพของสิ่งทดลองกับปัจจัยด้านความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน ให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ การนิยามคำศัพท์ของคุณลักษณะและสิ่งที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางผนวกที่ จ1 สเตลที่ใช้สำหรับแต่ละลักษณะเป็น Line scale ขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ดังภาคผนวก จ ได้ผลดังตารางผนวกที่ ข3 นำค่าความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาประมวลผลโดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบเพื่อจัดกลุ่มปัจจัยทางประสาทสัมผัส และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่จัดกลุ่มแล้วกับสิ่งทดลอง คือบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง เพื่อให้ทราบว่าปัจจัยทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กันเองก็จะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน



ภาพที่ 9 Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง

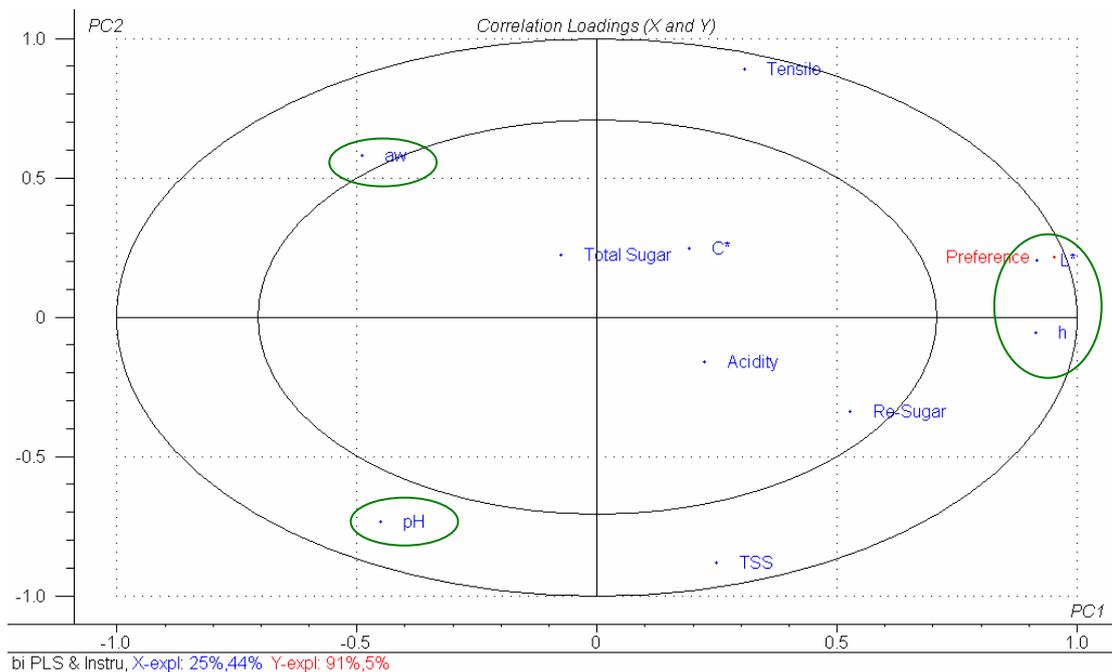
จากภาพที่ 9 แสดงค่า Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot จากบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งแต่ละพันธุ์และอายุการเก็บ โดยจะเห็นว่าระดับความแก่อ่อนของฝรั่งนั้นเรียงตัวกันในแนวตั้งจากระยะแก่จัดซึ่งอยู่ทางซ้ายสุด สุก และสุกจัด ซึ่งอยู่ทางขวาสุดตามเส้น PC 1

ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PC1 สามารถแบ่งแยกคุณภาพทางประสาทสัมผัสของระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ผสมได้ โดยที่แกน PC1 สามารถอธิบาย x ได้ร้อยละ 60 อธิบายคุณลักษณะของรสหวาน กลิ่นรสบ๊วย ความเหนียวติดฟัน และรสเค็มในทิศทางบวก ค่าแรงดึง กลิ่นรสฝรั่ง และรสเปรี้ยว ในทิศทางลบ ส่วนแกน PC2 สามารถอธิบาย x ได้ร้อยละ 14 อธิบายคุณลักษณะของค่าสีเหลือง และความสม่ำเสมอของแผ่น

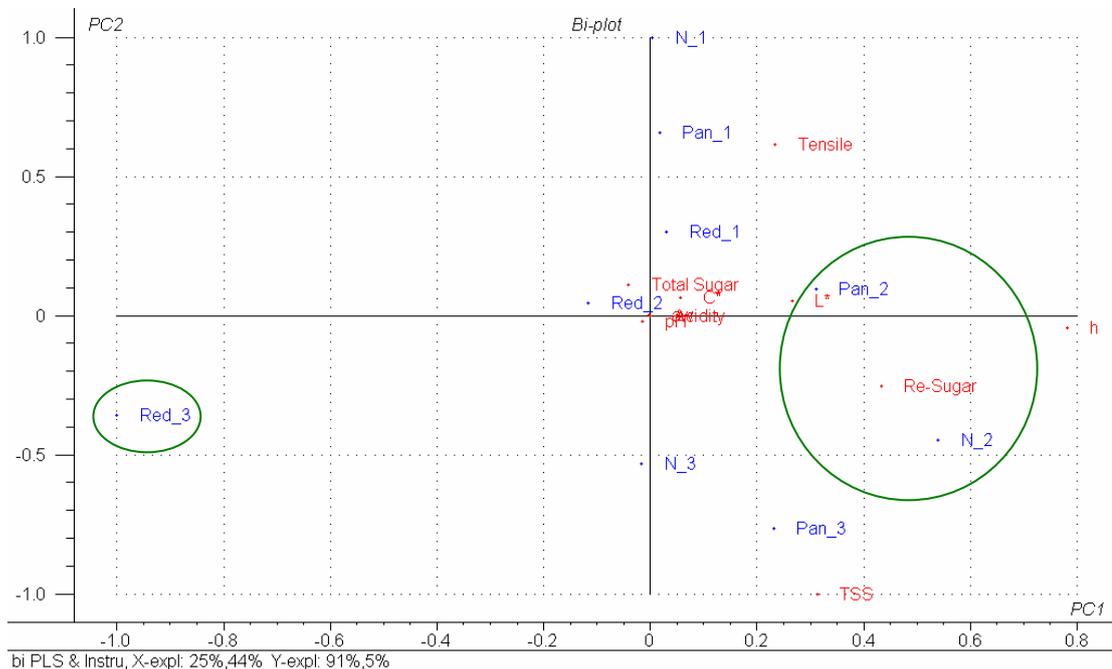
เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้นบนแกน PC1 ที่สรุปได้ว่าสามารถอธิบายระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ผสมตามแกน PC1 จากซ้ายไปขวา แกน PC1 อธิบายคุณลักษณะด้านรสหวาน กลิ่นรสบ๊วย ความเหนียวติดฟัน รสเค็ม ค่าแรงดึง กลิ่นรสฝรั่ง และรสเปรี้ยว พบว่าบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งระยะแก่จัดมีค่าแรงดึง กลิ่นรสฝรั่ง และรสเปรี้ยวมากที่สุดและจะลดลงเมื่อฝรั่งสุกมากขึ้น ในทางกลับกันจะมีรสหวาน กลิ่นรสบ๊วย ความเหนียวติดฟัน และรสเค็มน้อยที่สุดและจะเพิ่มขึ้นเมื่อฝรั่งสุกมากขึ้น

2.2.3 แผนภาพของค่าคุณภาพที่วัดจากเครื่องมือ กับคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่างกับค่าคุณภาพที่วัดจากเครื่องมือ กับคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี การวิเคราะห์การถดถอยบางส่วน (PLSR) โดยให้ค่าคุณภาพจากการวัดด้วยเครื่องมือเป็นตัวแปรอิสระ (x) ส่วนค่าคะแนนความชอบ (Preference) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสซึ่งเป็นตัวแปรตาม (y)



(A)



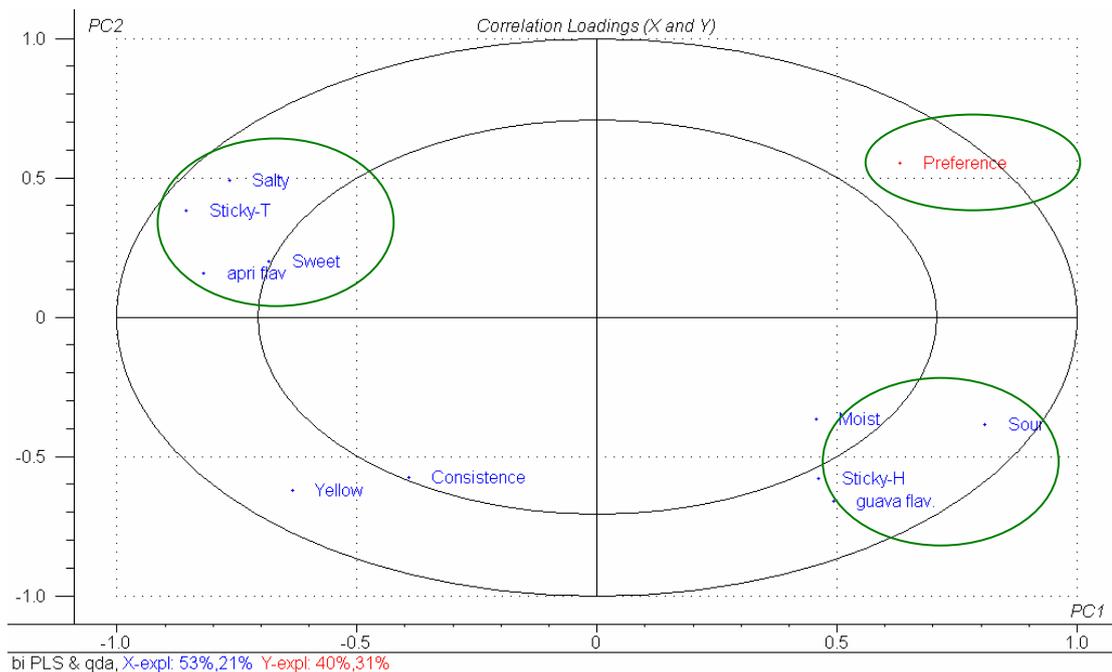
(B)

ภาพที่ 10 แผนภาพ PLSR (A) คือ Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ (B) Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง

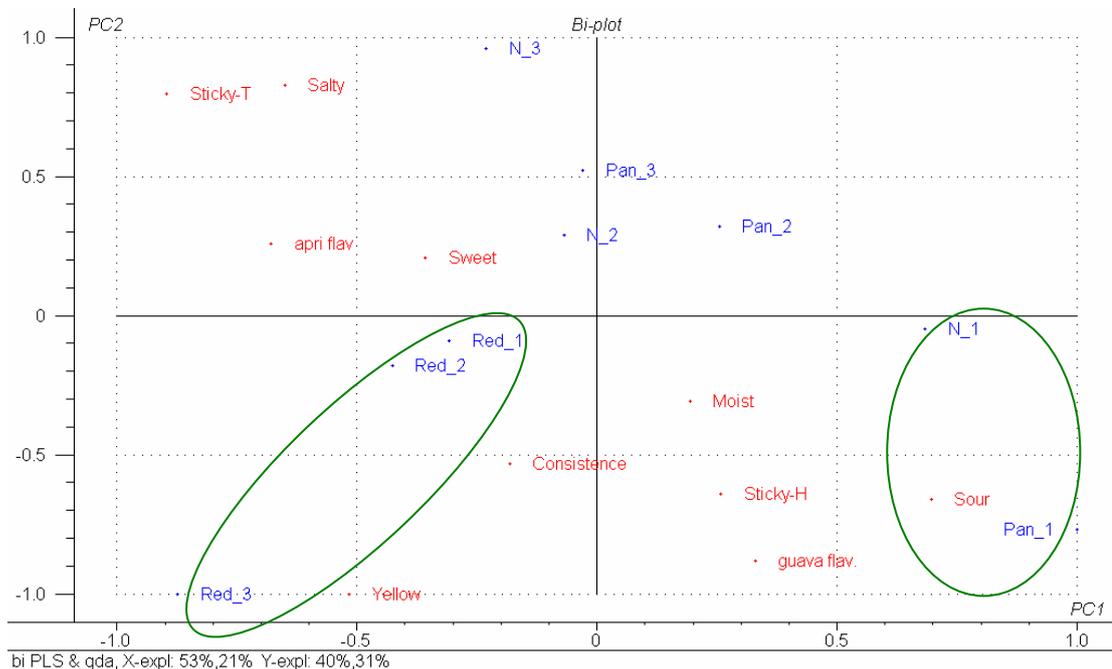
จากภาพที่ 10 (A) ที่ตำแหน่งแกน PC1 เมื่อพิจารณาค่า Correlation แสดงการจัดกลุ่มและตำแหน่งของค่าคุณภาพจากการวัดด้วยเครื่องมือ พบว่าค่าความสว่าง ค่ามุมของสี ค่า a_w และ pH ที่วัดด้วยเครื่องมือสามารถคาดคะเนคะแนนความชอบได้ โดยความสว่าง ค่ามุมของสีของผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ตำแหน่ง PC1 เป็นตำแหน่งเดียวกับคะแนนความชอบรวม สามารถอธิบายได้ว่าความสว่าง ค่ามุมของสีเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a_w และ pH อยู่ทิศทางตรงข้ามกับคะแนนความชอบสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อ a_w และ pH เพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบลดลง เมื่อพิจารณา Bi-plot ภาพที่ 10 (B) พบว่าตำแหน่งของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ไร่เมล็ด และเป็นสีทองระยะสุกมีค่าสว่าง และค่ามุมของสีที่สูงจึงทำให้ได้คะแนนความชอบรวมสูงด้วย ส่วนตำแหน่งของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ไร่แดงสุกจัดมีค่ามุมของสีน้อย ค่า a_w และ pH มากมีผลทำให้ได้คะแนนความชอบรวมน้อย

2.2.4 แผนภาพของค่าความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส กับคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่างกับค่าความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส กับคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี การวิเคราะห์การถดถอยบางส่วน (PLSR) โดยให้ค่าคุณภาพความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นตัวแปรอิสระ (x) ส่วนค่าคะแนนความชอบ (Preference) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสซึ่งเป็นตัวแปรตาม (y)



(A)



(B)

ภาพที่ 11 แผนภาพ PLSR (A) คือ Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ (B) Bi-plot ระหว่าง Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง

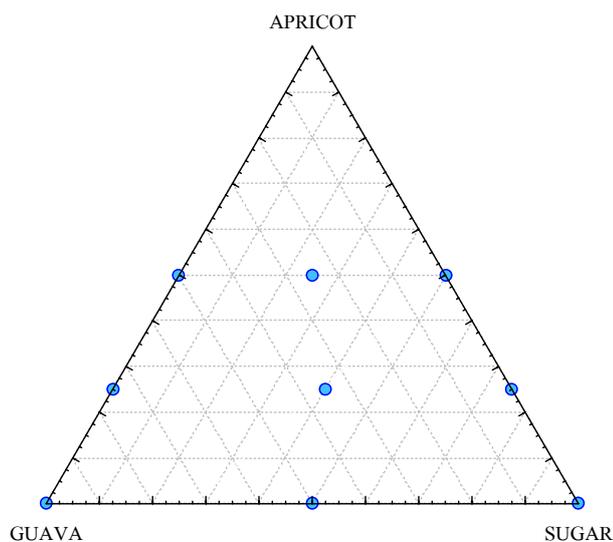
ภาพที่ 11 (A) ที่ตำแหน่งแกน PC1 เมื่อพิจารณา Correlation แสดงการจัดกลุ่ม และตำแหน่งของค่าคุณภาพความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า รสเปรี้ยว ความเหนียว กลิ่นรสฝรั่ง รสเค็ม ความเหนียวติดฟัน รสหวาน และกลิ่นรสบ๊วยสามารถคาดคะเนคะแนนความชอบได้ โดยรสเปรี้ยว ความเหนียว และกลิ่นรสฝรั่งอยู่ตำแหน่ง PC1 ทิศทางบวกเป็นตำแหน่งเดียวกับคะแนนความชอบรวม สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อรสเปรี้ยว ความเหนียว กลิ่นรสฝรั่งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันรสเค็ม ความเหนียวติดฟัน รสหวาน และ กลิ่นรสบ๊วยอยู่ตำแหน่งทิศทางตรงข้ามกับคะแนนความชอบรวม สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อรสเค็ม ความเหนียวติดฟัน รสหวาน และกลิ่นรสบ๊วยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบลดลง เมื่อพิจารณา Bi – plot ภาพที่ 11 (B) พบว่าเป็นตำแหน่งของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งไร้เมล็ด และเป็นสีทองระยะแก่จัด มีค่ารสเปรี้ยว กลิ่นรสฝรั่ง และความเหนียวมากมีผลทำให้คะแนนความชอบสูง ส่วนผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งไร้แดงระยะแก่จัด และระยะสุกมีค่าความหวาน และกลิ่นรสบ๊วยมาก และผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งไร้แดงระยะสุกจัดมีค่าสีเหลืองมาก จึงมีผลทำให้คะแนนความชอบรวมน้อย

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง ได้ผลดังตารางผนวกที่ ข4 เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ร่วมกับผลจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชอบของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่างกับค่าคุณภาพที่วัดจากเครื่องมือ และคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย PLSR ทำให้ได้พันธุ์และระยะความแก่อ่อนของฝรั่งที่เหมาะสมคือ ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง และพันธุ์ไร้เมล็ดระยะสุกที่ใช้ในการพัฒนาต่อ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านราคา และผลผลิตที่ได้ (Yields) พบว่า ฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดระยะสุกมีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อไป

3. พัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

3.1 ศึกษาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Upper and Lower bound ซึ่งจะทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ บ๊วย ฝรั่ง ไร้เมล็ดกระยะสุก และน้ำตาลทราย โดยมีระดับของบ๊วยที่ทำการศึกษาอยู่ในระดับร้อยละ 15 – 25 ฝรั่งไร้เมล็ดอยู่ในระดับร้อยละ 40 – 60 และน้ำตาลอยู่ในระดับร้อยละ 25 – 45 จัดตำแหน่งสิ่งทดลองดังภาพที่ 12 ซึ่งจะได้สิ่งทดลองที่แตกต่างกัน 9 สิ่งทดลอง และทั้ง 9 สิ่งทดลองจะมีส่วนผสมของเพกตินร้อยละ 0.75 และน้ำร้อยละ 32.58 คงที่ ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตจริงแสดงดังตารางที่ 11



ภาพที่ 12 ตำแหน่งของสิ่งทดลองวิธี Mixture design

ตารางที่ 11 ร้อยละของบ๊วย ผลไม้ผสม และน้ำตาลทราย ต่อการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ในแต่ละ
สิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ระดับ			ส่วนผสม (ร้อยละ)		
	X ₁	X ₂	X ₃	บ๊วย	ผลไม้ผสม	น้ำตาล
1	15	60	25	10.00	40.00	16.67
2	25	50	25	16.67	33.33	16.67
3	25	40	35	16.67	26.67	23.33
4	15	40	45	10.00	26.67	30.00
5	20	55	25	13.33	36.67	16.67
6	25	45	30	16.67	30.00	20.00
7	15	50	35	10.00	33.33	23.33
8	20	40	40	13.33	26.67	26.67
9 (center)	20	47	33	13.33	31.33	22.00

ตารางที่ 12 ค่าคุณภาพทางกายภาพของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งจากแผนการทดลอง Mixture design

สูตร	a _w	แรงดึง (N)	ค่าสี				
			L*	a*	b*	C*	h
1	0.48	12.89 ^b	41.60 ^a	7.33 ^a	21.49 ^a	22.71 ^a	79.07 ^b
2	0.49	19.51 ^a	33.63 ^c	8.68 ^a	20.96 ^a	22.68 ^a	75.01 ^c
3	0.53	14.40 ^b	29.65 ^d	7.10 ^a	18.38 ^b	19.71 ^b	76.53 ^c
4	0.52	3.98 ^d	34.90 ^c	5.42 ^b	18.03 ^b	18.82 ^b	81.41 ^{ab}
5	0.46	6.43 ^{cd}	36.05 ^b	3.02 ^c	12.03 ^d	12.40 ^d	84.34 ^a
6	0.50	2.56 ^d	37.52 ^b	2.30 ^c	10.80 ^d	11.04 ^d	86.64 ^a
7	0.47	8.79 ^c	42.13 ^a	3.96 ^{bc}	14.84 ^c	15.36 ^c	83.4 ^{ab}
8	0.51	9.29 ^c	42.25 ^a	2.47 ^c	10.74 ^d	11.02 ^d	85.61 ^a
9	0.43	3.40 ^d	36.73 ^b	7.76 ^a	15.16 ^c	17.03 ^b	69.88 ^c

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
(p≤0.05)

จากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 สิ่งทดลอง ได้ผลดังตารางที่ 12 พบว่า ค่า a_w ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าแรงดึง ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มสี และ ค่ามุมของสีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำข้อมูลค่าคุณภาพทางกายภาพที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สร้างสมการถดถอยหาความสัมพันธ์ของตัวแปรบ๊วย ผลไม้ผสม และน้ำตาล กับผลจากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ โดยใช้สมการลำดับที่ 1 คือ $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ ได้ผลดังตารางที่ 13 ซึ่งสมการของค่าแรงดึง ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มสี และ ค่ามุมของสีมีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.779, 0.989, 0.868, 0.997, 0.970 และ 0.996 ตามลำดับ จากนั้นนำสมการที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 มาสร้างกราฟคอนทัวร์

ตารางที่ 13 สมการถดถอยของค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

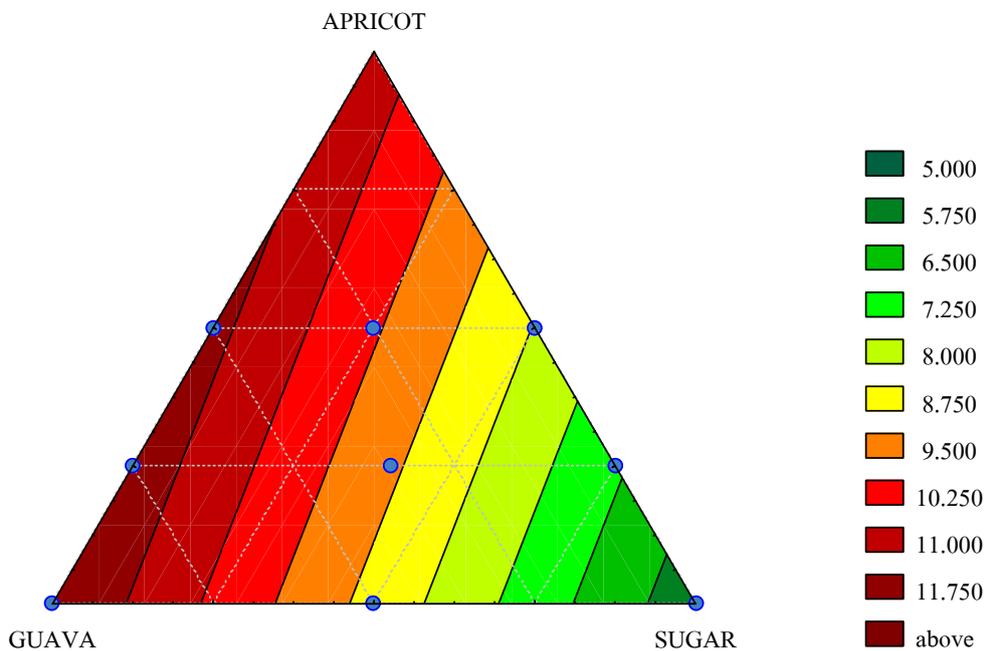
	สมการถดถอย	R^2	p-value
ทางกายภาพ			
แรงดึง (นิวตัน)	$= 15.29 x_1 + 20.63 x_2 - 11.73 x_3$	0.779	0.022
ค่าความสว่าง	$= 20.10 x_1 + 41.70 x_2 + 41.03 x_3$	0.989	0.000
ค่าสีแดง	$= 1.90 x_1 + 12.44 x_2 - 2.91 x_3$	0.868	0.005
ค่าสีเหลือง	$= -3.20 x_1 + 39.20 x_2 - 6.55 x_3$	0.997	0.000
ค่าความเข้มสี	$= -2.09 x_1 + 40.91 x_2 - 6.89 x_3$	0.970	0.000
ค่ามุมของสี (องศา)	$= 81.76 x_1 + 77.87 x_2 + 82.566 x_3$	0.996	0.000

หมายเหตุ y คือ คุณภาพที่วัด

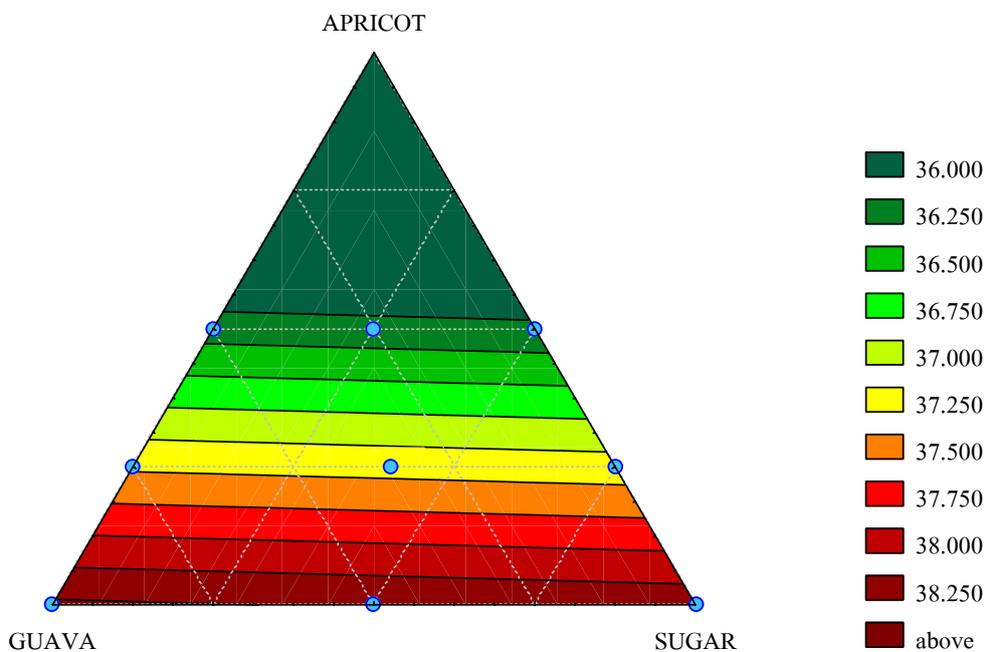
x_1 คือ ปริมาณของบ๊วย

x_2 คือ ปริมาณฝรั่ง

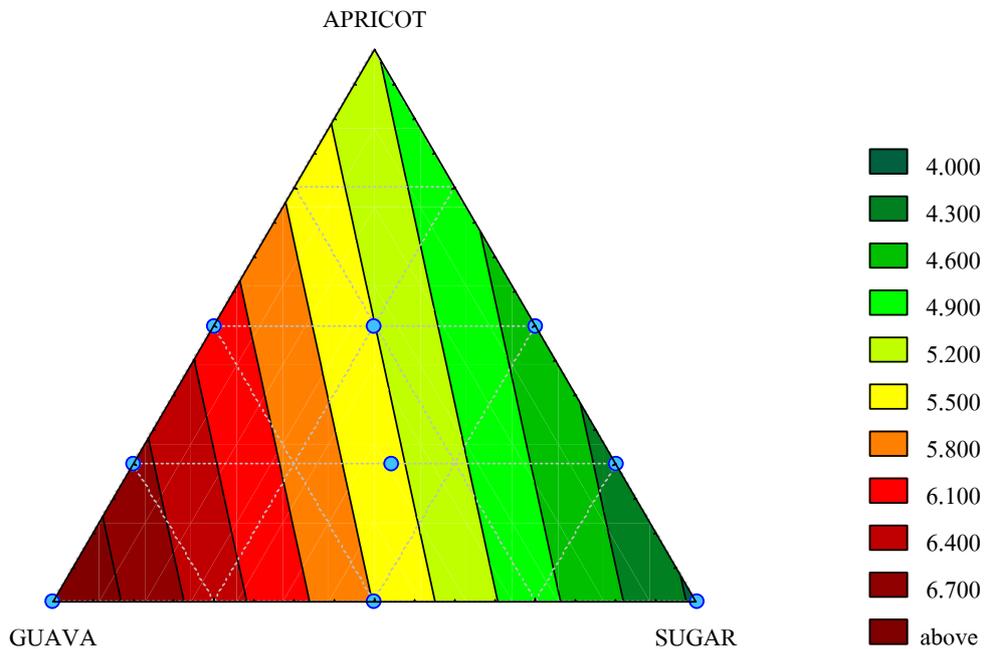
x_3 คือ ปริมาณน้ำตาลทราย



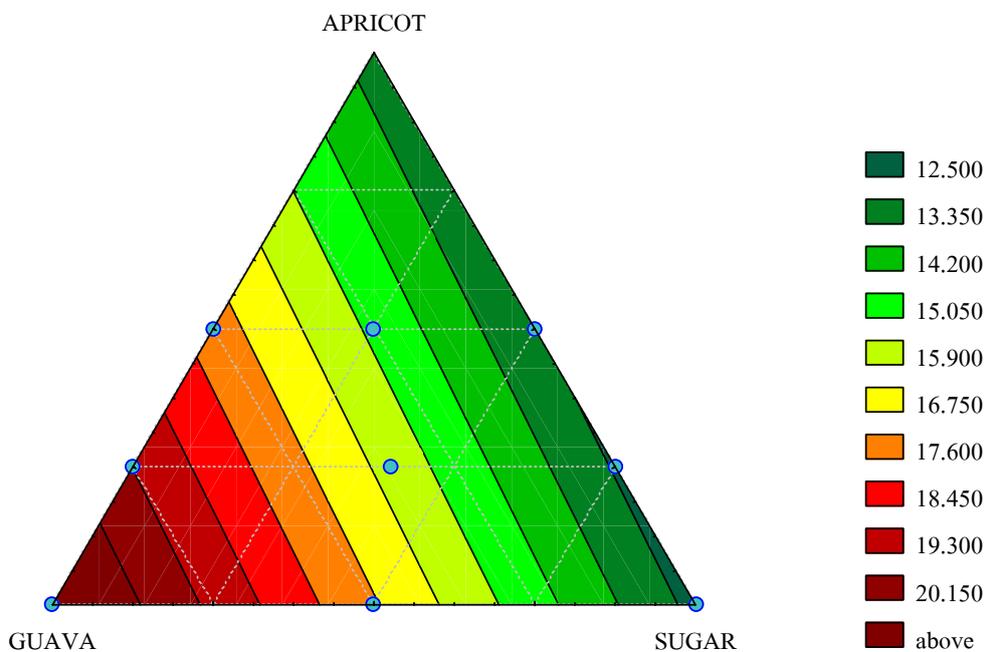
ภาพที่ 13 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าแรงดึง (นิวตัน)



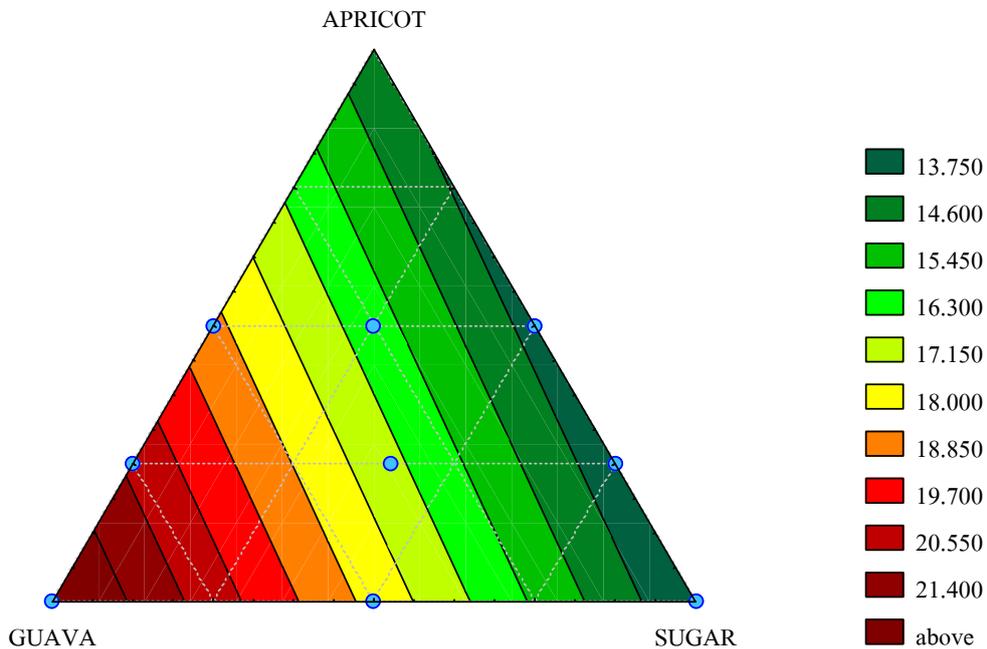
ภาพที่ 14 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความสว่าง



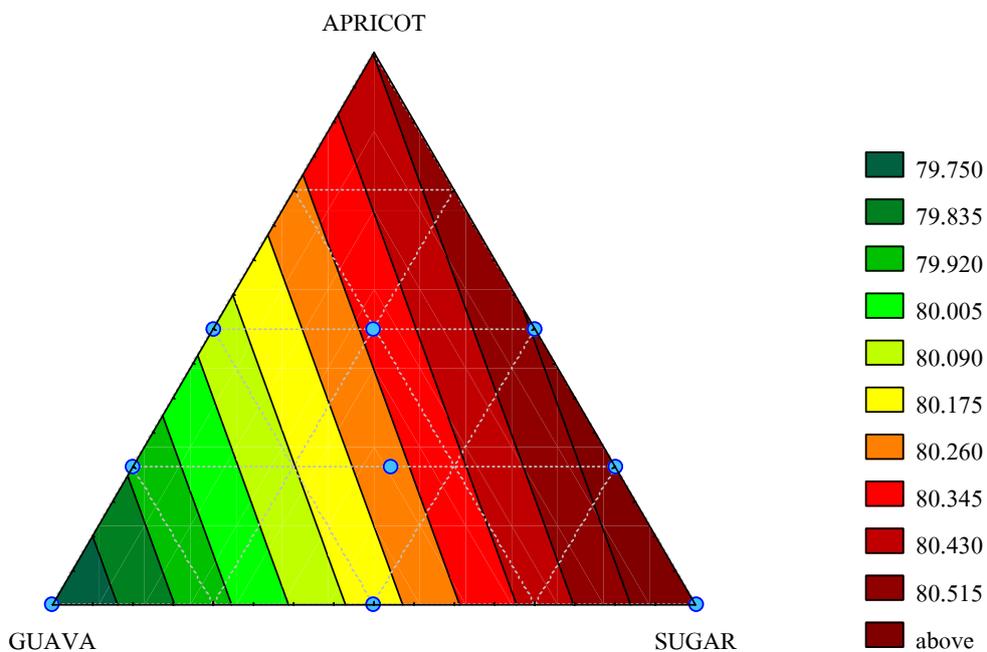
ภาพที่ 15 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีแดง



ภาพที่ 16 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีเหลือง



ภาพที่ 17 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความเข้มสี



ภาพที่ 18 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่ามูมของสี (องศา)

จากภาพที่ 13-18 แสดงกราฟคอนทัวร์ของค่าแรงดึง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มสี จากสมการถดถอยของค่าแรงดึง สามารถอธิบายได้ว่าปริมาณของฝรั่งและบัวจะมีผลต่อค่าแรงดึง โดยพิจารณาจากค่าบวกของค่าสัมประสิทธิ์ คือเมื่อปริมาณของฝรั่งและบัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย ค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กันกับทั้ง 3 ปัจจัย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณบัว ฝรั่ง และน้ำตาลมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์พบว่าสัมประสิทธิ์ของฝรั่งและน้ำตาลมีค่ามากกว่าบัว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณฝรั่ง และน้ำตาลมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากกว่าการเพิ่มปริมาณบัว ปริมาณของฝรั่งและบัวจะมีผลต่อค่าสีแดง คือเมื่อปริมาณของฝรั่งและบัวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีเหลืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝรั่งเพียงปัจจัยเดียว โดยเมื่อเพิ่มปริมาณฝรั่งมีผลทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ค่าความเข้มสีได้จากการคำนวณจากค่าสีแดง และค่าสีเหลือง จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณฝรั่งมีผลทำให้ค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นค่ามุมของสีมีความสัมพันธ์กันกับทั้ง 3 ปัจจัย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณบัว ฝรั่งและน้ำตาล มีผลทำให้ค่ามุมของสีเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 14 ค่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งจากแผนการทดลอง Mixture design

สูตร	คุณลักษณะ					ความชอบรวม
	สี	ความสม่ำเสมอของแผ่น	กลิ่นรส	ความเหนียว	รสชาติ	
1	5.90 ^c	6.03 ^b	6.24 ^b	5.97 ^c	6.14 ^b	6.21 ^b
2	5.97 ^c	5.79 ^b	5.66 ^c	5.17 ^d	5.17 ^c	5.03 ^d
3	6.14 ^c	6.10 ^b	5.83 ^b	4.66 ^d	5.83 ^{bc}	5.45 ^{cd}
4	6.93 ^{ab}	6.21 ^b	6.18 ^b	6.07 ^c	5.89 ^b	5.96 ^{bc}
5	6.45 ^{bc}	6.83 ^a	6.48 ^{ab}	6.34 ^{bc}	6.07 ^b	6.24 ^b
6	6.36 ^{bc}	6.18 ^b	5.89 ^b	6.14 ^c	5.75 ^{bc}	5.71 ^{bc}
7	7.39 ^a	8.46 ^a	7.07 ^a	6.93 ^{ab}	6.93 ^{ab}	7.00 ^a
8	6.45 ^{bc}	6.28 ^b	6.48 ^{ab}	6.62 ^{abc}	6.31 ^b	6.38 ^b
9 (center)	7.54 ^a	7.11 ^a	7.07 ^a	7.11 ^a	7.18 ^a	7.39 ^a

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05)

จากการประเมินความชอบจากการทดสอบโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 - Point hedonic scale) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ได้ผลดังตารางที่ 14 โดยจะพบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำข้อมูลค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สร้างสมการถดถอยหาความสัมพันธ์ของตัวแปรบิวัย ผลไม้ผสม และน้ำตาล กับผลจากการวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้สมการลำดับที่ 1 คือ $y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$ ได้ผลดังตารางที่ 15 ซึ่งสมการของค่าความชอบด้านสี ความเหนียว ความสม่ำเสมอ กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.994, 0.992, 0.997, 0.989, 0.995 และ 0.993 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสมการในค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีค่า R^2 มากกว่า 0.9 ซึ่งเป็นค่าที่สูงซึ่งบอกลถึงความน่าเชื่อถือของสมการ จากนั้นนำสมการที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95 มาสร้างกราฟคอนทัวร์

ตารางที่ 15 สมการถดถอยของคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่น

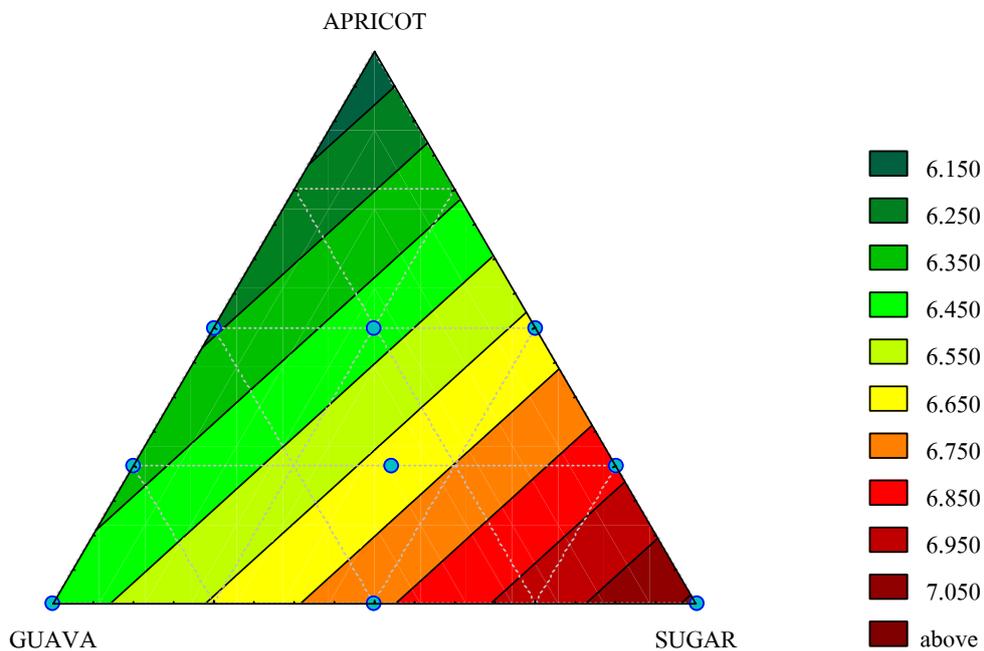
	สมการถดถอย	R^2	p-value
ทางประสาทสัมผัส			
สี	$= 4.26X_1 + 5.77X_2 + 9.15X_3$	0.994	0.000
ความสม่ำเสมอของแผ่น	$= -1.29X_1 + 6.61X_2 + 11.29X_3$	0.992	0.000
กลิ่นรส	$= 1.89X_1 + 5.98X_2 + 9.54X_3$	0.997	0.000
ความเหนียว	$= 2.99X_1 + 4.87X_2 + 9.84X_3$	0.989	0.000
รสชาติ	$= 1.34X_1 + 5.71X_2 + 9.71X_3$	0.995	0.000
ความชอบรวม	$= 0.30X_1 + 5.66X_2 + 10.46X_3$	0.993	0.000

หมายเหตุ y คือ คุณภาพที่วัด

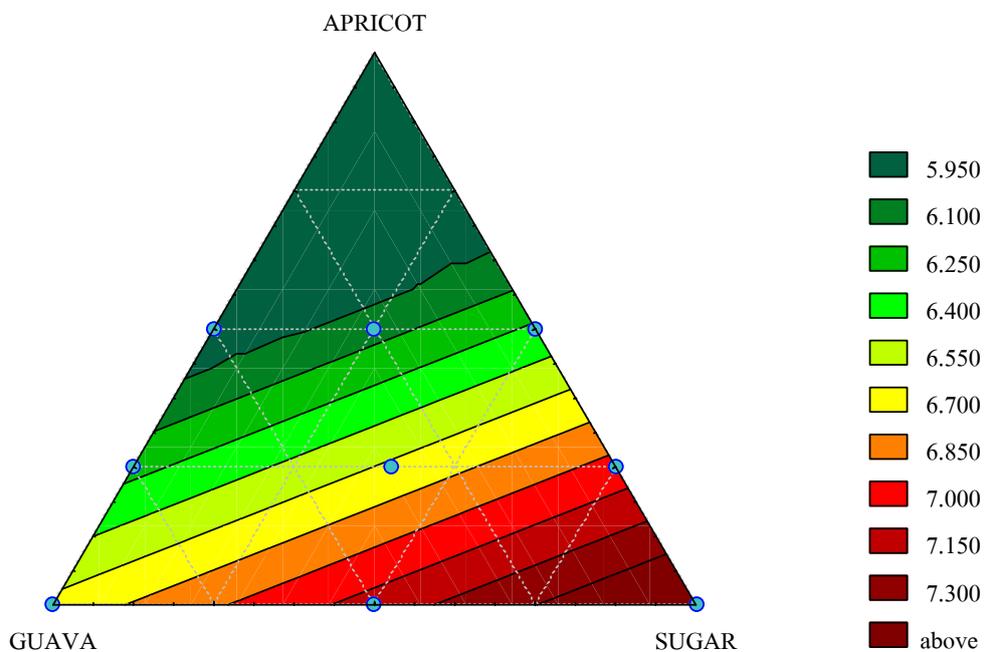
x_1 คือ ปริมาณของบิวัย

x_2 คือ ปริมาณฝรั่ง

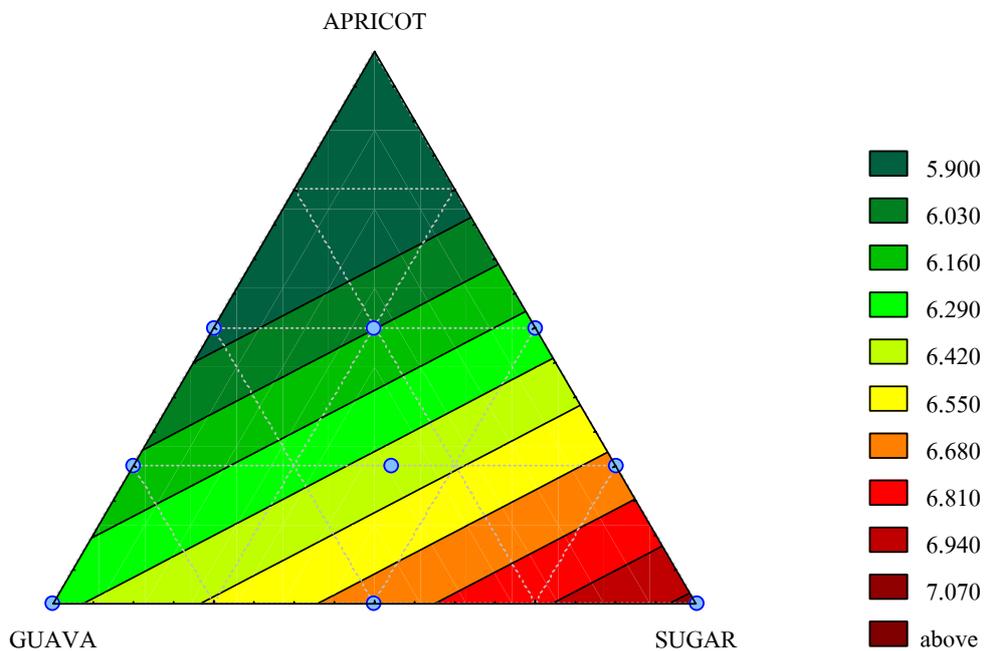
x_3 คือ ปริมาณน้ำตาลทราย



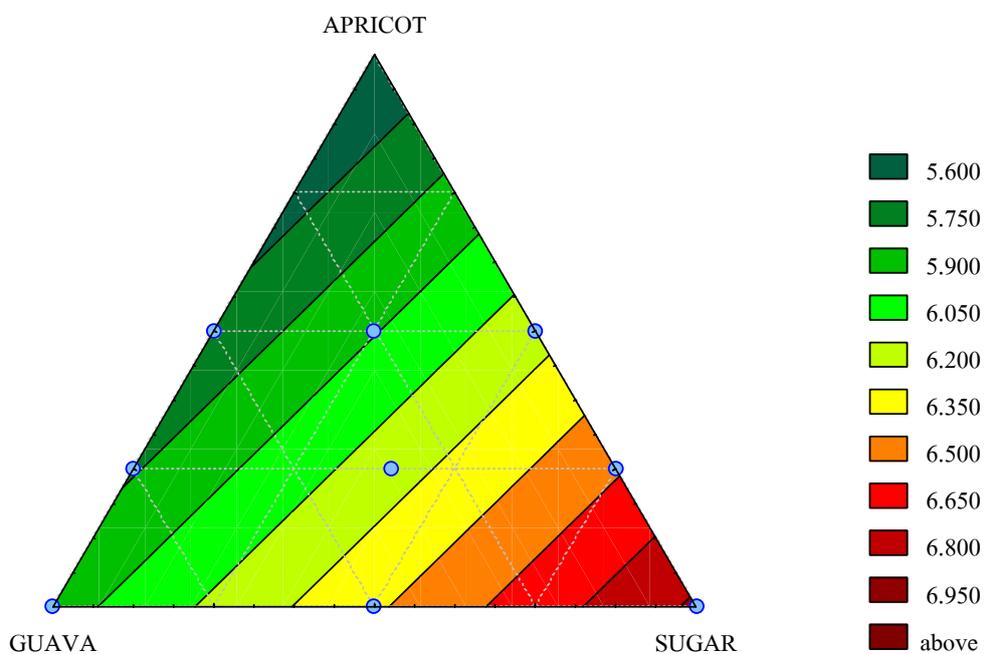
ภาพที่ 19 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านสี



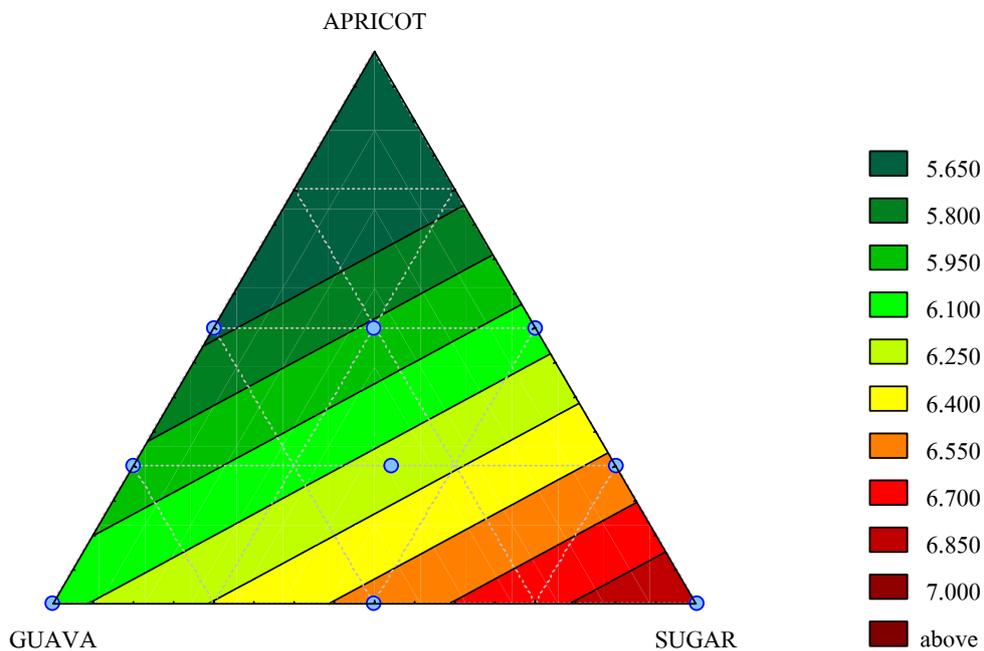
ภาพที่ 20 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะความสม่ำเสมอของแผ่น



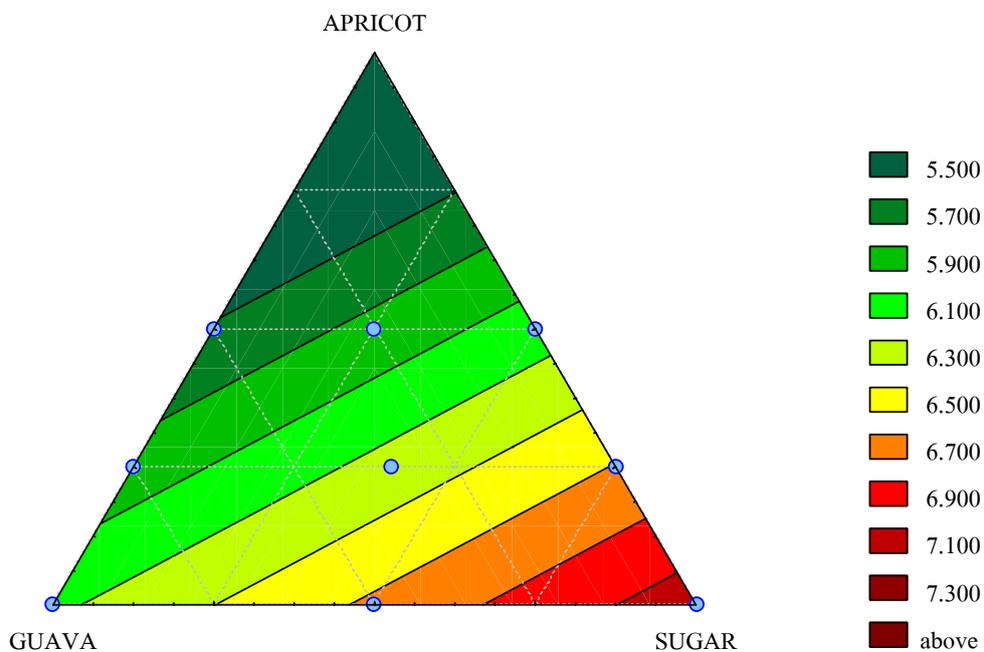
ภาพที่ 21 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรส



ภาพที่ 22 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านความเหนียว

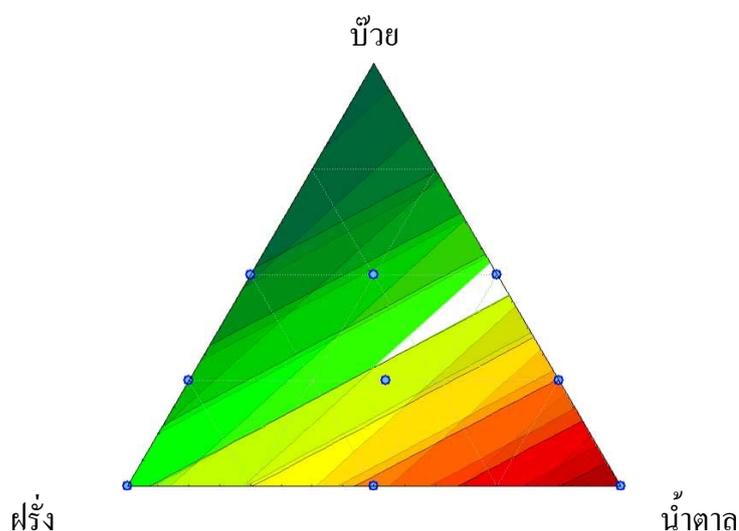


ภาพที่ 23 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านรสชาติ



ภาพที่ 24 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านความชอบรวม

จากภาพที่ 19-24 แสดงกราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณของฝรั่งและน้ำตาลจะมีผลต่อค่าความสม่ำเสมอของแผ่น โดยพิจารณาจากค่าบวกของค่าสัมประสิทธิ์ คือเมื่อปริมาณของฝรั่งและน้ำตาลเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านความสม่ำเสมอของแผ่นเพิ่มขึ้น ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส ความเหนียว รสชาติ และความชอบรวมจะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กันกับทั้ง 3 ปัจจัย และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์พบว่าสัมประสิทธิ์ของน้ำตาลมีค่ามากกว่าฝรั่งและบ๊วย ดังนั้นการเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผลทำให้ค่าคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส ความเหนียว รสชาติ และความชอบรวมเพิ่มมากกว่าการเพิ่มปริมาณฝรั่ง และบ๊วย อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณน้ำตาลจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏและรสชาติที่ดีขึ้น



ภาพที่ 25 ตำแหน่งของสูตรบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เหมาะสม

การหาสูตรที่เหมาะสมทำได้โดยการวางภาพของแต่ละกราฟคอนทัวร์ซ้อนทับกัน ซึ่งบริเวณที่ซ้อนทับกันจะให้สูตรอาหารที่ต้องการ จากการซ้อนทับกันของ ความชอบรวม ความชอบ รสชาติ และความชอบสี แสดงดังภาพที่ 25 ตำแหน่งของสูตรบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เหมาะสม คือ สูตร ที่มี บ๊วยร้อยละ 10 -13.33 ฝรั่งร้อยละ 26.67 – 33.33 น้ำตาลร้อยละ 23.33 – 26.67 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้เพื่อเน้นการนำบ๊วยมาแปรรูป จึงเลือกตำแหน่งที่ใช้ปริมาณบ๊วยสูงที่สุด คือสูตร บ๊วย 13.33 ฝรั่ง 26.67 น้ำตาล 26.67 เวกติน 0.75 น้ำ 32.58 ในการพัฒนาต่อไป

3.2 ศึกษาปริมาณสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

ค่าทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ที่ปริมาณเพกติน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25, 0.75, 1.25 และ 1.75 แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าคุณภาพทางกายภาพของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีปริมาณเพกตินระดับต่างๆ

สิ่งทดลองที่	a_w	แรงดึง (N)	ค่าสี				
			L^*	a^*	b^*	C^*	h
1	0.48	4.27 ^c	41.60 ^a	7.33 ^a	21.49	22.71	71.18
2	0.49	6.96 ^b	33.63 ^b	8.68 ^a	20.96	22.68	67.49
3	0.53	8.00 ^{ab}	29.65 ^c	7.10 ^a	18.38	19.71	68.87
4	0.52	9.32 ^a	34.90 ^b	5.42 ^b	18.03	18.82	73.28

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 บ๊วย 13.40 ฝรั่ง 26.80 น้ำตาล 26.80 เพกติน 0.25 น้ำ 32.70

สิ่งทดลองที่ 2 บ๊วย 13.33 ฝรั่ง 26.67 น้ำตาล 26.67 เพกติน 0.75 น้ำ 32.58

สิ่งทดลองที่ 3 บ๊วย 13.26 ฝรั่ง 26.54 น้ำตาล 26.54 เพกติน 1.25 น้ำ 32.42

สิ่งทดลองที่ 4 บ๊วย 13.20 ฝรั่ง 26.40 น้ำตาล 26.40 เพกติน 1.75 น้ำ 32.25

จากตารางที่ 16 พบว่า a_w ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มสี และค่ามุมของสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าแรงดึง และค่าความสว่าง และค่าสีแดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อปริมาณเพกตินที่ใช้ในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งเพิ่มขึ้นค่าแรงดึงเพิ่มขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณเพกตินที่เพิ่มขึ้นทำให้โมเลกุลเพกตินในอาหารเกาะตัวเป็นตาข่ายมากขึ้น จึงเพิ่มความแข็งแรงให้กับอาหาร (นิธิยา, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ratphitgsanti *et. al* (2004) ที่ทำการศึกษาผลของเพกตินต่อคุณภาพของสตรอเบอรี่แผ่น พบว่าค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความเกาะติดผิวจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเพกติน แต่การลดเพกตินมีผลทำให้ค่าแรงดึงลดลง ส่วนค่าสีของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง พบว่าความสว่างลดลง และค่าสีแดงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ อนุวัตร และคณะ (2548) ทำการศึกษาปริมาณเพกตินต่อคุณภาพของบ๊วยแผ่น พบว่าการเพิ่มปริมาณเพกตินในผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นมีผลทำให้ค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่ามอดูลัสของยัง และค่างานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Singh-Gujral and Sing-brar (2003) กล่าวถึงผลของการใช้สารปรับปรุงเนื้อสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นว่าในการผลิตมะม่วงแผ่นสามารถเติมไฮโดรคอลลอยด์เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเติมกัวร์กัม หรือ เพกตินสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น โดยไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง สีของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 17 คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีปริมาณเพกตินต่างๆ

สิ่งทดลองที่	สี	ความ สม่ำเสมอ ของแผ่น	กลิ่นรส	ความ เหนียว	รสชาติ	ความชอบ รวม
1	7.13 ^b	7.27	6.97	6.13 ^a	6.80	6.87 ^a
2	8.20 ^a	6.77	6.77	6.33 ^a	6.57	6.40 ^a
3	6.93 ^b	7.00	6.67	6.63 ^a	6.87	6.60 ^a
4	6.50 ^b	6.60	6.27	3.80 ^b	5.87	4.83 ^b

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 บ๊วย 13.40 ฝรั่ง 26.80 น้ำตาล 26.80 เพกติน 0.25 น้ำ 32.70

สิ่งทดลองที่ 2 บ๊วย 13.33 ฝรั่ง 26.67 น้ำตาล 26.67 เพกติน 0.75 น้ำ 32.58

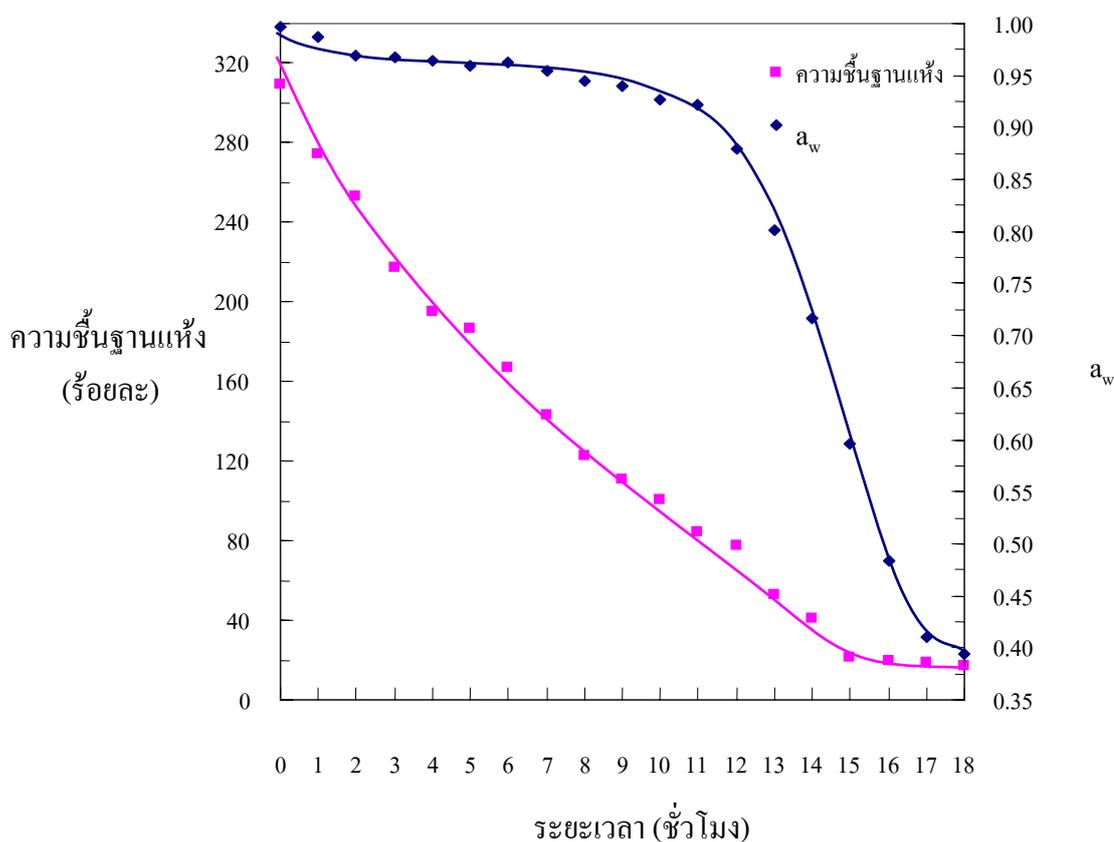
สิ่งทดลองที่ 3 บ๊วย 13.26 ฝรั่ง 26.54 น้ำตาล 26.54 เพกติน 1.25 น้ำ 32.42

สิ่งทดลองที่ 4 บ๊วย 13.20 ฝรั่ง 26.40 น้ำตาล 26.40 เพกติน 1.75 น้ำ 32.25

จากการประเมินค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน แสดงผลดังตารางที่ 17 พบว่า คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความสม่ำเสมอของแผ่น กลิ่นรส และรสชาติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

($p > 0.05$) สูตรที่มีปริมาณเพกตินร้อยละ 0.25, 0.75 และ 1.25 มีคะแนนความชอบความเหนียว และความชอบรวมไม่แตกต่างกัน จึงพิจารณาในคุณลักษณะอื่นประกอบกัน พบว่าปริมาณเพกตินร้อยละ 0.75 มีคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังนั้นปริมาณเพกตินที่เหมาะสม คือร้อยละ 0.75 และจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณเพกตินที่เพิ่มขึ้นสีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้น เนื้อสัมผัสมีความเหนียวมากขึ้น จึงทำให้สูตรที่มีปริมาณเพกตินร้อยละ 1.75 ได้คะแนนความชอบด้านสี ความเหนียว และความชอบรวมน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$)

3.3 ศึกษา ค่า a_w ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์บัวแค้นผสมผลไม้



ภาพที่ 26 ค่าความชื้นและค่า a_w ผลิตภัณฑ์บัวแค้นผสมผลไม้ที่ระยะเวลาการอบแห้งต่างกัน

การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้น (d.b.) จากกราฟการอบแห้ง (Drying curve) และค่า a_w เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสม โดยได้จากการนำข้อมูลปริมาณความชื้นของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งไร้เมล็ดระยะสุก ใช้สูตรที่ผ่านการพัฒนาแล้วซึ่งประกอบด้วย บ๊วยร้อยละ 13.33 ฝรั่งร้อยละ 26.67 น้ำตาลร้อยละ 26.67 เพกตินร้อยละ 0.75 และน้ำร้อยละ 32.58 ที่ทิ้งไว้ให้สัมผัสกับกระแสอากาศที่ภายในตู้อบ น้ำหนักของตัวอย่างจะถูกบันทึกทุกๆ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปคำนวณปริมาณความชื้นฐานแห้ง สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นฐานแห้ง ค่า a_w กับเวลา

เมื่อแบ่งกระบวนการอบแห้งออกเป็น 3 ขั้นตอน 1) ขั้นเริ่มต้นของการอบแห้ง หรือ วอร์มอัป 2) ช่วงอัตราการทำให้แห้งคงที่ และ 3) ช่วงอัตราการทำให้แห้งลดลง จากภาพที่ 26 ไม่พบขั้นเริ่มต้นของการอบแห้ง หรือ วอร์มอัป ซึ่งในขั้นนี้ความชื้นของส่วนผสมจะมีค่าคงที่ เนื่องจากในขั้นนี้ใช้เวลาน้อยมาก และอาจเกิดขึ้นก่อนในอีก 1 ชั่วโมงถัดไป อัตราการทำให้แห้งคงที่ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 0 – 15 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการลดลงอย่างรวดเร็ว และมีค่า a_w อยู่ในช่วง 1.0 – 0.6 นั้นหมายถึงในช่วงเวลาดังกล่าวที่ผิวหน้ามีปริมาณน้ำมากพอต่อการระเหย ในขณะที่เดียวกันก็จะมีน้ำภายในเคลื่อนที่มาทดแทนที่น้ำที่ผิวหน้า ที่เวลา 15 ชั่วโมง เป็นการสิ้นสุดของอัตราการทำให้แห้งคงที่ คือน้ำภายในไม่สามารถมาทดแทนที่ผิวหน้าได้ ทำให้ผิวหน้ามีลักษณะแห้ง หลังจากนั้นจะเป็นช่วงของอัตราการทำให้แห้งลดลง เกิดขึ้นในหลังชั่วโมงที่ 15 ถึงชั่วโมงที่ 18 ซึ่งมีค่า a_w เท่ากับ 0.6 - 0.4 เมื่อน้ำภายในไม่สามารถเคลื่อนที่มายังผิวหน้าได้จึงระเหยเป็นก๊าซอยู่ภายใน ก๊าซจะเคลื่อนที่จากภายในมาสู่ผิวหน้า เมื่อระยะทางการเคลื่อนที่ของก๊าซเพิ่มขึ้นอัตราการทำให้แห้งก็จะลดลง (ไพบูลย์, 2532)

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง
ที่ a_w ต่างๆ

สิ่งทดลองที่	ความเหนียว	ความชอบรวม
1	7.83 ^a	7.67 ^a
2	6.90 ^b	6.43 ^b
3	6.23 ^b	6.13 ^b

หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
($p \leq 0.05$)

สิ่งทดลองที่ 1 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.40 อบที่ 60 องศาเซลเซียส 18 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 2 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.45 อบที่ 60 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง
สิ่งทดลองที่ 3 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.50 อบที่ 60 องศาเซลเซียส 16.30 ชั่วโมง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสบัวแผ่นผสมฝรั่งไร้เมล็ดระยะสุก ที่มีค่า a_w
ของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 0.40, 0.45 และ 0.50 โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9 Point -
hedonic scale) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดสอบในคุณลักษณะ ความ
เหนียว และความชอบรวม ได้ผลดังตารางที่ 18 พบว่า สิ่งทดลองที่มีค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เท่ากับ
0.40 ให้ลักษณะปรากฏของผิวหน้าที่แห้ง และเนื้อสัมผัสที่เหนียวจึงมีคะแนนความชอบใน
คุณลักษณะความเหนียว และความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ส่วนสิ่งทดลองที่มีค่า a_w ของ
ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.45 และ 0.50 ให้ลักษณะปรากฏของผิวหน้าที่ชื้นกว่าเล็กน้อยและมีความเหนียว
น้อยกว่าจึงมีคะแนนความชอบในคุณลักษณะความเหนียว และความชอบรวมน้อย ($p \leq 0.05$) ดังนั้น
ค่า a_w ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.40 คือระยะเวลาในการอบ 18 ชั่วโมงที่ 60 องศาเซลเซียส

4. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ บ๊วยร้อยละ 13.33 ฝรั่งร้อยละ 26.67 น้ำตาลร้อยละ 26.67 เพกตินร้อยละ 0.75 และน้ำร้อยละ 32.58 อบส่วนผสมที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง ได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าคุณภาพ
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
ค่าความสว่าง L*	40.36
ค่าสีแดง a*	5.84
ค่าสีเหลือง b*	12.36
ค่าความเข้มสี C*	13.67
ค่ามุมของสี h (องศา)	71.90
แรงคิง (นิวตัน)	3.20
a_w	0.41
ค่าคุณภาพทางเคมี	
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	69.02
ความชื้น (ร้อยละ)	16.85
เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	7.93
เถ้า (ร้อยละ)	3.46
โปรตีน (ร้อยละ)	2.65
ไขมัน (ร้อยละ)	0.09
ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม)	45.15
ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<10
ยีสต์และรา (CFU/g)	<10

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่าสีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง $L^* a^* b^* C^* h$ เท่ากับ 40.36, 5.84, 12.36, 13.67 และ 71.90 แรงค์ดิงเท่ากับ 3.20 นิวตัน ค่า a_w เท่ากับ 0.41 ทำให้ทราบว่า ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลือง เนื้อสัมผัสแห้งและเหนียวเล็กน้อย ค่าคุณภาพทางเคมี พบว่า ในผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น 100 กรัมประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 69.02 กรัม ความชื้น 16.85 กรัม เส้นใยหยาบ 7.93 กรัม เถ้า 3.46 กรัม โปรตีน 2.65 กรัม ไขมัน 0.09 กรัม ปริมาณกรดแอสคอร์บิก 45.15 มิลลิกรัม และจากการประเมินค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์รำน้อยกว่า 10 CFU/g ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัย เมื่อพิจารณาความชื้นในผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ฝรั่งแผ่นของ Ashaye *et.al* (2005) ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ฝรั่งแผ่น โดยนำผิวฝรั่ง น้ำตาลร้อยละ 20 กรดซิตริก ร้อยละ 0.1 โซเดียมเบนโซเอทร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด นำส่วนผสมเทลงถาดที่ทาด้วยกลีเซอรอล อบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าคุณภาพทางเคมี ดังนี้ ความชื้นร้อยละ 16.40 โปรตีนร้อยละ 2.67 ไขมันร้อยละ 1.37 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 74.50 เส้นใยหยาบร้อยละ 2.67 เถ้าร้อยละ 2.87 วิตามินซี 237 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัม

ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง 1 ชิ้นมีขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 10 กรัม ดังภาพที่ 27 โดยผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีต้นทุนวัตถุดิบรวมถึงต้นทุนแรงงาน และต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่ไม่รวมถึงต้นทุนบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 0.87 บาทต่อ 1 ชิ้น โดยมีวิธีการคำนวณดังภาคผนวก จ.

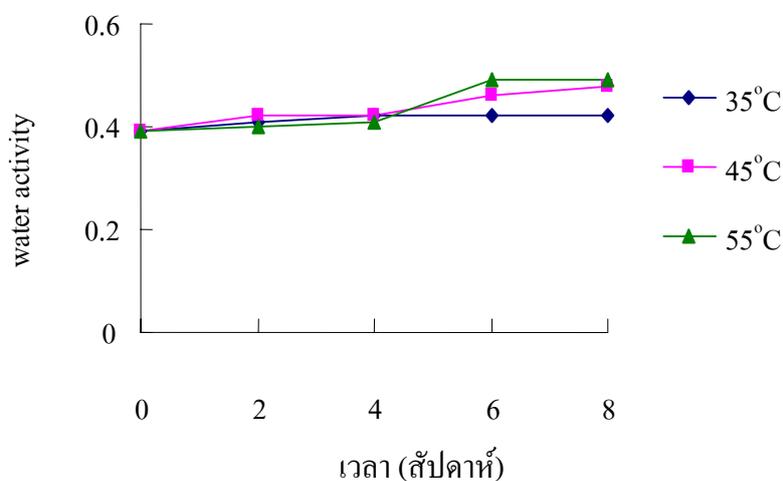


ภาพที่ 27 ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

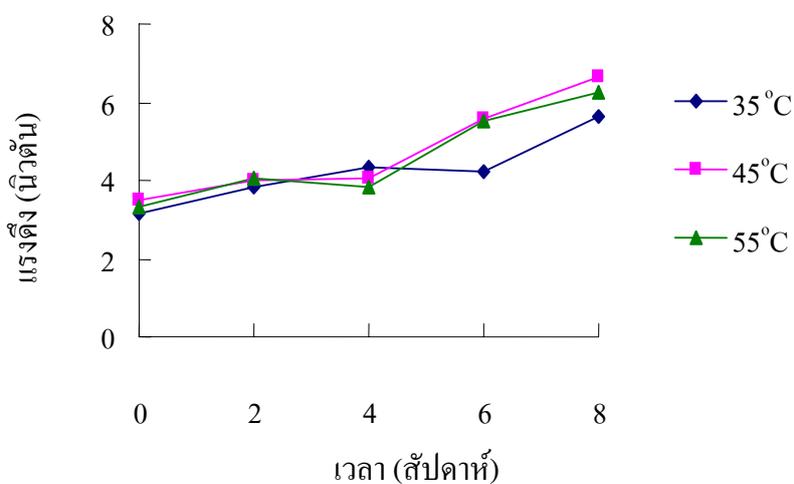
5. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

5.1 ค่าคุณภาพทางกายภาพ

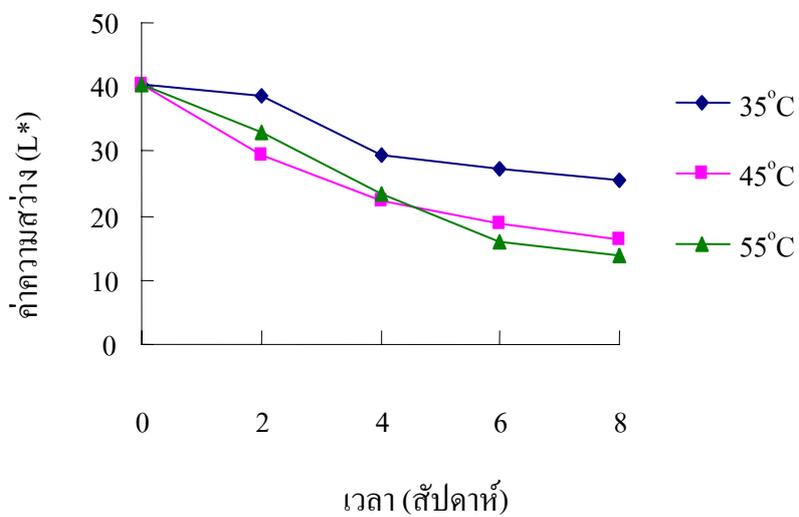
จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในซองออลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 3 สภาวะ คือ 35 ± 2 , 45 ± 2 และ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์



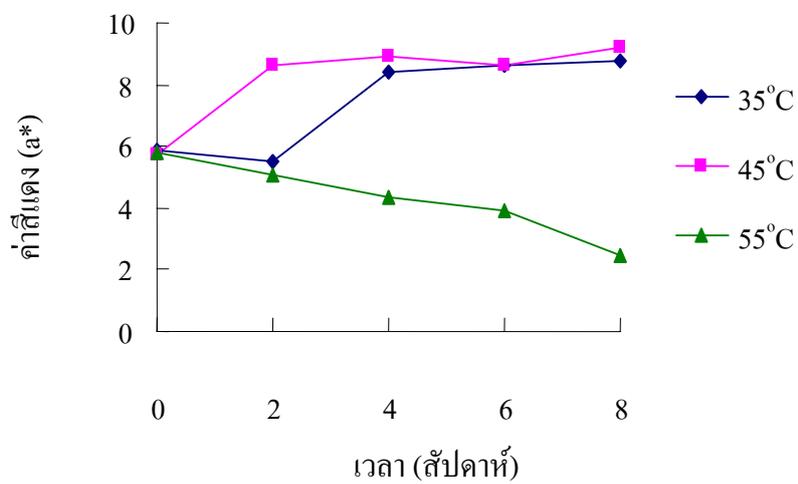
ภาพที่ 28 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



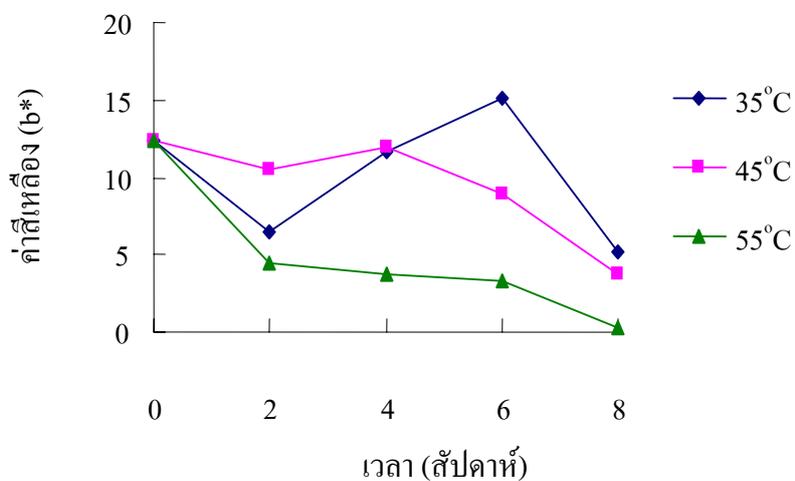
ภาพที่ 29 ค่าแรงดึง (นิวตัน) ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



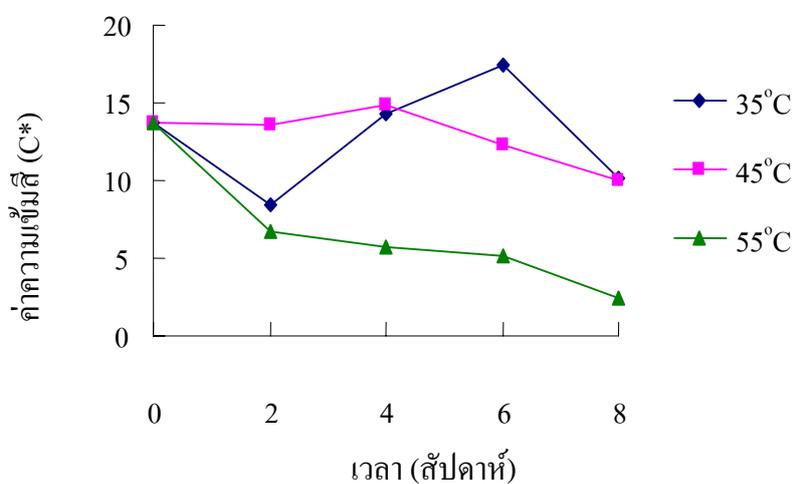
ภาพที่ 30 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



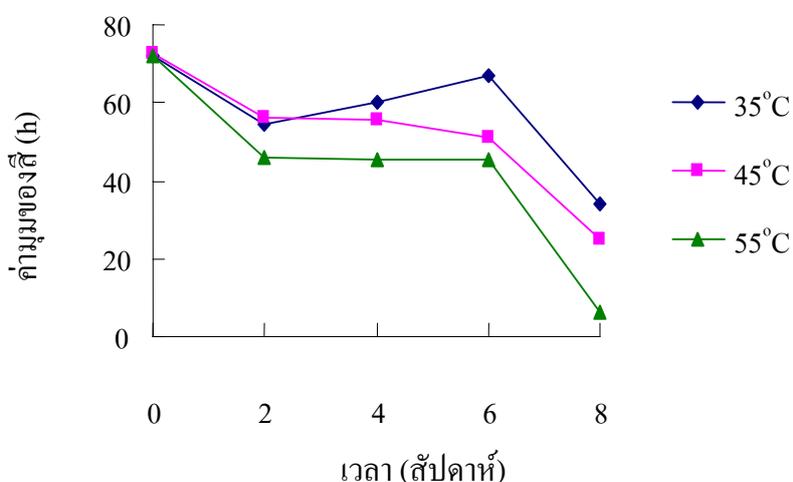
ภาพที่ 31 ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพที่ 32 ค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์บัวแวนผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



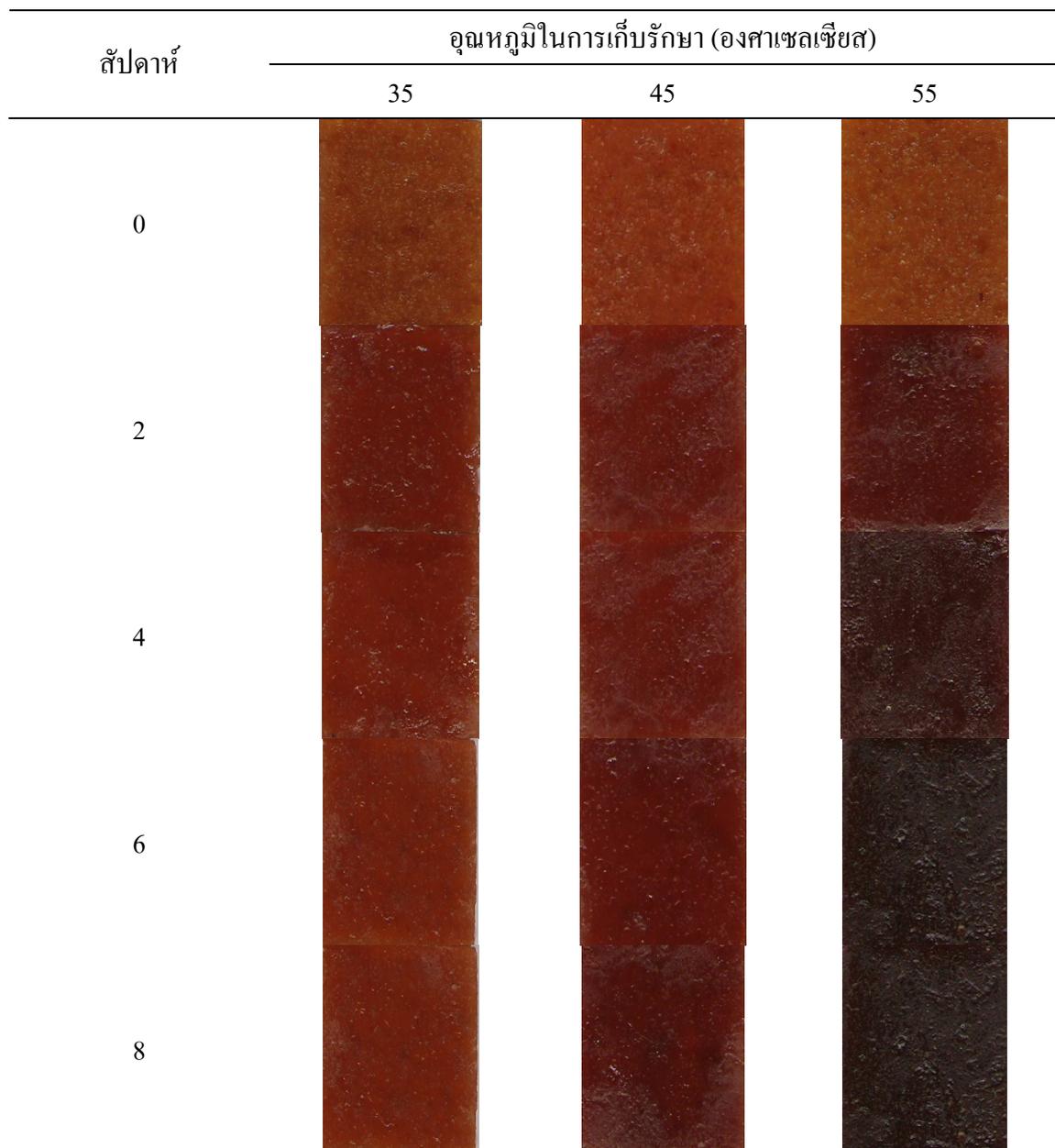
ภาพที่ 33 ค่าความเข้มสี (C*) ของผลิตภัณฑ์บัวแวนผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพที่ 34 ค่ามมของสี (h) ของผลิตภัณฑ์บว้ยแผ่นผสมฟรังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

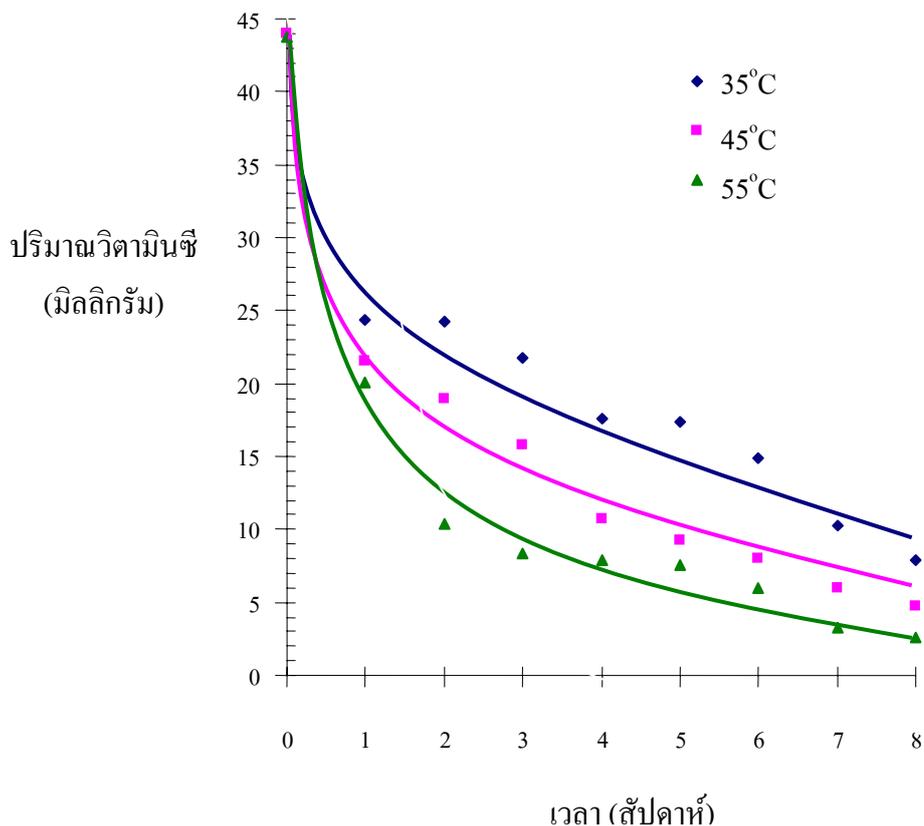
จากการตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บว้ยแผ่นผสมฟรังได้ผลดังภาพที่ 28 – 34 และภาพที่ 35 แสดงผลิตภัณฑ์บว้ยแผ่นผสมฟรังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 อุณหภูมิมีแนวโน้มคงที่ เมื่อเปรียบเทียบค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาการเก็บรักษากับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คุณลักษณะด้านแรงดึง พบว่า ค่าแรงดึงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 อุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าแรงดึงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเริ่มมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 8 ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสเริ่มมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 6 ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Irwandi *et al.* (1998) เก็บรักษาทุเรียนแผ่นที่บรรจุใน LDPE พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะสูญเสียความชื้นทำให้มีความแข็งเพิ่มขึ้น คุณลักษณะด้านความสว่าง พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลง ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเริ่มมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 3 ($p < 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสเริ่มมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 4 ($p < 0.05$) เป็นผลจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด โดยน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งทำปฏิกิริยากับหมู่เอมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนียทำให้เกิดสารสีน้ำตาล (นิธิยา, 2545) คุณลักษณะของค่าสี

แดง พบว่าค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียสมิแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเริ่มแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ตามลำดับ ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมิแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และเริ่มแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 6 คุณลักษณะของค่าสีเหลืองและค่าความเข้มของสี พบว่าค่าสีเหลืองและค่าความเข้มของสีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสมิแนวโน้มลดลงในช่วง 2 สัปดาห์แรก ต่อจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 หลังจากนั้นจะลดลงอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 8 ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียสมิแนวโน้มลดลง คุณลักษณะค่ามูมของสี พบว่า ค่ามูมของสีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 อุณหภูมิมีแนวโน้มลดลง และเริ่มแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นที่สัปดาห์ที่ 2 แสดงรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ค.1 ผุสดี (2547) เก็บรักษาผลไม้แผ่นผสมพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น และค่าสีเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เพ็ชรดา (2547) กล่าวว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษากลับแผ่นมากขึ้น พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านสีมากที่สุด โดยค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นและค่าสีเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) Che-man and Sin (1997) เก็บรักษาละมุดแผ่นในช่องพอลิพรอพิลีน ที่ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า เนื้อสัมผัสด้านความเหนียวลดลง ค่าความสว่างลดลง



ภาพที่ 35 ผลิตกัณฑ์บ้วยแผ่นผสมฟรังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

5.2 ประเมินค่าคุณภาพทางเคมี



ภาพที่ 36 ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

การตรวจคุณภาพทางเคมีโดยการศึกษ ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง จากภาพที่ 35 พบว่าปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรก และลดลงอย่างต่อเนื่องจนครบ 8 สัปดาห์ ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 4 สัปดาห์แรกและลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 สัปดาห์แรกและลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน และเมื่อครบ 8 สัปดาห์ พบว่า ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสมีปริมาณวิตามินซีเหลือมากที่สุด รองลงมาคืออุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงรายละเอียดดังภาคผนวก ก2 การลดลงของปริมาณวิตามินซีเกิดเนื่องมาจากวิตามินซีจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก หลังจากนั้นจะถูกไฮโดรไลซ์ต่อ

เป็นกรด 2,3-ไดคีโตกูโลนิก และเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดีไฮเดรชัน และพอลิเมอไรเซชันต่อเป็นสารที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร (นิธิยา, 2545)

การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาการเสื่อมเสียวิตามินซี โดยทำการวัดความเข้มข้นของวิตามินซีเทียบกับเวลาภายใต้ภาวะคงที่ คือ อุณหภูมิ ต่อจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของวิตามินซีเทียบกับเวลาในสมการอันดับต่างๆ และอันดับของสมการใดให้ R^2 สูงที่สุดจะใช้สมการอันดับนั้นในการอธิบายการเปลี่ยนแปลง ค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k ; reaction rate constant) คือความชันของกราฟที่ได้ (รุ่งนภา, 2540) ในการศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง เพื่อหาค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) และอันดับของปฏิกิริยา โดยการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส ทุกๆ 1 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในการวิเคราะห์จะนำข้อมูลที่ได้ตั้งตารางผนวกที่ ข.2 มาเขียนกราฟ แสดงดังภาพผนวกที่ ข1 - 3 พบว่า กราฟของปฏิกิริยาอันดับ 1 ที่ได้ มีค่า R^2 ของทั้ง 3 อุณหภูมิเท่ากับ 0.88, 0.96 และ 0.83 ตามลำดับ แสดงดังตารางผนวกที่ ค3 จึงสรุปได้ว่าอันดับปฏิกิริยาในการเสื่อมเสียวิตามินซีคือปฏิกิริยาอันดับ 1 นั่นคืออัตราการเสื่อมเสียวิตามินซีจะขึ้นกับความเข้มข้นของวิตามินซีที่มีอยู่

จากภาพที่ 35 พบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่พบอัตราการเสื่อมเสียวิตามินซีมากที่สุดคือ 55 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ 45 และ 35 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิต่อการเสื่อมเสียวิตามินซี ที่อุณหภูมิสูงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (รุ่งนภา, 2540) การศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยอาศัยสมการอาร์เรเนียส $k = A \exp(-E_a/RT)$ เมื่อ k = ค่าคงที่ของอัตราการเกิดปฏิกิริยา, A = ค่าคงที่อาร์เรเนียส, E_a = พลังงานกระตุ้น, R = ค่าคงที่ของแก๊ส 8.314 j /mole.K, T = อุณหภูมิ (K) พลังงานกระตุ้น (E_a) ในสมการบอกให้ทราบถึงอัตราของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ จากการสร้างกราฟระหว่าง $\log k$ เทียบกับส่วนกลับของอุณหภูมิจะได้กราฟเส้นตรง ค่าพลังงานกระตุ้น (E_a) หาได้จากความชันของกราฟหารด้วยค่าคงที่ของแก๊ส $E_a = 23.219 \text{ KJ mol}^{-1}$ แสดงดังภาพผนวกที่ ค4

Saliha Erenturk *et al.* (2004) ใช้สมการอันดับ 1 ในการอธิบายผลของการหั่นและทำแห้งต่อการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ผลกุหลาบป่า พบว่าค่า $E_a = 38600 + 100 \times$ ความชื้น

Hande Selen Burdurlu *et al.* (2005) ศึกษาการเสื่อมเสียวิตามินซีของน้ำผลไม้ตระกูลส้มเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน (28, 37 และ 45 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การเสื่อมเสียวิตามินซีสามารถอธิบายโดยสมการอันดับ 1 ค่า E_a ของน้ำส้ม มะนาว ส้มเกลี้ยง และส้มจินเข้มข้นเท่ากับ 25.16, 12.77, 18.37, 18.94 Kcal mol⁻¹ ตามลำดับ

ตารางที่ 20 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมเสียวิตามินซี

อุณหภูมิในการเก็บ	สมการอันดับ 1	R ²	อายุการเก็บ (สัปดาห์)
35 องศาเซลเซียส	$\ln (C_a/C_{a0}) = -0.2136 t$	0.88	39.40
45 องศาเซลเซียส	$\ln (C_a/C_{a0}) = -0.3066 t$	0.96	27.36
55 องศาเซลเซียส	$\ln (C_a/C_{a0}) = -0.3707 t$	0.83	22.62

การประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งโดยพิจารณาจากการเสื่อมเสียวิตามินซี จากตารางที่ 20 พบว่าอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 39.40 สัปดาห์หรือ 275 วัน อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 27.36 สัปดาห์หรือ 191 วัน และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 22.62 สัปดาห์หรือ 158 วัน

5.3 ประเมินค่าทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ดังตารางผนวกที่ ค5 พบว่า ที่ระยะเวลาเริ่มต้น 4 สัปดาห์ และที่ 8 สัปดาห์ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า 10 CFU/g สำหรับปริมาณยีสต์และรานน้อยกว่า 20 CFU/g ตลอดอายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ เป็นผลเนื่องมาจากค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำกว่า 0.7 – 0.8 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (นิธิยา, 2545)

5.4 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีให้คะแนนความเข้มข้น คุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 3 อุณหภูมิ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่ง และความเหนียว แบบทดสอบแสดงดังภาคผนวก จ. ทำการตรวจสอบทุก 2 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 21 พบว่าคุณภาพด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพด้านสี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$) คะแนนความเข้มข้นเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คุณลักษณะด้านกลิ่นรสบ๊วย และกลิ่นรสฝรั่ง มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย โดยจะพบความแตกต่างกันทางสถิติกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) ของคุณภาพด้านสี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่งในสัปดาห์ที่ 4 และจะพบว่าผู้ทดสอบยังยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่เมื่อเก็บเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีระดับการยอมรับอยู่ในช่วง 6.42 – 7.57 โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้นทำให้การยอมรับของผลิตภัณฑ์ลดลงเนื่องจาก สีเข้มขึ้น กลิ่นรสบ๊วย และกลิ่นรสฝรั่งลดลง

คุณภาพด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพด้านสี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$) คะแนนความเข้มข้นเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คุณลักษณะด้านกลิ่นรสบ๊วย และกลิ่นรสฝรั่ง มีแนวโน้มลดลง โดยจะพบความแตกต่างกันทางสถิติกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) ของคุณภาพด้านสี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่งในสัปดาห์ที่ 2 และจะพบว่าผู้ทดสอบยังยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่เมื่อเก็บเป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้นทำให้สีผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น กลิ่นรสบ๊วยลดลง กลิ่นรสฝรั่งลดลง และน้ำในผลิตภัณฑ์ออกมากอยู่ที่ผิวหน้า ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำเยิ้มที่ผิวหน้า ระดับการยอมรับจึงมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น คือมีระดับการยอมรับอยู่ในช่วง 6.57 – 7.27 โดยในสัปดาห์ที่ 6 จะพบว่าระดับการยอมรับมีค่า 5.14 ซึ่งอยู่ในช่วงไม่ยอมรับ (3-5 คะแนน) จึงกล่าวได้ว่าที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส สามารถเก็บผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ได้น้อยกว่า 6 สัปดาห์

คุณภาพด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพด้านสี กลิ่นรสบ๊วย กลิ่นรสฝรั่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq 0.05$) คะแนนความเข้มข้นเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คุณลักษณะด้าน

กลี้นรสบ๊วย และกลี้นรสฝรั่ง มีแนวโน้มลดลง โดยจะพบความแตกต่างกันทางสถิติกับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) ของคุณภาพด้านสี กลี้นรสบ๊วย กลี้นรสฝรั่งในสัปดาห์ที่ 2 และจะพบว่าผู้ทดสอบยังยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่เมื่อเก็บเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บมากขึ้นทำให้สีผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น กลี้นรสบ๊วยลดลง กลี้นรสฝรั่งลดลง น้ำในผลิตภัณฑ์ออกมาอยู่ที่ผิวหน้า ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำเยิ้มที่ผิวหน้า และมีกลิ่นแปลกปลอม คือ มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ ระดับการยอมรับจึงมีแนวโน้มลดลง เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 4 จะพบว่าระดับการยอมรับมีค่า 3.86 ซึ่งอยู่ในช่วงไม่ยอมรับ (3 - 5 คะแนน) จึงกล่าวได้ว่าที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสสามารถเก็บผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งได้น้อยกว่า 4 สัปดาห์

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่าผู้ทดสอบยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสจึงมีอายุการเก็บไม่ต่ำกว่า 8 สัปดาห์ จากการทำนายอายุการเก็บด้วยวิธี Q_{10} พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 35 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 9 สัปดาห์ แสดงวิธีการคำนวณดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T_1 \text{ (45 องศาเซลเซียส)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T_1 + 10 \text{ องศาเซลเซียส (55 องศาเซลเซียส)}}$$

$$Q_{10} = \frac{6 \text{ สัปดาห์}}{4 \text{ สัปดาห์}} = 1.5$$

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T_1 \text{ (35 องศาเซลเซียส)}}{\text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T_2 \text{ (45 องศาเซลเซียส)}}$$

$$\text{เมื่อ } \Delta = \text{ผลต่างของ } T_1 \text{ และ } T_2 = 10 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ดังนั้นอายุการเก็บรักษาที่ 35 องศาเซลเซียส

$$= 6 \times 1.5^{(10/10)}$$

$$= 9 \text{ สัปดาห์ หรือ } 63 \text{ วัน}$$

ตารางที่ 21 คะแนนความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

คุณลักษณะ	ผลิตภัณฑ์ เริ่มต้น	อุณหภูมิในการเก็บรักษา											
		35 องศาเซลเซียส				45 องศาเซลเซียส				55 องศาเซลเซียส			
		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์
สี	8.71	9.33	10.8*	11.06*	11.91*	10.32*	11.46*	12.56*	ไม่ ยอมรับ	12.17*	13.10*	ไม่ ยอมรับ	ไม่ ยอมรับ
กลิ่นรสบิว	8.37	7.62	6.82*	6.18*	5.32*	9.06	6.03*	3.46*	ไม่ ยอมรับ	6.98*	3.21*	ไม่ ยอมรับ	ไม่ ยอมรับ
กลิ่นรสฝรั่ง	6.99	6.44	5.93*	4.79*	4.10*	5.51*	4.41*	3.56*	ไม่ ยอมรับ	4.84*	4.09*	ไม่ ยอมรับ	ไม่ ยอมรับ
ความเหนียว	7.27	7.70	7.74	7.82	7.87	6.21	6.83	7.43	ไม่ ยอมรับ	6.30	6.10	ไม่ ยอมรับ	ไม่ ยอมรับ
การยอมรับ	8.14	7.57	7.29	6.71	6.42	7.29	6.57	5.14	ไม่ ยอมรับ	6.85	3.86	ไม่ ยอมรับ	ไม่ ยอมรับ

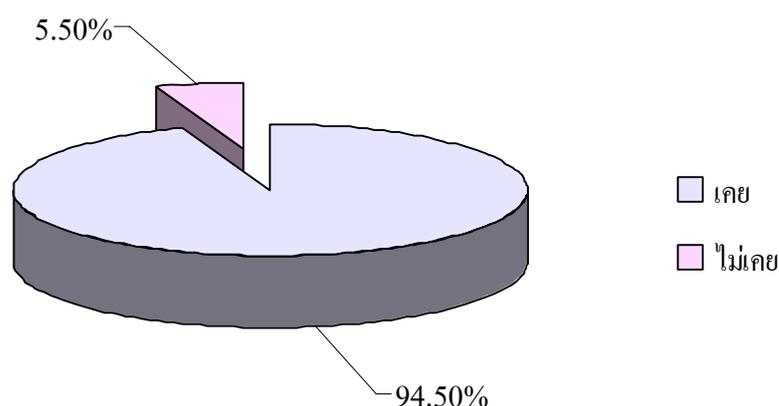
หมายเหตุ *หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0)

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

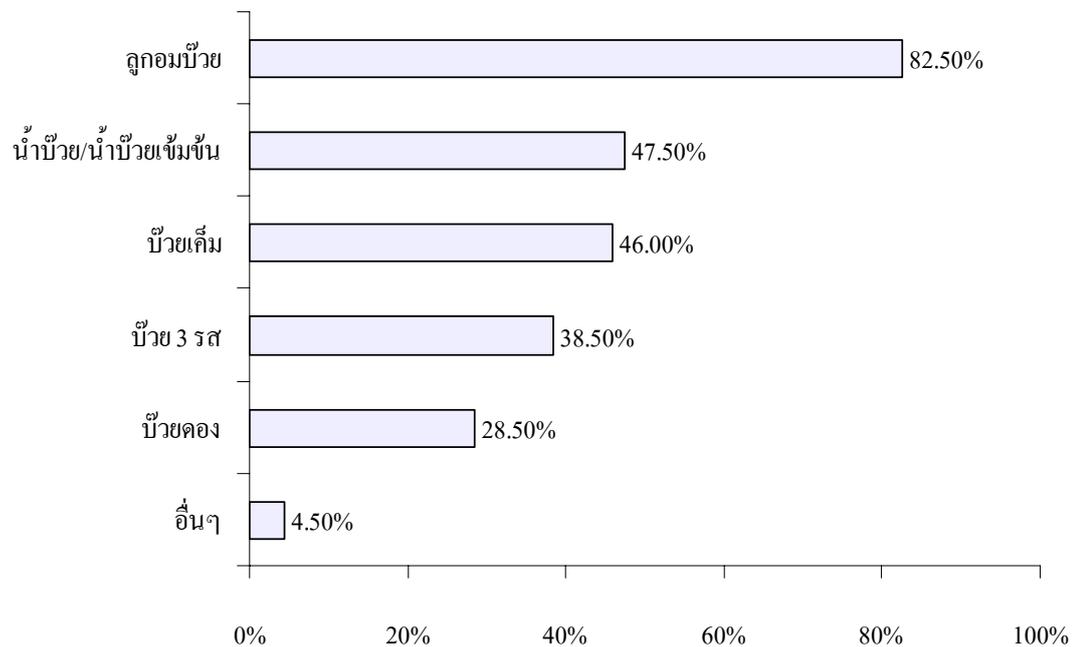
6.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน โดยใช้แบบสอบถาม (ตารางภาคผนวก จ.) ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเป็นชายร้อยละ 31.0 หญิงร้อยละ 69.0 อายุอยู่ในช่วง 21 – 30 ปี มากที่สุดร้อยละ 49.5 รองลงมาคือ ไม่เกิน 20 ปีร้อยละ 20.5 มากกว่า 40 ปีร้อยละ 17.0 และ 31 – 40 ปีร้อยละ 13.0 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุดร้อยละ 38.5 รองลงมาคือ มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่าร้อยละ 30.5 สูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 20.5 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ร้อยละ 5.5 และต่ำกว่ามัธยมศึกษาร้อยละ 5.0 รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001 – 10,000 บาทมากที่สุด ร้อยละ 38.0 รองลงมาคือรายได้ไม่เกิน 5,000 บาทร้อยละ 31.0 รายได้สูงกว่า 20,001 บาทร้อยละ 18.0 รายได้ช่วง 10,001 – 15,000 บาทร้อยละ 9.5 และ 15,001 – 20,000 บาทร้อยละ 3.5 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษามากที่สุดร้อยละ 56.5 รองลงมาคือข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจร้อยละ 18.5 บริษัทเอกชนร้อยละ 6.5 ธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 6.5 แม่บ้านร้อยละ 2.5 แสดงรายละเอียดดังตาราง ผนวกที่ 1

6.2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

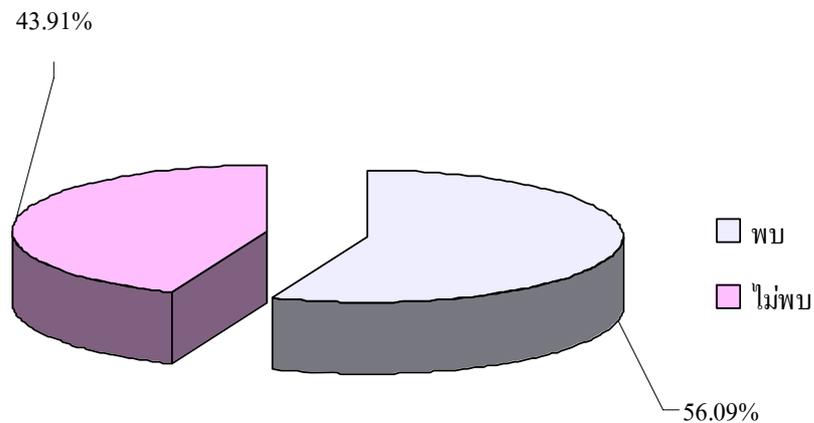


ภาพที่ 37 ร้อยละของจำนวนคำตอบเคยและไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัว

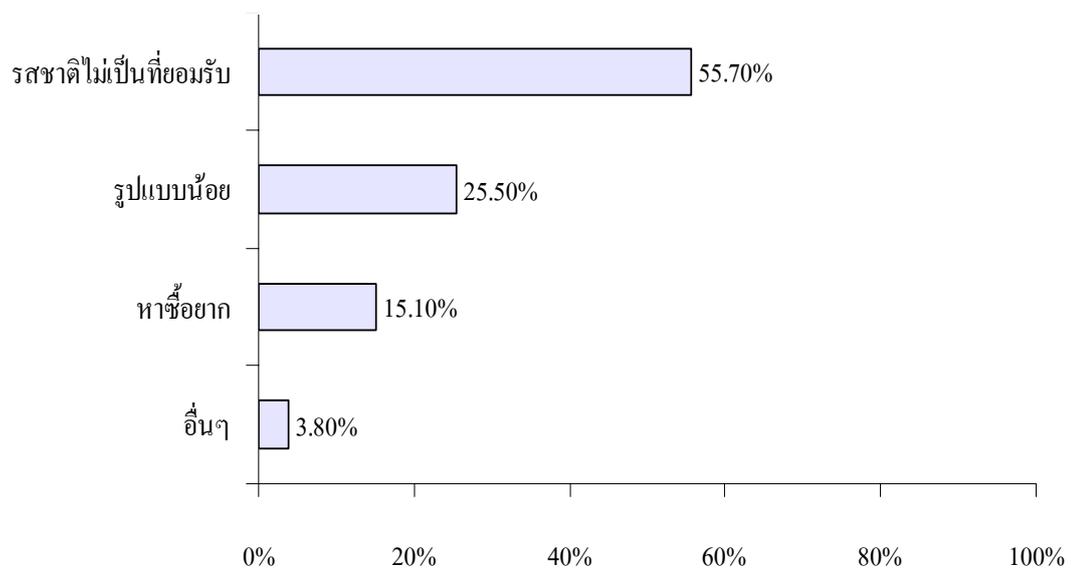


ภาพที่ 38 ร้อยละของจำนวนคำตอบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวชนิดต่างๆ

จากภาพที่ 37 และภาพที่ 38 ในด้านพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม ต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัว พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 94.50 เคยบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัว และร้อยละ 5.50 ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัว ทำให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทาน ส่วนผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวที่เคยรับประทานคือลูกอมบัวร้อยละ 82.50 น้ำบัว/น้ำบัวเข้มข้นร้อยละ 47.50 บัวเค็มร้อยละ 46.0 บัว 3 รสร้อยละ 38.50 บัวคองร้อยละ 28.50 และอื่นๆ ได้แก่ บัวเชื่อม บัวผง แยมบัว เป็นต้น แสดงรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 2



ภาพที่ 39 ร้อยละของจำนวนคำตอบพบและไม่พบปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว



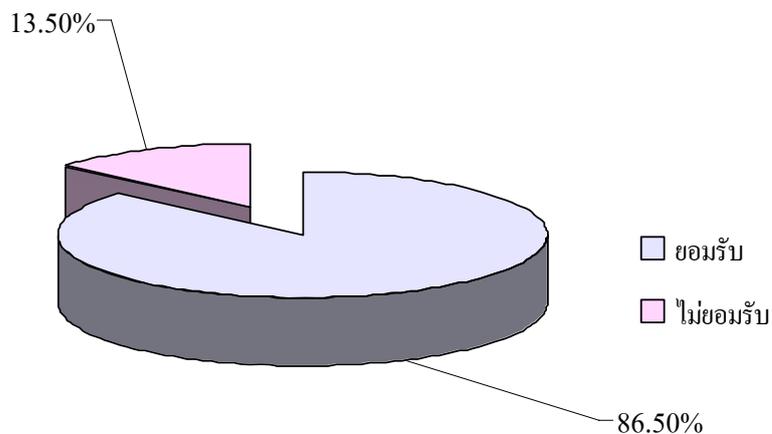
ภาพที่ 40 ร้อยละของจำนวนคำตอบของปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว

จากภาพที่ 39 และภาพที่ 40 ในด้านปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวร้อยละ 56.09 พบปัญหาในการบริโภค และร้อยละ 43.91 ไม่พบปัญหา ปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวส่วนใหญ่ พบคือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวมีรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับร้อยละ 55.70 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวส่วนใหญ่มีรสชาติที่เข้มข้นมากเกินไป มีรสเค็มและ

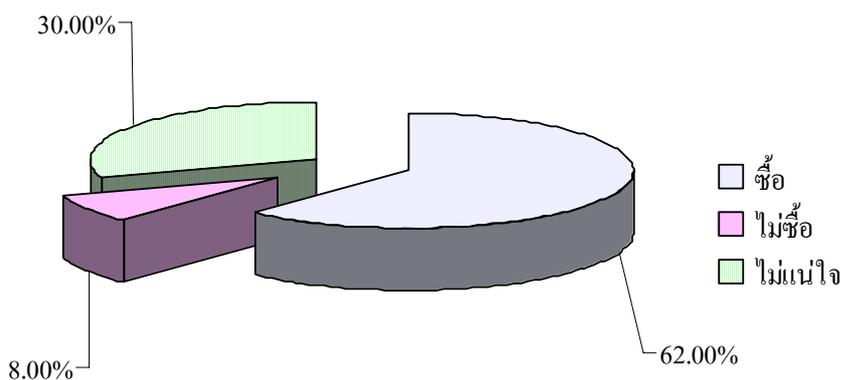
หวานจัด ปัญหาที่พบรองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวมีรูปแบบน้อยร้อยละ 25.50 หาซื้อยาก ร้อยละ 15.10 และอื่นๆ ได้แก่ บัวมีเมล็ดรับประทานยากแสดงรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ๓2

จากการทดสอบผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง ด้วยวิธีการให้คะแนน ความชอบ 9 ระดับ (9 Point hedonic scale) พบว่า ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสี เท่ากับ 6.50 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง รสชาติ 7.06 อยู่ในระดับชอบปานกลาง ความเหนียว 6.43 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และความชอบรวม 7.02 อยู่ในระดับชอบปานกลาง แสดงดังตารางผนวกที่ ๓3

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ เพศกับความชอบของ ผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง และรายได้กับการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง พบว่า เพศมีความสัมพันธ์กับความชอบของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่เพศหญิงมีความสัมพันธ์กับความชอบมากกว่าเพศชาย รายได้มีความสัมพันธ์กับการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้มีรายได้เฉลี่ยน้อยกว่า 10,000 บาท มีความสัมพันธ์กับการตั้งราคา 11-15 บาทต่อแพ็ค ส่วนผู้มีรายได้มากกว่า 10,000 บาท ความสัมพันธ์กับการตั้งราคาที่สูงกว่า 15 บาทต่อแพ็ค

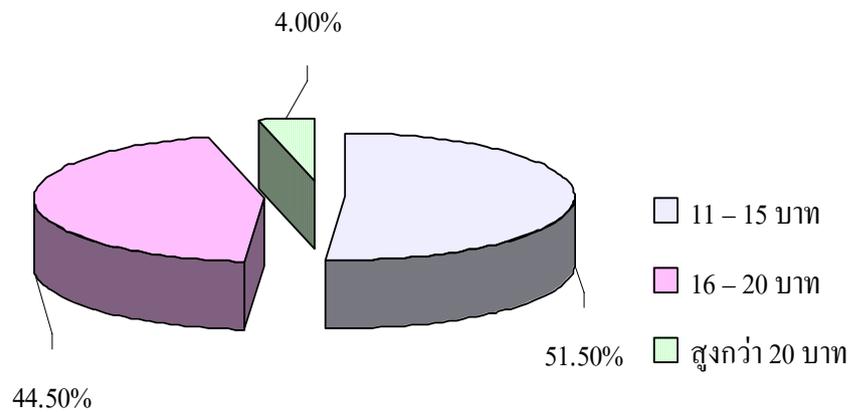


ภาพที่ 41 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง



ภาพที่ 42 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง

จากการทดสอบผู้บริโภคต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง ดังภาพที่ 41 และภาพที่ 42 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 86.50 ยอมรับผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 13.50 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 62.00 ซื้อผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งเมื่อออกจำหน่าย ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 30.00 ไม่แน่ใจว่าจะซื้อหรือไม่ และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 8.00 ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งแสดงดังตารางผนวกที่ 4



ภาพที่ 43 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านราคาผลิตภัณฑ์บ้ายแผ่นผสมฝรัง 5 ซองต่อแพ็ค

จากภาพที่ 43 การทดสอบผู้บริโภคต่อการตั้งราคาผลิตภัณฑ์บ้ายแผ่นผสมฝรังบรรจุ 5 ซองต่อแพ็ค พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 51.50 ต้องการให้ผลิตภัณฑ์บ้ายแผ่นผสมฝรังบรรจุ 5 ซองต่อแพ็ค มีราคาอยู่ในระหว่าง 11 - 15 บาท ร้อยละ 44.50 ต้องการให้มีราคาอยู่ในระหว่าง 16 - 20 บาท และร้อยละ 4.00 ต้องการให้มีราคาสูงกว่า 20 บาทแสดงดังตารางผนวกที่ ง4

สรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมผลไม้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตร่วมกับทำการคัดเลือกชนิดของผลไม้ที่เหมาะสมต่อการผลิต เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ การคัดเลือกพันธุ์และความแก่อ่อนที่เหมาะสมของผลไม้ที่ใช้ในการพัฒนาบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมการ วัดค่าคุณภาพของบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ และการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อบ๊วยแผ่นผสมผลไม้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตร่วมกับทำการคัดเลือกชนิดของผลไม้ที่เหมาะสมต่อการผลิตโดยผลไม้ที่ใช้ในการผสมมี 4 ชนิด คือ สับปะรดพันธุ์ศรีราชา มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ส้มเขียวหวาน และฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง พบว่า ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองมีความเหมาะสมต่อการผลิตบ๊วยแผ่นผสมผลไม้มากที่สุด
2. จากการคัดเลือกพันธุ์และความแก่อ่อนของฝรั่งที่เหมาะสมต่อการผลิตบ๊วยแผ่น จำนวน 3 พันธุ์ คือ แป้นสีทอง ไร้เมล็ด และไส้แดง และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วง คือ แก่จัด, สุก และสุกจัด วิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping) รูปแผนภาพเพื่ออธิบายความชอบผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่า ฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์ไร้เมล็ดระยะสุกมีความสัมพันธ์กับความชอบรวมมากที่สุด เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านราคา และผลได้ (Yields) พบว่า ฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดระยะสุกมีความเหมาะสมในการพัฒนาต่อไป
3. จากการพัฒนาสูตรด้วย Mixture design และศึกษาปริมาณแพคตินที่เหมาะสม พบว่า ส่วนผสมของบ๊วยร้อยละ 13.33 ฝรั่งร้อยละ 26.67 น้ำตาลร้อยละ 26.67 แพคตินร้อยละ 0.75 และน้ำร้อยละ 32.58 มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่าคะแนนเฉลี่ยในคุณลักษณะอื่นๆ สูงมากกว่า 6 คะแนนประกอบกับเป็นสูตรที่ใช้ปริมาณบ๊วยมาก และปริมาณฝรั่งน้อย การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นและค่า a_w ในระหว่างการอบแห้ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดระยะเวลาในการอบแห้ง พบว่า ค่า a_w ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 0.40 คือระยะเวลาในการอบ 18 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

4. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง พบว่าค่าสี $L^* a^* b^* C^* h$ เท่ากับ 40.36, 5.84, 12.36, 13.67 และ 71.90 แรงค์ติงเท่ากับ 3.20 นิวตัน ค่า a_w เท่ากับ 0.41 ในผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น 100 กรัมประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 69.02 กรัม ความชื้น 16.85 กรัม เส้นใยหยาบ 7.93 กรัม เถ้า 3.46 กรัม โปรตีน 2.65 กรัม ไขมัน 0.09 กรัม ปริมาณกรดแอสคอร์บิก 45.15 มิลลิกรัม และจากการประเมินค่าทางจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราพบว่าน้อยกว่า 10 CFU/g ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง 1 ชั้นมี ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 10 กรัม และมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 0.87 บาทต่อ 1 ชั้น

5. การประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง โดยพิจารณาจากการเสื่อมเสียวิตามินซี พบว่าอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ 39.40, 27.36 และ 22.62 สัปดาห์ตามลำดับ การประเมินอายุการเก็บโดยพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 9 สัปดาห์ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสสามารถเก็บรักษาได้ 4 สัปดาห์ และจากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในระหว่าง 8 สัปดาห์ พบว่าอยู่ระดับที่ปลอดภัย

6. จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง พบว่า ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในคุณลักษณะด้านสีเท่ากับ 6.50 รสชาติ 7.06 ความเหนียว 6.43 และความชอบรวม 7.02 ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 86.50 ยอมรับผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 62.00 จะซื้อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งเมื่อออกจำหน่าย และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 51.50 ต้องการให้ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งบรรจุ 5 ซองต่อแพ็ค มีราคาอยู่ในช่วง 11 - 15 บาท

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. **ผลไม้ คุณค่านานาเพื่อสุขภาพ**. ต้นธรรม, กรุงเทพฯ
- กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2540. **คู่มือการปลูกไม้ผลเขตหนาว ที่สำคัญ 5 ชนิด บ๊วย ท้อ พลับ สาลี่ พลับ**. สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- โกสิต ทองดำสิง และ อนุวัตร แจ่มชัด. 2544. การพัฒนาผลไม้แผ่นผสมจากกล้วย. ใน **เอกสารประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 4**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 47-54
- จิระพรรณ กุลคิดก, อุดม เกิดไพบูลย์, ไชแสง รักวานิช, วรรณัท กิตติอัมพานนท์, สมชาย เทพทานา และ สันติภาพ จินดาแสง. 2525. รายงานการวิจัยเรื่องอุตสาหกรรมและการพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น: กรณี อุตสาหกรรมผัก และผลไม้บรรจุกระป๋อง. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- จิระพา เพ็งจันทร์. 2540. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ Fruit Leather จากขนุนแผ่น**. ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ชมดาว สิกขะมณฑล. 2540. **การพัฒนาลูกก๊วยตาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ชมรมเทคโนโลยีทางอาหารและชีวภาพ. 2548. วิตามินซีในอุตสาหกรรมอาหาร. **เกร็ดความรู้**. แหล่งที่มา : http://www.sc.chula.ac.th/clubs/FoodClub/page_124.htm, 29 สิงหาคม 2548
- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2546. วิตามินซี: เพื่อนซี้ของชีวิต. **อาหาร**. 33(4): 235-237
- ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2546. ผลไม้คลายร้อน ตอนที่ 1. **KU-eMagazine**. แหล่งที่มา : <http://www.ku.ac.th/e-magazine/march46>, 29 สิงหาคม 2548
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. **ไม้ผลเขตหนาว**. ไร่เขียว, กรุงเทพฯ

นิรนาม. 2526. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 2. อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพฯ

นิรนาม. 2539. ผลไม้เมืองหนาว. ผลผลิตของมูลนิธิโครงการหลวง. แหล่งที่มา : <http://kanchanapisek.or.th/kp12/product/fruit/fruit-detail.htm>, 29 สิงหาคม 2548

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2546. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งทำขนมและ การนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุดดี บุรณะอำนาจ. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

พรศักดิ์ ประสิทธิ์แพทย์. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เพ็ชรดา แซ่โง้ว. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์; กรุงเทพฯ

มันทนา ร่มรักษย์. 2543. การแปรรูปผัก - ผลไม้แช่แข็งและอบแห้งปรุงรส. สถาบันคั้นคว่ำและ พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2540. การประเมินอายุการเก็บของอาหาร. เอกสารคำสอน, ภาควิชา พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

- วิไลศนา โพธิ์ศรี. 2546. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Test) และการสร้างผังความชอบของผู้บริโภค (Preference Mapping) : การวัดทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารในเชิงปริมาณ. *อาหาร*. 33(4): 248-255
- วีรชัย มาศนมาดล. 2542. อาหารก็เป็นยาได้ผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 10. นานมีบุ๊คส์, กรุงเทพฯ
- วุฒิจิตร ศรีพาเพลิน. 2543. การปลูกไม้ผลไม่ยืนต้นบนที่สูง. ฝ่ายส่งเสริมการเกษตรที่สูง กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ
- ศิริลักษณ์ ปิยพรไพบูลย์. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ศิริลักษณ์ สิ้นขวาลย์. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สายชล เกตุษา. 2528. ศรีวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2540. เอกสารวิชาการ 19 เรื่อง **ปลับและบัว**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- อนุวัตร แจ่มชัด, ปณิตดา ตุงสวัสดิ์, อรุณศิริ ธารชกรกุล, สุดนารี เหลืองวิลัย และกมลวรรณ แจ่มชัด. 2549. การพัฒนาบัวแผ่นจากบัวแดง. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44**, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาบริหารธุรกิจ. กรุงเทพฯ. 514-524
- อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- Anonymous. 2001. **Appropriate Technology**. Hemel Hempstead. 4(28) : 37-39.

- 2005. Apricot - *Prunus armeniaca*. **Fruit crops encyclopedia**. Available Source: <http://www.uga.edu/fruit/apricot.htm>, August 27, 2005
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg. Md.
- Ashaye, Babalola, Babalola, Aina and Fasoyiro. 2005. Chemical and Organoleptic Characterization of Pawpaw and Guava Leathers. **World Journal of Agricultural Sciences** 1(1): 50-51, 2005
- B. Cherian, and S. Cheriyan, 2003. Acceptability Study on Blended Papaya Leather. **J. Food Sci and Tech.** 40(3): 293-295
- C. Raab, and N. Oehler. 2001. **Making Dried Fruit Leather**. Oregon State University. Extension service. Available Source: <http://eesc.orst.edu/agcomwebfile/edmat/html/fs232/fs232.html>, November 28, 2003
- Cheman and Ku. K. Sin. 1997. Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral part of jack fruit. **J. Sci Food and Agri** 75(1): 102-108
- Davis Gelatine Company. 1970. **The Use of Gelatin in Confectionery**. Bridge Printery Pty. Ltd., Sydney, Australia.
- H. Singh Gujral and Singh Brar, S 2003. Effect of Hydrocolloids on the Dehydration Kinetics, Color and Texture of Mango Leather. **International journal of food Properties** 6(2): 269-279
- Hande Selen Burdurlu, Nuray Koca and Feryal Karadeniz. 2006. Degradation of Vitamin C in Citrus Juice Concentrates During Storage. **J. Food Eng** 74(2): 211-216

- Kanehisa Laboratories . 1995. COMPOUND: C01935. **Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes**. Available Source: <http://www.genome.ad.jp/kegg/kegg2.html>, July 2, 2006
- L. Geel, M. Kinnear and H.L. de Kock. 2004. Relating Consumer Preference to Sensory Attributes of Instant Coffee. **Food Quality and Preference**. 16(3):237-244
- M. N. Abdul Karim, Y. Cheman and Ir. Taufik. 1990. Devalopment of ciku leather – a new snack food. **Rearch News, Universiti-Pertanian Malaysia** 4(1): 1-7
- Marsh, K.S. in M. Baker and D. Eckroth (eds.). 1986. Shelf life. **The Wiely Encyclopedia of Packaging Technology**. John Wiley & Sons, Inc., New York. pp. 578 – 582
- Martin Chaplin. 2006. Pectin. **Water structure and behavior**. London South Bank University. Available Source: <http://www.lsbu.ac.uk/water/index2.html>, September 26, 2006
- 2006. Guar Gum. **Water structure and behavior**. London South Bank University. Available Source: <http://www.lsbu.ac.uk/water/index2.html>, September 26, 2006
- Nicola J. Richardson Harman, Robb Stevens, Shane Walker, Joanna Gamble, Melissa Miller, Marie Wong and Anne McPherson. 2000. Mapping Consumer Perceptions of Creaminess and Liking for Liquid Dairy Product. **Food Quality and Preference** 11(3): 239-246
- QC. Quast and M. Karel. 1973. Simulating Shelf life. **Modern Packaging** 46(3): 50

- Saliha Erenturk, M. Sahin Gulaboglu and Selahattin Gultekin. 2005. The Effects of Cutting and Drying Medium on the Vitamin C Content of Rosehip During Drying. **J. Food Eng** 68(4): 513-518
- T.P. Labuza, 1982. **Shelf Life Dating of Food**. Food & Nutrition. Press, Inc., Westport, Connecticut.
- Vijayanand, Yadav, Balasubramanyam and Narasimham. 2000. Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. **Lebensm. Wiss. u. Technol**, 33 (2):132-137
- W. Ratphitagsanti, F. Hsieh, and H. E. Huff. 2004. **Physical properties of strawberry leather**. 2004 IFT Annual Meeting, July 12-16 - Las Vegas, NV. Available Source: http://ift.confex.com/ift/2004/techprogram/paper_25645.htm, September 26, 2006
- Xuguang Huang and Fu-hung Hsieh. 2005. Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. **J. Food Sci** 70(3): 177-186
- Y.B. CheMan and Taufik. 1995. Development and Stability of Jack Fruit Leather. **Tropical Sci**. 35(3): 245-250

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

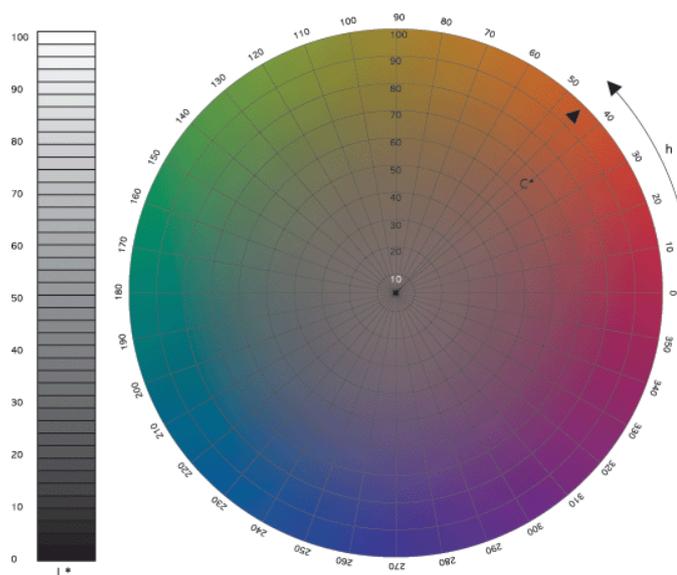
การวิเคราะห์คุณภาพ

การวิเคราะห์ค่ากายภาพ

1. การวัดค่าสี

ระบบสี CIE L* C* h ถูกพัฒนาขึ้นจากการแปลงค่าสีในระบบ ระบบสี CIE L* a* b* ให้เป็นค่าความเข้มของสี (Chroma, C*) และค่ามุมของสี (Hue angle, h) ซึ่งเป็นค่าที่รับรู้โดยทั่วไป สมการสำหรับคำนวณค่า C* h คือ

$$\begin{aligned} \text{ค่าความเข้มของสี} \quad C^* &= \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \\ \text{ค่ามุมของสี (องศา)} \quad h &= \arctan \frac{b^*}{a^*} \end{aligned}$$



ภาพผนวกที่ ก1 ค่าความสว่าง (L*) และค่ามุมของสี (Hue angle)

2. การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (LLOYD TA500)

การวัดค่าแรงกดมีการตั้งค่าดังนี้

1. Load cell ขนาด 500 นิวตัน
2. หัววัดแบบเจาะทะลุทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร
3. ตัดขนาดผลไม้กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตรหนา 1 เซนติเมตร
4. อัตราเร็วของหัวทดสอบ 3 มิลลิเมตรต่อนาที
5. ระยะทางในการกดร้อยละ 50

การวัดค่าแรงดึงมีการตั้งค่าดังนี้

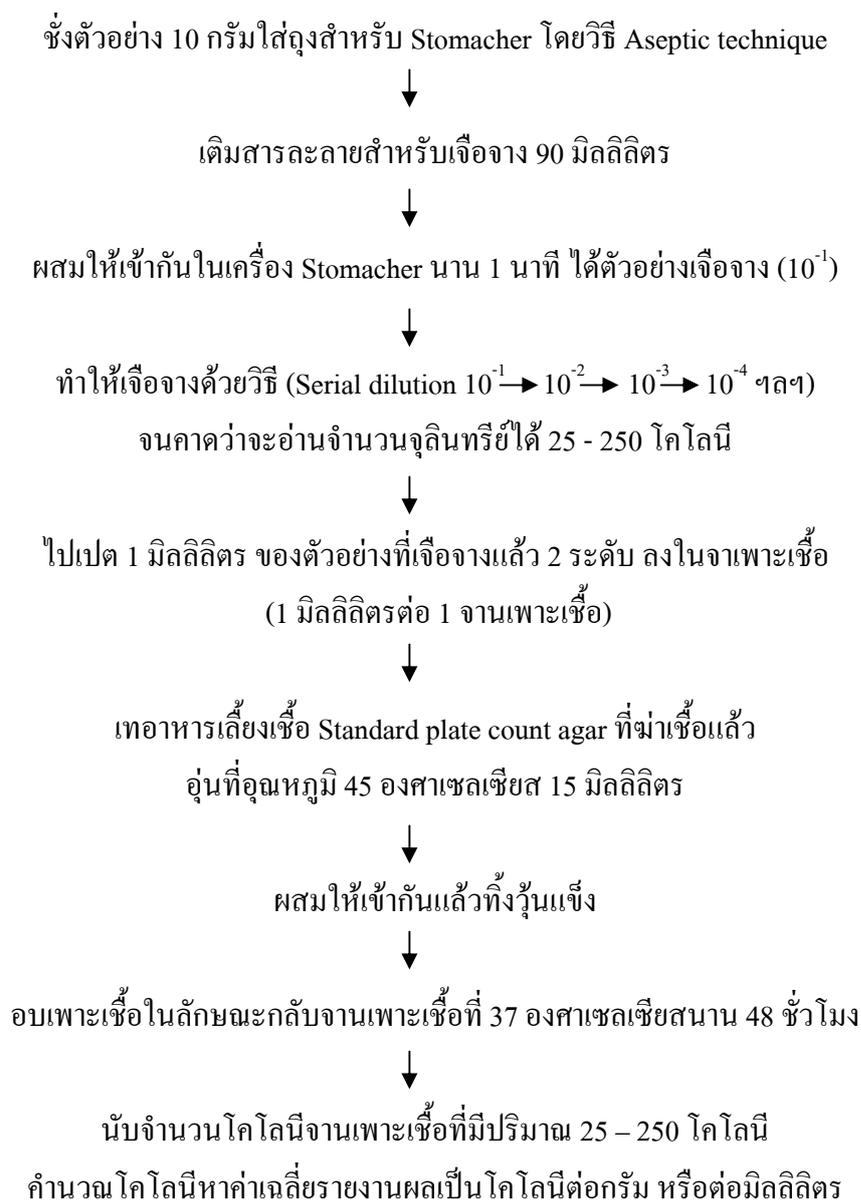
1. Load cell ขนาด 500 นิวตัน
2. หัววัดชนิดหัวหนีบชนิด TG33
3. ตัดตัวอย่างเป็นรูปคัมเบลมีความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ในส่วนตรงกลางของตัวอย่างให้มีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร
4. อัตราเร็วของหัวทดสอบ 3 มิลลิเมตรต่อนาที
5. ระยะทางในการดึงร้อยละ 60 ของความยาวตัวอย่าง



ภาพผนวกที่ ก2 การวางตัวอย่างสำหรับวัดค่าแรงดึง

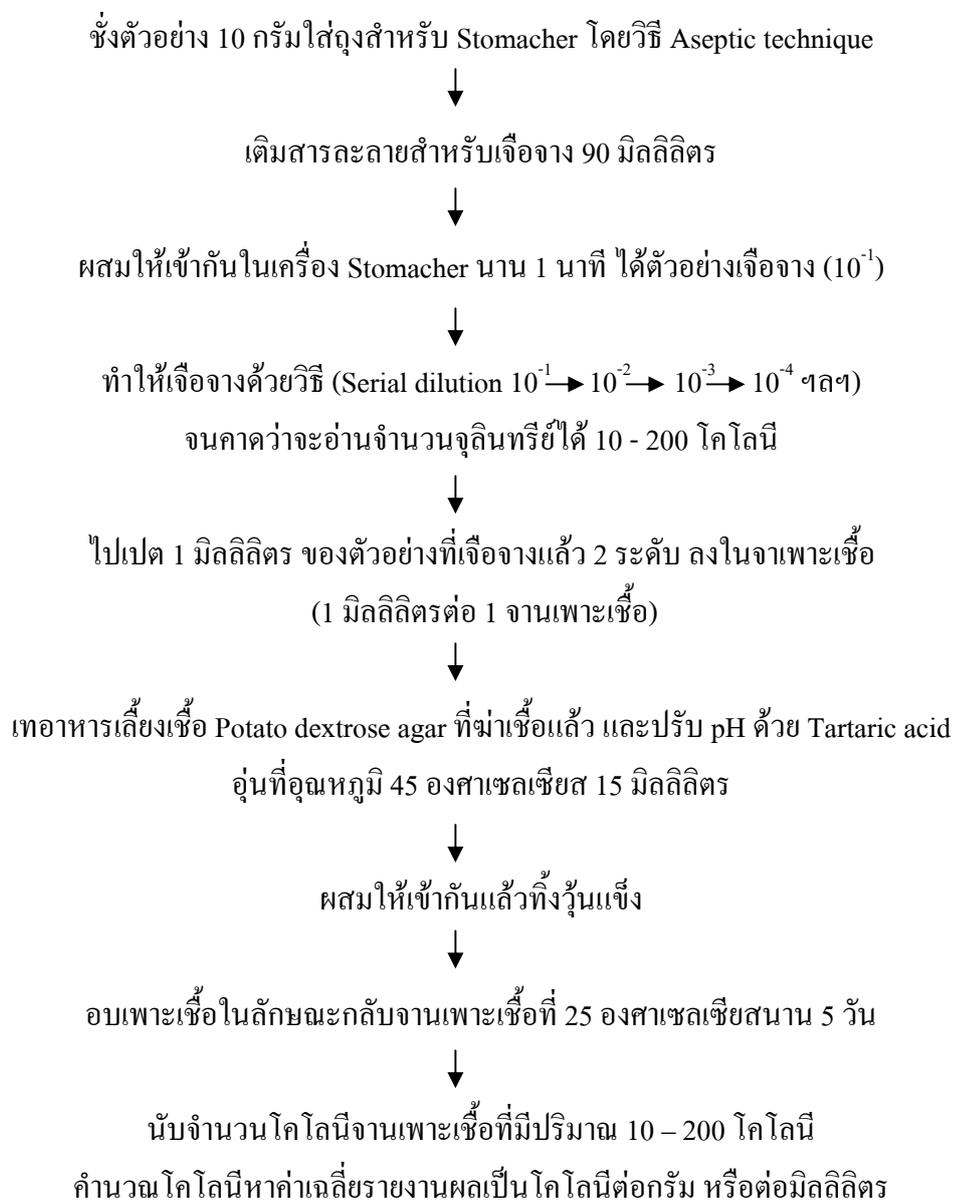
การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)



ภาพผนวกที่ ก3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

2. การวิเคราะห์หีสต์และเชื้อรา (AOAC, 2000)



ภาพผนวกที่ ก4 การวิเคราะห์หีสต์และเชื้อรา (AOAC, 2000)

วิเคราะห์ค่าเคมี

1. การวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น

ซั่งตัวอย่างบ๊วยแผ่น 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร วัดความเป็นกรดต่างด้วยเครื่องค่า pH ยี่ห้อ Multiparameter analyser C830 โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรดต่าง 4 และ 7 ในการ Calibrate เครื่อง

2. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid, TSS)

ซั่งตัวอย่างบ๊วยแผ่น 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร (เนื้อฝรั่ง: น้ำ เท่ากับ 1: 4; Dilution factor = 5) ปั่นด้วยเครื่องปั่น หาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง Hand refractometer รายงานผลเป็นร้อยละของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) โดยคูณค่าที่อ่านได้ด้วย 5

3. การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี)

3.1 สารเคมี

1) สารละลายกรด Metaphosphoric-acetic ละลายกรดฟอสฟอริก (HPO_3) 15 กรัม ในกรดอะซิติก (CH_3COOH) 40 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น กรองสารละลายบรรจุในขวดที่มีฝาปิด

2) สารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ซั่งนำหนักละเอียดกรดแอสคอร์บิกมาตรฐาน 50 มิลลิกรัม ละลายทันทีก่อนใช้ด้วยกรด Metaphosphoric-acetic จนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3) สารละลายมาตรฐานอินโดฟีโนล (Indophenol) ละลาย 2,6 – Dichloroindophenol sodium salt 50 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรที่ละลายด้วย NaHCO_3 42 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น กรองสารละลายบรรจุในขวดสีชาเก็บให้พ้นแสง

4. สารละลายอินดิเคเตอร์ Thymol blue ความเข้มข้นร้อยละ 0.04 ละลาย Thymol blue 0.1 กรัม ในสารละลาย NaOH 0.02 M จำนวน 10.75 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร อินดิเคเตอร์มีช่วง pH 1.2 (แดง) – 2.8 (เหลือง)

3.2 การเทียบมาตรฐานสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอล

เติมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก 2 มิลลิลิตร ที่เตรียมพื้นที่ในพลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยสารละลายกรด Metaphosphoric-acetic 5 มิลลิลิตร นำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอลอย่างรวดเร็วจนกระทั่งสีจางลงและเกิดเป็นสีชมพูเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาทีทำการไทเทรต 3 ครั้งค่าที่ได้ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 0.1 มิลลิลิตร ทำ blank โดยใช้สารละลายกรด Metaphosphoric-acetic 7 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นเท่าจำนวนปริมาตรสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอลที่ใช้ไทเทรตเพื่อเทียบมาตรฐาน ควรมีค่า 0.1 มิลลิลิตร

3.3 การเตรียมตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์

ชั่งบ้วยแผ่น 50 กรัม มาปรับ pH ให้ได้ประมาณ 1.2 ด้วยสารละลายกรด Metaphosphoric-acetic 50 มิลลิลิตร ทดสอบโดยใช้ Thymol blue เป็นอินดิเคเตอร์ การวิเคราะห์ปีเปิดสารละลายตัวอย่าง 20 มิลลิลิตรลงในพลาสติก ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอลจนกระทั่งสารละลายจางลงและเกิดเป็นสีชมพูนานมากกว่า 5 วินาที

3.5 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่าง (mg/g)} = (X-B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

เมื่อ X = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอลที่ใช้ไทเทรตสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอลที่ใช้ไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

F = มิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิกที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายมาตรฐานอิน โดฟีนอล 1 มิลลิลิตร

E = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์

V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

Y = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

4. การวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธีอบแห้ง

1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในจานอลูมิเนียม (Moisture can) ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

2) นำไปอบในตู้อบความร้อนชนิดลดความดันที่อุณหภูมิ 70 ± 5 องศาเซลเซียส นานประมาณ 48 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอลูมิเนียมไว้เล็กน้อย จากนั้นปิดฝาอลูมิเนียม แล้วนำมาใส่ในเตาไฟฟ้าที่แห้งสนิท ชั่งน้ำหนักให้แน่นอน ทำการอบซ้ำจนครบ 120 นาที แล้วชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{100(W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

1) ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 3 – 5 กรัม โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงในทิมเบิล

2) เตรียม Cup โดยอบ Cup ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส แล้วนำมาใส่ในเตาไฟฟ้าที่แห้งสนิท ชั่งน้ำหนักให้แน่นอน

3) ใส่ทิมเบิลที่มีตัวอย่างอยู่เข้ากับเครื่องโดยใช้วงแหวนที่เป็นเหล็กประกอบเข้าที่ด้านบนของทิมเบิล

4) ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ใน Cup ที่ทราบน้ำหนัก และวาง Cup ลงในที่ใส่ Cup ซึ่งมี 6 ช่อง แล้วนำไปประกอบเข้ากับเครื่อง Soxtec

5) นำ Cup ที่ได้ไประเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ในตู้ควัน เมื่อปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยหมด แล้วจึงนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วชั่งจนได้น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{100 (w_1 - w_2)}{w}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของ Cup และไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ Cup ที่นำไปอบจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 – 1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดย่อย
- 2) ใส่ Catalysts ที่ผสมระหว่าง CuSO_4 กับ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0.5 ต่อ 10 ประมาณ 10 – 15 กรัม
- 3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปประมาณ 10 – 15 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบา ๆ
- 4) ตั้งหลอดย่อยใน Stand สวม Exhaust manifold ลงบนส่วนบนของขวดย่อย และเปิด Power เครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ควันหรือตู้ที่มีการดูดอากาศ
- 5) ตั้ง Stand, Digestion tube และ Exhaust ลงบนเครื่องย่อย (Digester) ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 420 องศาเซลเซียส มาแล้ว และสวม Heat shields
- 6) ย่อยต่อไปประมาณ 30 – 45 นาทีจนได้สารละลายที่ใส ที่มีสีสม่ำเสมอทั้งหมด
- 7) ยก Stand พร้อมหลอดย่อย และ Exhaust มาตั้งไว้ข้าง ๆ และทิ้งไว้ให้เย็น
- 8) ปิด Power เครื่องย่อยแต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดอยู่เพื่อดักจับไอกรดที่ยังมีอยู่ในหลอดย่อย
- 9) เปิด Power เครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที
- 10) นำพลาสติกซึ่งบรรจุกรดบอริก 4 % จำนวน 25 มิลลิลิตร ที่ได้ผสมสารละลายอินดิเคเตอร์แล้วไปตั้งไว้บน Platform ของเครื่อง
- 11) เมื่อกั่นเสร็จ นำพลาสติกไปเทกรดกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อน

$$\% N = \frac{14 \times (V1 - V2) \times \text{Normality of HCl (mol/L)} \times 100}{\text{Sample (mg)}}$$

เมื่อ V1 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง
 V2 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต Blank

โปรตีน (%) = %N x F

F = Conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ

- 1) ชั่งตัวอย่างบดละเอียดที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วประมาณ 1 กรัม (W_0) ใส่ลงในครุชีบีลแก้วที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
- 2) นำครุชีบีลแก้วใส่ลงในเครื่อง Hot extraction unit จากนั้นเลื่อนคันโยกด้านซ้ายลงมาล็อก โยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปตำแหน่ง Closed
- 3) เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ต้มให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร
- 4) เติม 3 - 5 หยดของ n - Octanol เพื่อป้องกันการเกิดฟอง
- 5) เปิดปุ่ม Power แล้วหมุนระดับไฟไปที่ระดับสูงสุด (Max) เมื่อสารละลายในท่อคอนเดนเซอร์เริ่มเดือด เริ่มจับเวลา 30 นาที และปรับระดับไฟฟ้าที่เลข 4 - 5 เพื่อให้สารละลายเดือดอย่างคงที่
- 6) เมื่อครบ 30 นาที ปิดไฟและกรองสารละลายออก โดยโยกปุ่มควบคุมด้านหน้า Column ไปที่ Pressure พร้อมทั้งเปิด Blower ร่วมด้วย ทำสลับกันเช่นนี้จนกรองสารละลายหมด
- 7) ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิลิตร ทำการกวนตัวอย่างให้กระจายในน้ำร้อนโดยใช้ปุ่ม Pressure จากนั้นกรองสารละลายออก
- 8) เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้มให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกับข้อ 4 - 7 เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนครบ 3 ครั้งแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นเย็น

9) ล้างด้วยอะซิโตน หรือแอลกอฮอล์ ปริมาตรครั้งละ 25 มิลลิลิตร เพื่อไล่น้ำออก
กรอจนแห้ง

10) อบครุชชีเบิลแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจน
น้ำหนักคงที่ (W_1) บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3
ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ (W_2) บันทึกน้ำหนักไว้

$$\text{เส้นใยหยาบ} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_0}$$

เมื่อ W_0 = น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของครุชชีเบิลแก้ว และเส้นใยหยาบหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของครุชชีเบิลแก้ว และเส้นใยหยาบหลังเผาจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

4.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible) ที่เผา
และชั่งน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2) นำตัวอย่างไปเผาบน Hot plate หรือเปลวไฟจนหมดควัน (เพื่อเอาส่วนที่เป็น
สารประกอบอินทรีย์ออกไป) หลังจากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500 –
550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน นำออกจากเตาเผาใส่ในเดสิคเคเตอร์
ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก เผาตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งชั่งได้
น้ำหนักคงที่

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{100 \times (W_2 - W)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ และตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ และตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

4.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{คาร์โบไฮเดรต (\%)} = 100 - [\text{ความชื้น (\%)} + \text{ไขมัน (\%)} + \text{โปรตีน (\%)} + \text{เส้นใยหยาบ (\%)} + \text{เถ้า (\%)}]$$

ภาคผนวก ข

คำปัจจัยคุณภาพที่ใช้ในการประมวลผลโดยใช้เทคนิคแผนภาพความชอบ (Preference mapping)

ตารางผนวกที่ ข1 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร้เมล็ด	ใส่แดง	
แรงดึง (นิวตัน)					
	แก่	15.80 ^b	21.25 ^a	12.55 ^{bc}	16.53 ^A
	สุก	16.51 ^b	10.84 ^{cd}	12.43 ^{bc}	13.26 ^B
	สุกจัด	6.75 ^{de}	3.88 ^c	5.87 ^{de}	5.50 ^C
	เฉลี่ย	13.02	11.99	10.28	
a_w					
	แก่	0.47	0.51	0.46	0.48
	สุก	0.43	0.41	0.39	0.41
	สุกจัด	0.39	0.47	0.48	0.45
	เฉลี่ย	0.43	0.46	0.44	
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)					
	แก่	58.80 ^c	58.00 ^c	58.40 ^c	58.40 ^B
	สุก	76.50 ^a	77.50 ^a	68.00 ^b	74.00 ^A
	สุกจัด	80.00 ^a	79.00 ^a	70.00 ^b	76.33 ^A
	เฉลี่ย	71.77 ^A	71.50 ^A	65.47 ^B	
ความสว่าง (L*)					
	แก่	42.44	41.52	42.09	42.02
	สุก	42.74	43.43	41.61	42.59
	สุกจัด	40.92	42.31	36.11	39.78
	เฉลี่ย	42.03	42.42	39.94	

ตารางผนวกที่ ๑ (ต่อ)

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร่เมล็ด	ใส่แดง	
สีแดง (a*)					
	แก่	9.08 ^{cd}	9.76 ^c	7.58 ^{cd}	8.81 ^B
	สุก	8.10 ^{cd}	8.34 ^{cd}	12.12 ^b	9.52 ^A
	สุกจัด	6.63 ^c	6.87 ^{de}	14.73 ^a	9.41 ^A
	เฉลี่ย	7.94 ^B	8.32 ^B	11.48 ^A	
สีเหลือง (b*)					
	แก่	27.22	26.91	24.02	26.05 ^{AB}
	สุก	28.01	29.25	28.89	28.72 ^A
	สุกจัด	24.26	25.98	22.82	24.35 ^B
	เฉลี่ย	26.50	27.38	25.24	
ความเข้มของสี (C*)					
	แก่	28.69	28.63	25.19	27.50
	สุก	29.16	30.42	31.33	30.30
	สุกจัด	25.15	26.87	27.16	26.39
	เฉลี่ย	27.67	28.64	27.89	
มุมของสี (h) องศา					
	แก่	79.52	77.87	80.55	79.31
	สุก	82.09	82.33	74.68	79.70
	สุกจัด	83.02	83.54	63.52	76.69
	เฉลี่ย	81.54	81.25	72.92	

หมายเหตุ ^{a-x, A-X} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หรือแถวเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๒ คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง ที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร่เมล็ด	ไข่แดง	
Reducing sugar					
	แก่	33.95 ^{cdc}	31.29 ^c	39.15 ^{bc}	34.80 ^B
	สุก	33.54 ^{dc}	48.33 ^a	38.64 ^{bcd}	40.17 ^A
	สุกจัด	41.25 ^b	29.01 ^c	32.07 ^c	34.11 ^B
	เฉลี่ย	36.25	36.21	36.62	
Total sugar					
	แก่	72.20 ^{ab}	71.96 ^{ab}	76.34 ^a	73.50
	สุก	74.88 ^{ab}	62.86 ^c	74.11 ^{ab}	70.62
	สุกจัด	74.47 ^{ab}	73.36 ^{ab}	69.42 ^b	72.42
	เฉลี่ย	73.85 ^A	69.39 ^B	73.29 ^A	
Acidity					
	แก่	0.12	0.11	0.12	0.12
	สุก	0.11	0.12	0.11	0.11
	สุกจัด	0.11	0.13	0.11	0.12
	เฉลี่ย	0.11	0.12	0.11	
ความเป็นกรด-ด่าง					
	แก่	2.64	2.57	2.54	2.58
	สุก	2.60	2.68	2.64	2.64
	สุกจัด	3.00	3.16	3.10	3.09
	เฉลี่ย	2.75	2.80	2.76	

หมายเหตุ ^{a-x, A-X} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หรือแถวเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ข3 คะแนนความเข้มเฉลี่ยของค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร้เมล็ด	ใส่แดง	
สีเหลือง					
	แก่	8.18 ^b	9.80 ^c	10.64 ^b	9.54
	สุก	8.48 ^b	9.49 ^c	10.20 ^b	9.39
	สุกจัด	8.70 ^b	7.92 ^c	12.19 ^a	9.60
	เฉลี่ย	8.45	9.07	11.01	
ความสม่ำเสมอของแผ่น					
	แก่	8.51 ^b	8.53 ^b	9.68 ^a	8.91
	สุก	9.45 ^a	8.47 ^b	9.14 ^a	9.02
	สุกจัด	9.03 ^a	7.38 ^c	9.98 ^a	8.80
	เฉลี่ย	9.00	8.13	9.60	
ความชุ่มชื้นแผ่น					
	แก่	10.25 ^a	8.09 ^c	9.05 ^b	9.13
	สุก	8.77 ^{bc}	8.15 ^c	7.81 ^d	8.24
	สุกจัด	8.37 ^c	8.72 ^{bc}	8.66 ^{bc}	8.58
	เฉลี่ย	9.13	8.32	8.51	
กลิ่นรสบ๊วย					
	แก่	9.92 ^a	7.72 ^b	6.40 ^c	8.01
	สุก	6.48 ^c	7.54 ^b	7.95 ^b	7.32
	สุกจัด	6.39 ^c	6.69 ^c	7.64 ^b	6.91
	เฉลี่ย	7.60	7.32	7.33	
กลิ่นรสฝรั่ง					
	แก่	4.91 ^d	3.61 ^c	5.83 ^c	4.78
	สุก	6.17 ^b	6.01 ^b	7.44 ^a	6.54
	สุกจัด	6.41 ^b	7.95 ^a	7.78 ^a	7.38
	เฉลี่ย	5.83	5.86	7.02	

ตารางผนวกที่ ข.3 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร่เมล็ด	ใส่แดง	
ความเหนียว(แรงดึง)					
	แก่	4.61 ^c	5.41 ^d	9.40 ^a	6.47
	สุก	6.40 ^c	8.14 ^b	8.09 ^b	7.54
	สุกจัด	7.92 ^{bc}	9.85 ^a	8.52 ^b	8.76
	เฉลี่ย	6.31	7.80	8.67	
รสหวาน					
	แก่	5.49 ^d	7.05 ^b	6.03 ^c	6.19
	สุก	7.35 ^b	7.37 ^b	7.96 ^b	7.56
	สุกจัด	7.40 ^b	7.61 ^b	8.24 ^a	7.75
	เฉลี่ย	6.75	7.34	7.41	
รสเปรี้ยว					
	แก่	10.22 ^a	9.58 ^a	8.40 ^b	9.40
	สุก	7.49 ^c	7.08 ^c	6.41 ^d	6.99
	สุกจัด	6.23 ^d	6.67 ^d	6.59 ^d	6.50
	เฉลี่ย	7.98	7.78	7.13	
รสเค็ม					
	แก่	5.42 ^d	7.05 ^c	10.15 ^a	7.54
	สุก	7.96 ^{bc}	8.99 ^b	8.38 ^b	8.44
	สุกจัด	8.26 ^b	9.88 ^a	8.53 ^b	8.40
	เฉลี่ย	7.21	8.02	9.02	
ความเหนียว(ติดฟัน)					
	แก่	10.16 ^a	7.88 ^{bc}	9.27 ^a	9.10
	สุก	8.04 ^b	7.79 ^{bc}	7.30 ^c	7.71
	สุกจัด	7.61 ^c	7.38 ^c	8.19 ^b	7.73
	เฉลี่ย	8.60	7.68	8.25	

หมายเหตุ^{a-x} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หรือแถวเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๗4 คะแนนความชอบเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่มีพันธุ์และความแก่อ่อนแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร้เมล็ด	ใส่แดง	
ความสม่ำเสมอของแผ่น					
	แก่	6.85	6.63	6.63	6.70
	สุก	7.17	7.03	7.10	7.10
	สุกจัด	6.62	6.72	6.62	6.65
	เฉลี่ย	6.88	6.79	6.78	
สี					
	แก่	7.00 ^b	6.70 ^b	6.92 ^b	6.87
	สุก	7.03 ^b	7.13 ^b	7.20 ^b	6.58
	สุกจัด	9.24 ^a	6.79 ^b	5.83 ^c	6.36
	เฉลี่ย	7.57	6.87	6.65	
กลิ่นรสบ๊วย					
	แก่	6.52	6.48	6.59	6.53
	สุก	6.47	6.63	6.73	6.61
	สุกจัด	6.38	6.48	6.48	6.45
	เฉลี่ย	6.46	6.53	6.60	
กลิ่นรสฝรั่ง					
	แก่	6.41	6.56	6.15	6.37
	สุก	6.50	6.60	6.47	6.52
	สุกจัด	6.00	6.21	6.41	6.21
	เฉลี่ย	6.30	6.46	6.34	
ความเหนียว					
	แก่	6.70 ^a	6.63 ^a	6.04 ^b	6.46 ^a
	สุก	6.67 ^a	6.67 ^a	5.77 ^c	6.37 ^a
	สุกจัด	5.96 ^b	5.96 ^b	5.59 ^c	5.84 ^b
	เฉลี่ย	6.44 ^A	6.42 ^A	5.80 ^B	

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ความแก่อ่อน	พันธุ์ฝรั่ง			เฉลี่ย
		เป็นสีทอง	ไร่เมล็ด	ใส่แดง	
รสหวาน					
	แก่	6.89 ^a	6.67 ^a	6.70 ^a	6.75
	สุก	6.60 ^a	6.50 ^b	6.20 ^b	6.43
	สุกจัด	6.21 ^b	6.21 ^b	5.75 ^c	6.06
	เฉลี่ย	6.57	6.46	6.22	
รสเค็ม					
	แก่	6.11	6.37	6.63	6.37
	สุก	6.03	6.23	6.03	6.10
	สุกจัด	6.10	6.07	5.93	6.03
	เฉลี่ย	6.08	6.22	6.20	
รสเปรี้ยว					
	แก่	6.48	6.67	6.33	6.49
	สุก	6.73	6.50	6.20	6.48
	สุกจัด	6.28	6.24	6.24	6.25
	เฉลี่ย	6.50	6.47	6.26	
ความชอบรวม					
	แก่	6.56 ^b	6.63 ^b	6.44 ^b	6.54
	สุก	6.77 ^a	6.83 ^a	6.43 ^b	6.68
	สุกจัด	6.48 ^b	6.48 ^b	5.86 ^c	6.27
	เฉลี่ย	6.60	6.65	6.24	

หมายเหตุ^{a-x, A-X} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์ หรือแถวเดียวกัน แสดงถึงความแตกต่าง
กันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ค

การศึกษาอายุการเก็บ

ตารางผนวกที่ ค1 ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ
ต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
Water Activity (a_w)	0	0.39	0.39	0.39
	2	0.41	0.42	0.40
	4	0.42	0.42	0.41
	6	0.42	0.46*	0.49*
	8	0.42	0.48*	0.49*
แรงดึง (นิวตัน)	0	3.18	3.48	3.32
	2	3.81	4.00	4.05
	4	4.32	4.06	3.85
	6	4.21	5.57*	5.51*
	8	5.62*	6.67*	6.23*
ค่าสี (L^*)	0	40.36	40.44	40.48
	2	38.79	29.30*	32.86*
	4	29.32*	22.35*	23.57*
	6	27.37*	18.97*	15.94*
	8	25.67*	16.45*	13.84*
ค่าสีแดง (a^*)	0	5.84	5.69	5.78
	2	5.53	8.61*	5.04
	4	8.40*	8.93*	4.37
	6	8.63*	8.59*	3.91*
	8	8.77*	9.23*	2.47*
ค่าสีเหลือง (b^*)	0	12.36	12.44	12.43
	2	6.41*	10.52	4.47*
	4	11.63	11.91	3.77*
	6	15.08*	8.86*	3.36*
	8	5.18*	3.79*	0.24*

ตารางผนวกที่ ค.1 (ต่อ)

ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ค่าความชื้นสี (C*)	0	13.67	13.68	13.71
	2	8.47*	13.59	6.74*
	4	14.35	14.89	5.77*
	6	17.37*	12.34	5.16*
	8	10.19*	9.98*	2.48*
ค่ามุมของสี (h)	0	71.90	72.73	72.29
	2	54.68*	56.34*	46.19*
	4	60.18*	55.76*	45.32*
	6	66.91*	50.98*	45.19*
	8	33.96*	24.80*	6.17*

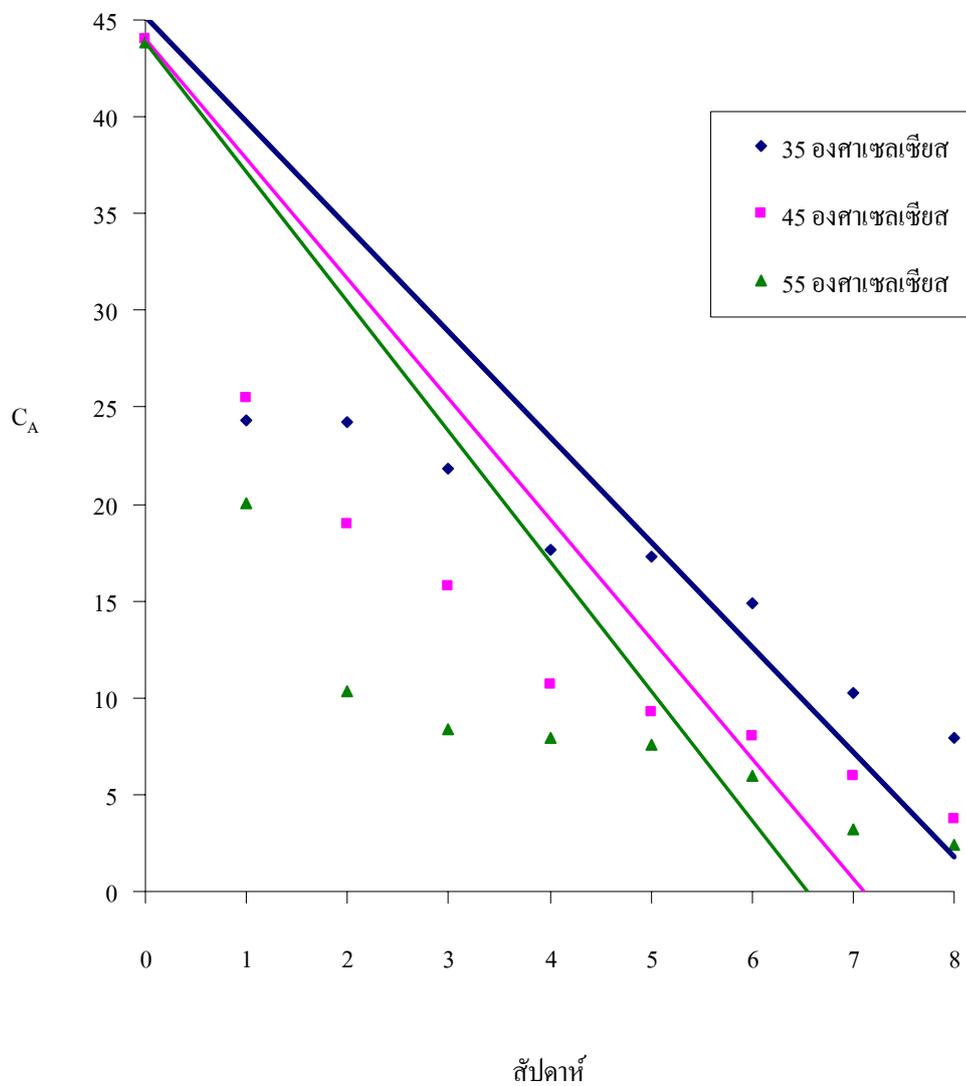
หมายเหตุ *แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0)

ตารางผนวกที่ ค2 ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

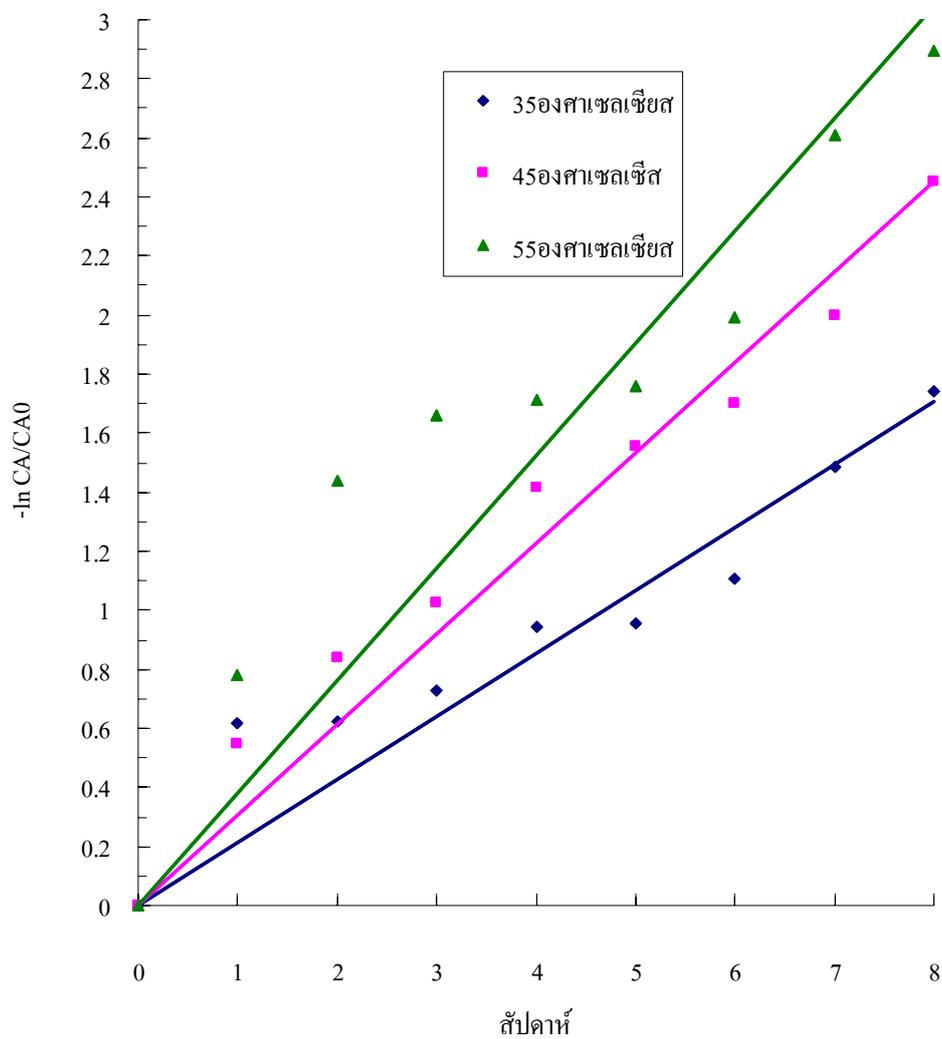
ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ100 กรัม)	0	45.15	44.00	43.80
	1	24.34*	21.51*	20.08*
	2	24.22*	18.99*	10.38*
	3	21.80*	15.81*	8.35*
	4	17.62*	10.70*	7.92*
	5	17.32*	9.28*	7.54*
	6	14.90*	8.04*	5.98*
	7	10.24*	5.98*	3.22*
	8	7.92*	3.78*	2.42*

หมายเหตุ *แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0)

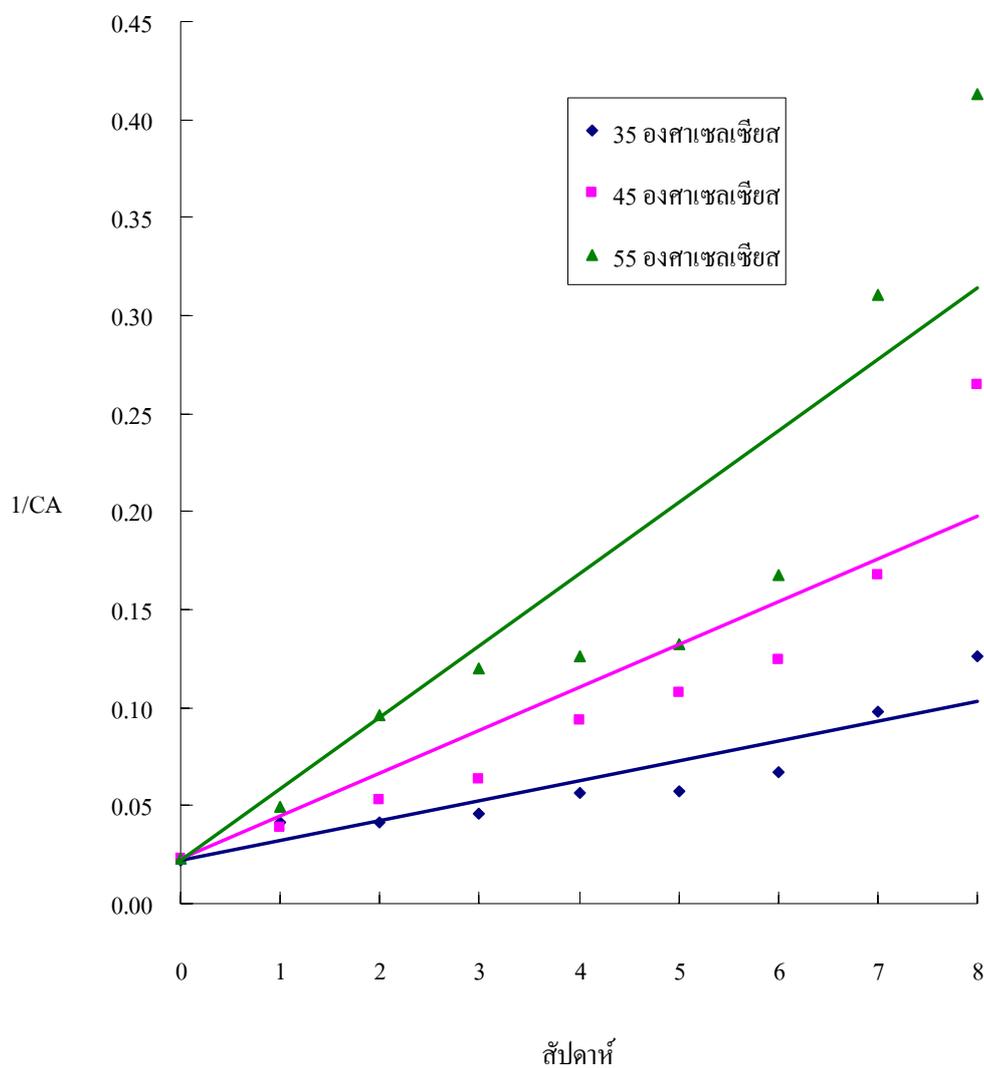
การศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาการเสื่อมเสียวิตามินซี



ภาพผนวกที่ ค1 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บวญแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพผนวกที่ ค2 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับหนึ่งของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน



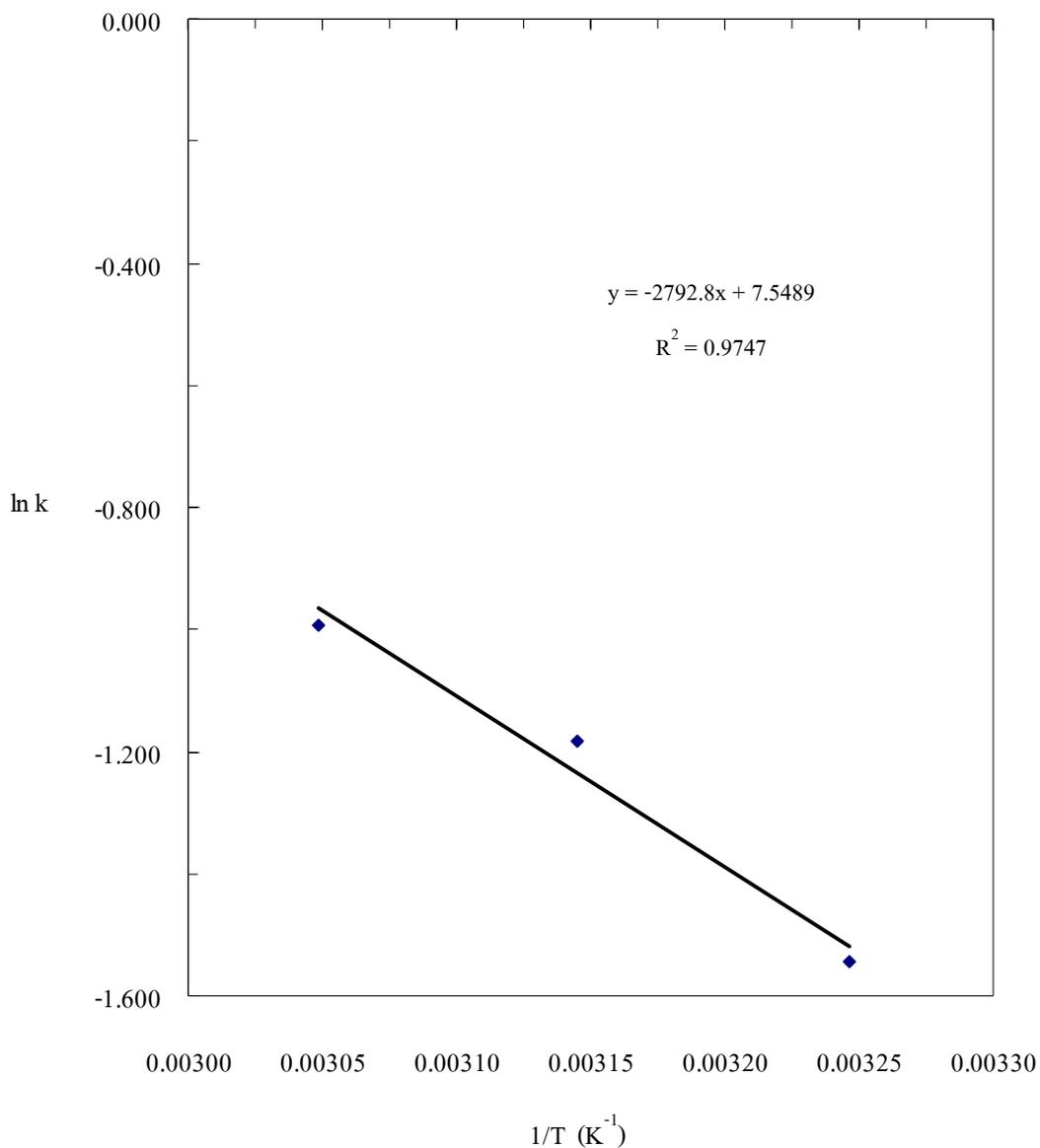
ภาพผนวกที่ ค.3 กราฟแสดงปฏิกิริยาอันดับสองของการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บัวแฉ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน

ตารางผนวกที่ ค3 อันดับของสมการ สมการ และ R^2 ของผลิตภัณฑ์บ้วยแผ่นผสมฝรั่งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ	อันดับสมการ	สมการ	R^2
35 องศาเซลเซียส	0	$C_a = -5.4201 t + 45.15$	0.50
	1	$\ln (C_a/C_{a0}) = -0.2136 t$	0.88
	2	$1/ C_a = 0.0102 t + 0.022$	0.86
45 องศาเซลเซียส	0	$C_a = -6.1938 t + 44$	0.52
	1	$\ln (C_a/C_{a0}) = - 0.3066 t$	0.96
	2	$1/ C_a = 0.0218t + 0.023$	0.84
55 องศาเซลเซียส	0	$C_a = -6.6796 t + 43.8$	0.09
	1	$\ln (C_a/C_{a0}) = - 0.3707 t$	0.83
	2	$1/ C_a = 0.0365 t + 0.0223$	0.81

ตารางผนวกที่ ค4 ค่าคงที่ของอัตราสำหรับปฏิกิริยาการเสื่อมเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์บ้วยแผ่นผสมฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ค่าคงที่ของอัตรา (mg/100 g . week)
35	0.2136
45	0.3066
55	0.3707



ภาพผนวกที่ ค4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ $1/T$

$$\begin{aligned} \ln k &= \ln A - E_a/RT \\ k &= A e^{-E_a/RT} \\ &= A \exp(-E_a/RT) \\ \text{ความชันของกราฟที่ได้} &= E_a/R \\ &= 2792.8 \text{ K} \\ \text{ดังนั้น } E_a &= 2792.8 * 8.314 \end{aligned}$$

$$= 23219.34 \text{ j /mole}$$

$$= 23.21934 \text{ Kj /mole}$$

หา A ได้จากสมการ $k = Ae^{(-Ea/RT)}$ ที่ 35°C (308 K)

$$= A \exp(-Ea/RT)$$

$$0.2136 = A \exp(-2792.8/308)$$

$$A = 1851.74/\text{week}$$

ตารางผนวกที่ คร ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ
ต่างกัน

ค่าคุณภาพ	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	0	< 10	< 10	< 10
	4	< 10	< 10	< 10
	8	< 10	< 10	< 10
ยีสต์และรา (CFU/g)	0	< 10	< 10	< 10
	4	< 10	< 10	< 10
	8	20	2	2

ภาคผนวก ง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

**ตารางผนวกที่ ง1 ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลทางประชากรศาสตร์ จากผู้ตอบ
แบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง**

	ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	ชาย	62	31.0
	หญิง	138	69.0
อายุ	ไม่เกิน 20 ปี	41	20.5
	21 – 30 ปี	99	49.5
	31 – 40 ปี	26	13.0
	มากกว่า 40 ปี	34	17.0
การศึกษา	ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	10	5.0
	มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	61	30.5
	อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	11	5.5
	ปริญญาตรี	77	38.5
	สูงกว่าปริญญาตรี	41	20.5
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ไม่เกิน 5,000 บาท	62	31.0
	5,001 – 10,000 บาท	76	38.0
	10,001 – 15,000 บาท	19	9.5
	15,001 – 20,000 บาท	7	3.5
	สูงกว่า 20,001 บาท	36	18.0
อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	113	56.5
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	37	18.5
	บริษัทเอกชน	13	6.5
	ธุรกิจส่วนตัว	13	6.5
	แม่บ้าน	5	2.5
	อื่นๆ	19	9.5

**ตารางผนวกที่ ๖2 ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติ จากผู้ตอบ
แบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง**

ข้อมูล		จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)
เลขรับประทานผลิตภัณฑ์แปรรูปจาก			
บ๊วย	เคย	189	94.5
	ไม่เคย	11	5.5
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยที่เคย			
รับประทาน	ลูกอมบ๊วย	165	82.5
	น้ำบ๊วย/น้ำบ๊วยเข้มข้น	95	47.5
	บ๊วย 3 รส	77	38.5
	บ๊วยดอง	57	28.5
	บ๊วยเค็ม	92	46
	อื่นๆ		
	บ๊วยเชื่อม	5	2.5
	บ๊วยผง	2	1
	แยมบ๊วย	2	1
พบปัญหาในการรับประทาน			
ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วย	พบ	106	53.0
	ไม่พบ	83	41.5
ปัญหาในการรับประทานผลิตภัณฑ์			
แปรรูปจากบ๊วยที่พบ	รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ	59	55.7
	รูปแบบน้อย	27	25.5
	หาซื้อยาก	16	15.1
	อื่นๆ		
	บ๊วยมีเมล็ดรับประทานยาก	4	3.8

ตารางผนวกที่ 3 จำนวนร้อยละของผู้บริโภคในแต่ละระดับคะแนนความชอบ และคะแนนความชอบเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในปีจ๊ัยต่างๆ

คุณลักษณะ	จำนวนร้อยละของผู้บริโภค									คะแนน ความชอบเฉลี่ย
	ไม่ชอบ มากที่สุด	ไม่ชอบ มาก	ไม่ชอบ ปานกลาง	ไม่ชอบ เล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบ เล็กน้อย	ชอบ ปานกลาง	ชอบ มาก	ชอบ มากที่สุด	
สี	-	0.5	0.5	5.5	15.5	19.0	38.0	21.0	-	6.50 (1.22)
รสชาติ	-	-	-	0.5	3.0	19.5	48.0	25.0	4.0	7.06 (0.88)
ความเหนียว	1.0	1.0	2.0	6.5	8.0	21.0	43.5	15.5	1.5	6.43 (1.39)
ความชอบรวม	-	-	0.5	0.5	2.0	26.0	39.0	29.0	3.0	7.02 (0.99)

หมายเหตุ เลขในวงเล็บคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

ตารางผนวกที่ 4 ความถี่ และจำนวนร้อยละของข้อมูลด้านการยอมรับ จากผู้ตอบแบบสอบถามต่อ
ผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง

ข้อมูล		จำนวน (คน)	จำนวน (ร้อยละ)
ยอมรับในผลิตภัณฑ์บัวแผ่น			
ผสมฝรั่ง	ยอมรับ	173	86.5
	ไม่ยอมรับ	27	13.5
ความสนใจในการซื้อผลิตภัณฑ์			
	ซื้อ	124	62.0
	ไม่แน่ใจ	60	30.0
	ไม่ซื้อ	16	8.0
ราคา 5 ช่อง ต่อแพ็ค			
	ไม่เกิน 5 บาท	0	0
	6 – 10 บาท	0	0
	11 – 15 บาท	103	51.5
	16 – 20 บาท	89	44.5
	สูงกว่า 20 บาท	8	4.0

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบและแบบสอบถาม

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

ชื่อ.....วันที่.....ชุดที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ : บัวยแผ่นผสมผลไม้

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับและให้คะแนนความชอบและความรู้สึกของท่านดังนี้

ความชอบ

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 7 = ชอบปานกลาง |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |
| 5 = เฉยๆ | |

คุณลักษณะ	รหัส	รหัส	รหัส
	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี			
ความสม่ำเสมอของแผ่น			
กลิ่นรสบัว			
กลิ่นรสฝรั่ง			
ความเหนียว			
รสหวาน			
รสเค็ม			
รสเปรี้ยว			
ความชอบรวม			

ตารางผนวกที่ จ1 คุณลักษณะและสิ่งที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

คุณลักษณะ	สิ่งที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบ
สีเหลือง	พิจารณาจากแผ่นสีในระบบ Munsell จำนวน 2 แผ่น 7.5Y9/4 และ 2.5Y7/12
ความละเอียดของเนื้อผลไม้	พิจารณาการมองเห็นชิ้นเนื้อมะม่วงของแผ่นมะม่วงกวนอบแห้ง บริษัท ผลไม้แปรรูปวรพร จำกัด
ความชุ่มชื้นของผิวผลไม้แผ่น	พิจารณาจากความชุ่มชื้นบนผิวหน้าของแผ่นมะม่วงกวนอบแห้ง บริษัท ผลไม้แปรรูปวรพร จำกัด โดยการใช้นิ้วสัมผัสที่ผิวหน้าของตัวอย่าง
กลิ่นรสบ๊วยและกลิ่นรสฝรั่ง	พิจารณากลิ่นรสบ๊วยจากการชิมผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น 2 ตัวอย่าง คือ ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นที่มีอัตราส่วนบ๊วย: ฝรั่ง = 2 : 8 และผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นที่มีอัตราส่วนบ๊วย:ฝรั่ง = 8 : 2
ความเหนียวของเนื้อสัมผัส	ตัดตัวอย่างโดยใช้มะม่วงกวนอบแห้ง บริษัท ผลไม้แปรรูป วรพร จำกัด ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร โดยนิ้วที่ใช้ในการดึงคือนิ้วชี้ และนิ้วหัวแม่มือทั้งซ้ายและขวา จับที่ปลายของตัวอย่างดึงตัวอย่างออกจากกันในแนวขนาน พิจารณาแรงที่ใช้ในการดึงเนื้อมะม่วงให้ขาด
รสหวาน	พิจารณารสหวานโดยการชิมสารละลายน้ำตาล 2 ระดับคือ สารละลายน้ำตาล 5 % และสารละลายน้ำตาล 10 %
รสเปรี้ยว	พิจารณารสเปรี้ยวโดยการชิมสารละลายกรดซิตริก 2 ระดับคือ สารละลายกรดซิตริก 0.05 % และสารละลายกรดซิตริก 0.10 %
รสเค็ม	พิจารณารสเค็มโดยการชิมสารละลายน้ำเกลือ 2 ระดับคือสารละลายน้ำเกลือ 0.1% และสารละลายน้ำเกลือ 0.5 %
การติดฟัน	ตัดตัวอย่างมะม่วงกวนอบแห้ง บริษัท ผลไม้แปรรูป วรพร จำกัด ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 3 เซนติเมตร วางตัวอย่างบนฟันกรามข้างขวา ต่อจากนั้นเคี้ยวตัวอย่างจำนวน 5 ครั้ง พิจารณาปริมาณเนื้อตัวอย่างที่ติดฟัน

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
โดยวิธีการให้คะแนนความเข้มของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผลิตภัณฑ์: บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

คำแนะนำ: จงให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะของบ๊วยแผ่นที่ท่านกำลังทดสอบต่อไปนี้
 โดยทำเครื่องหมาย / บนเส้นต่อไปนี้ (1 = lowest intensity of that attribute, 15 = the most intensity of that
 attribute)

สี่เหลี่ยม

อ่อน	เข้ม
ความละเอียดของแผ่น	
น้อย	มาก
ความชุ่มชื้นของผิวผลไม้แผ่น	
น้อย	มาก
กลิ่นรสบ๊วย	
อ่อน	แรง
กลิ่นรสฝรั่ง	
อ่อน	แรง
ความเหนียว	
น้อย	มาก
รสหวาน	
น้อย	มาก

รสเปรี้ยว

น้อย

มาก

รสเค็ม

น้อย

มาก

การติดฟัน

น้อย

มาก

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความเข้ม
ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง (การศึกษาอายุการเก็บ)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ : บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

คำแนะนำ : จงให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะของบ๊วยแผ่นที่ท่านกำลังทดสอบต่อไปนี้
โดยทำเครื่องหมาย / บนเส้นต่อไปนี้ (1 = lowest intensity of that attribute, 15 = the most intensity
of that attribute)

สีเหลือง

อ่อน

เข้ม

กลิ่นรสบ๊วย

อ่อน

เข้ม

กลิ่นรสฝรั่ง

อ่อน

เข้ม

ความเหนียว

น้อย

มาก

การยอมรับ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ยอมรับมากที่สุด		ไม่ยอมรับ			ยอมรับ			ยอมรับมากที่สุด	

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

คำชี้แจง : แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาว

รัชนิกร กิติศิริมงคล นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้การดูแลของ ผศ.ดร.อนุวัตร แจ่มชัด จึงใคร่ขอความกรุณาท่านในการทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

คำอธิบาย: ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มรูปแบบของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยคองน้ำเกลือ ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์แผ่นที่มีลักษณะของเนื้อสัมผัสนุ่มเหนียว ซึ่งได้จากการนำเนื้อบ๊วยคองน้ำเกลือและฝรั่ง มาปั่นผสมกับน้ำตาล น้ำและส่วนผสมอื่นๆที่มีความจำเป็นต่อการผลิต ก่อนที่จะนำไปอบแห้ง ในการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่ผ่านการพัฒนาแล้ว ขอรับรองว่าผลิตภัณฑ์ที่ท่านทดสอบได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกต้องลักษณะ และมีความปลอดภัยในการบริโภค
คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. อายุ

() ไม่เกิน 20 ปี () 21-30 ปี () 31-40 ปี
() มากกว่า 40 ปี

3. การศึกษาสูงสุด

() ต่ำกว่ามัธยมศึกษา () มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
() อนุปริญญาหรือเทียบเท่า () ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

- () ไม่เกิน 5,000 บาท () 5001-10,000 บาท () 10,001- 15,000 บาท
 () 15,001 – 20,000 บาท () สูงกว่า 20,001 บาท

5. อาชีพ

- () นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา () ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ () บริษัทเอกชน
 () ธุรกิจส่วนตัว () แม่บ้าน () อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2: ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

6. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยหรือไม่

- () เคย () ไม่เคย (ข้ามไปที่ข้อ 10)

7. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยที่ท่านเคยรับประทานได้แก่อะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ลูกอมบ๊วย () น้ำบ๊วย/น้ำบ๊วยเข้มข้น () บ๊วย 3 รส
 () บ๊วยคอง () บ๊วยเค็ม () อื่นๆ ระบุ.....

8. ท่านพบปัญหาในการรับประทานผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยหรือไม่

- () พบ () ไม่พบ (ข้ามไปที่ข้อ 10)

9. ปัญหาที่พบในการรับประทานผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบ๊วยที่ท่านพบคืออะไร

- () รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ () รูปแบบน้อย () หาซื้อยาก
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 3: ข้อมูลด้านการยอมรับ ของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง

10. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

คุณลักษณะ	ระดับความชอบ								
	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
สี									
รสชาติ									
ความเหนียว									
ความชอบโดยรวม									

11. ท่านยอมรับในผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งหรือไม่

- () ยอมรับ () ไม่ยอมรับ

12. หากมีผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่งออกจำหน่าย ท่านมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

- () ซื้อมาก () ไม่แน่ใจ () ไม่ซื้อ

13. ท่านมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์บิวัยแผ่นผสมฝรั่ง 5 ซองเล็กต่อแพ็คเกจควรมีราคาเท่าใด

- () ไม่เกิน 5 บาท () 6-10 บาท () 11-15 บาท
() 16-20 บาท () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ

.....
.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
ผู้ดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก จ

การคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์บิวาแผ่นผสมฝรั่ง (ฝรั่งไร้เมล็ด)

การคำนวณต้นทุนการผลิตบ้วยแผ่นผสมฝรั่ง

ในการผลิตบ้วยแผ่นผสมฝรั่ง 20 ชิ้น (ต่อ 1 ถาด) มีขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 10 กรัม จะใช้ส่วนผสมทั้งหมด 500 กรัม ประกอบไปด้วย บ้วย 66.65 กรัม ฝรั่ง 133.35 กรัม น้ำตาล 133.35 กรัม เพกติน 3.75 กรัม และ น้ำ 162.90 กรัม

1. การคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบ

1.1 การคำนวณต้นทุนรวมของฝรั่ง ไร้เมล็ด ฝรั่ง ไร้เมล็ดเตรียมโดยปอกเปลือกฝรั่ง ล้างทำความสะอาด เอาไส้กลางออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ โดยผลฝรั่ง 1,000 กรัม ได้เนื้อฝรั่งหลังปอก 742.39 กรัม โดยราคาฝรั่งราคา กิโลกรัมละ 18 บาท ดังนั้นราคาเนื้อฝรั่ง คำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ราคาเนื้อฝรั่ง} &= (18/742.39) * 1,000 \\ &= 24.23 \text{ บาท/ กิโลกรัม} \end{aligned}$$

1.2 การคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบทั้งหมด

การคำนวณต้นทุนรวมของวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตบ้วยแผ่นผสมฝรั่งจะแสดงดังตารางภาคผนวก จ. 1

ตารางผนวก จ.1 ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ผลิตบ้วยแผ่นผสมฝรั่ง

วัตถุดิบ	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)
บ้วย	22	66.65	1.47
ฝรั่ง	24.23	133.35	3.23
น้ำตาลทราย	17.25	133.35	2.30
เพกติน	561.75	3.75	2.11
ต้นทุนวัตถุดิบรวม			9.10 บาท/20 ชิ้น
			0.45บาท/ชิ้น

2. การคำนวณต้นทุนทั้งหมด

จากต้นทุนรวมของวัตถุดิบ นำมาคำนวณหาต้นทุนทั้งหมดได้ โดยใช้สูตรการคำนวณของ
จีรพรรณและคณะ (2525) ดังนี้ คือ

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนรวม} &= \text{ต้นทุนวัตถุดิบ} + \text{ต้นทุนแรงงาน} + \text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ} \\ \text{โดยที่} & \\ \text{ต้นทุนวัตถุดิบ} &= 0.52 \times \text{ต้นทุนรวม} \\ \text{ต้นทุนแรงงาน} &= 0.32 \times \text{ต้นทุนรวม} \\ \text{ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ} &= 0.16 \times \text{ต้นทุนรวม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่ง} &= 0.45 + (0.32 \times (0.45/0.52)) + (0.16 \times (0.45/0.52)) \\ &= 0.45 + 0.28 + 0.14 \\ &= 0.87 \text{ บาท/ชิ้น} \end{aligned}$$

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวรัชนีกร กิตติริมงคล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	13 มิถุนายน 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2547)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลัง การเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมูลนิธิ โครงการหลวง