

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 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์บัวแ้วแผ่นผสมผลไม้ชนิดต่างๆ

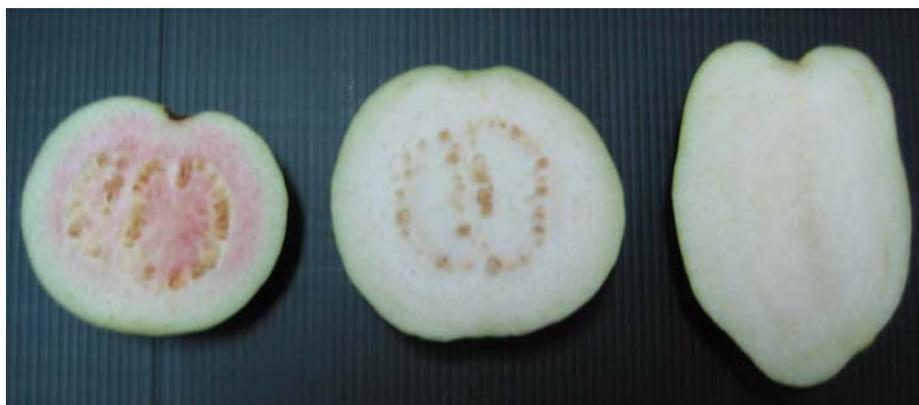
| สิ่งทดลอง | คุณลักษณะ | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------|--------------------|-----------|--------|--------------------|
| | สี | ความ สม่ำเสมอ | กลิ่นรสบัว แ้ว | กลิ่นรส ผลไม้ | ความเหนียว | รสหวาน | รสเปรี้ยว | รสเค็ม | ความชอบ รวม |
| บัวแ้วผสมฝรั่ง | 5.75 ^{ab} | 6.06 | 5.53 | 6.22 ^a | 5.09 | 5.59 ^{ab} | 5.34 | 5.62 | 6.50 ^a |
| บัวแ้วผสมส้ม | 6.53 ^a | 6.40 | 5.69 | 5.22 ^b | 4.69 | 4.75 ^c | 4.88 | 5.06 | 5.50 ^b |
| บัวแ้วผสมสับปะรด | 5.68 ^c | 6.25 | 5.88 | 5.28 ^b | 4.81 | 6.31 ^a | 5.56 | 5.50 | 6.18 ^{ab} |
| บัวแ้วผสมมะม่วง | 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 ไร้เมล็ด และไร้แดง ดังภาพที่ 7 และอายุการเก็บเกี่ยว 3 ช่วง คือ แก่จัด, สุก และสุกจัด จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่ง ทดลองดังตารางที่ 9



ภาพที่ 7 ฝรั่งพันธุ์ไร้แดง ฝรั่งพันธุ์เป็นสีทอง และฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ดในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ

ตารางที่ 9 พันธุ์และความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพ

| สิ่งทดลอง | พันธุ์ | ความแก่อ่อน |
|-----------|-----------|-------------|
| Pan_1 | เป็นสีทอง | แก่จัด |
| Pan_2 | เป็นสีทอง | สุก |
| Pan_3 | เป็นสีทอง | สุกจัด |
| N_1 | ไร้เมล็ด | แก่จัด |
| N_2 | ไร้เมล็ด | สุก |
| N_3 | ไร้เมล็ด | สุกจัด |
| Red_1 | ไร้แดง | แก่จัด |
| Red_2 | ไร้แดง | สุก |
| Red_3 | ไร้แดง | 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

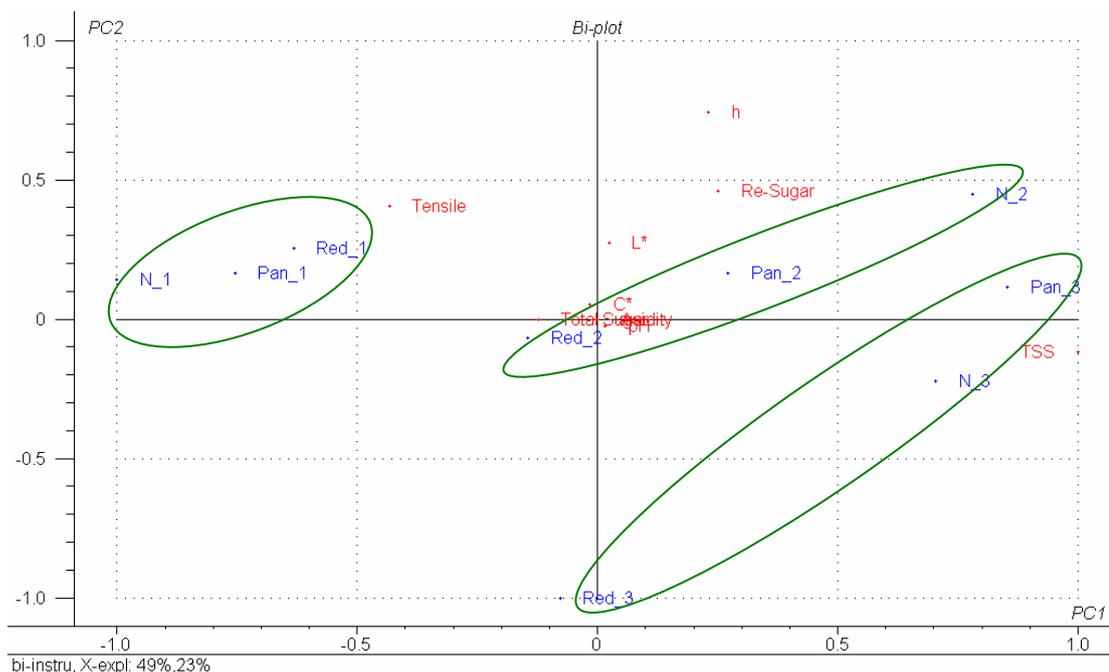
พันธุ์ไร่เมล็ด และเป็นสีทองจะมีลักษณะเนื้อฟูจึงมีค่าแรงกดน้อยกว่า เมื่อพิจารณาความแก่อ่อนของฝรั่งต่อค่าแรงกด ค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งทั้ง 3 ระยะความแก่อ่อนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าเฉลี่ยแรงกดของฝรั่งระยะแก่เท่ากับ 19.81 นิวตัน ระยะสุกเท่ากับ 15.14 นิวตัน และระยะสุกจัดเท่ากับ 9.16 นิวตัน 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 สามารถอธิบายถึงปัจจัยทางด้านการวิเคราะห์ที่เครื่องมือใดที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งทดลองที่ศึกษา 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



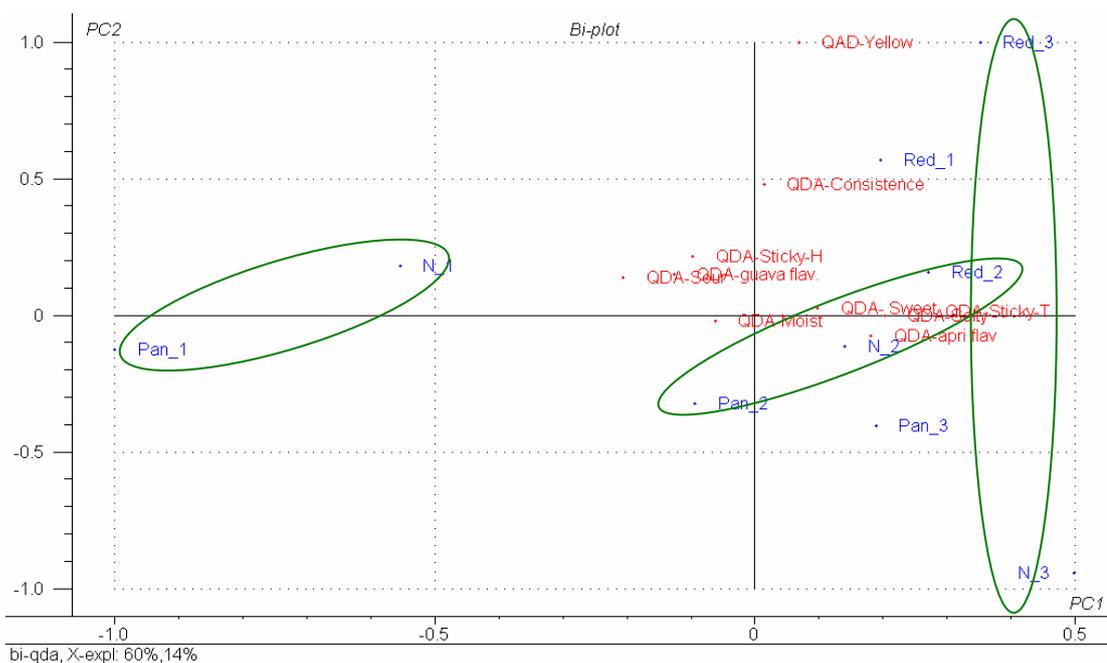
ภาพที่ 8 Bi-plot ระหว่าง Correlation loadings จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot ของบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งทั้ง 9 ตัวอย่าง

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

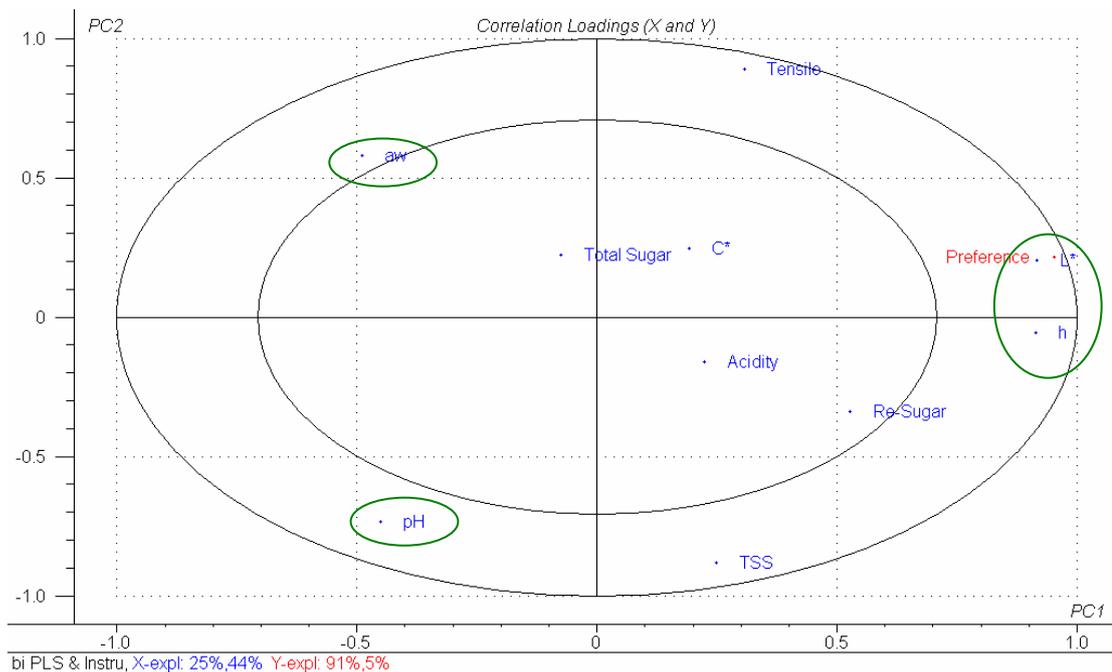
จากภาพที่ 9 แสดงค่า Correlation จากค่าคุณภาพทางเครื่องมือ กับ Score plot จากบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งแต่ละพันธุ์และอายุการเก็บ โดยจะเห็นว่าระดับความแก่อ่อนของฝรั่งนั้นเรียงตัวกันในแนวตั้งจากระยะแก่จัดซึ่งอยู่ทางซ้ายสุด สุก และสุกจัด ซึ่งอยู่ทางขวาสุดตามเส้น PC 1

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

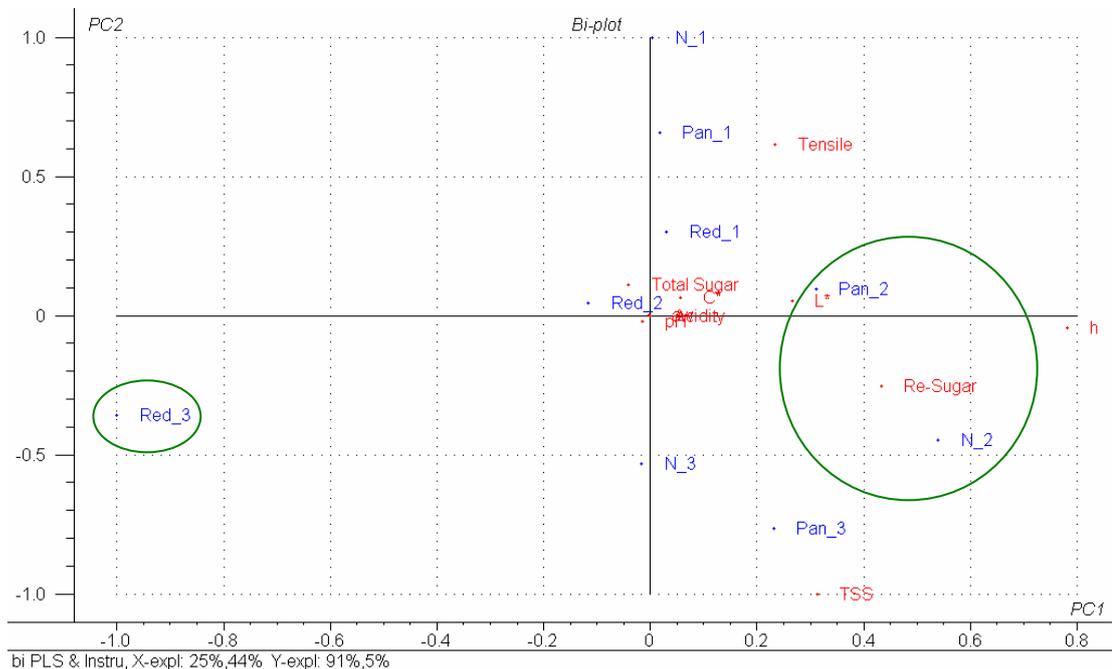
เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้นบนแกน PC1 ที่สรุปได้ว่าสามารถอธิบายระดับความแก่อ่อนของฝรั่งที่ใช้ผสมตามแกน PC1 จากซ้ายไปขวา แกน PC1 อธิบายคุณลักษณะด้านรสหวาน กลิ่นรสบ๊วย ความเหนียวติดฟัน รสเค็ม ค่าแรงดึง กลิ่นรสฝรั่ง และรสเปรี้ยว พบว่าบ๊วยแผ่นผสมฝรั่งระยะแก่จัดมีค่าแรงดึง กลิ่นรสฝรั่ง และรสเปรี้ยวมากที่สุดและจะลดลงเมื่อฝรั่งสุกมากขึ้น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

2.2.3 แผนภาพของค่าคุณภาพที่วัดจากเครื่องมือ กับคะแนนความชอบรวมจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

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



(A)



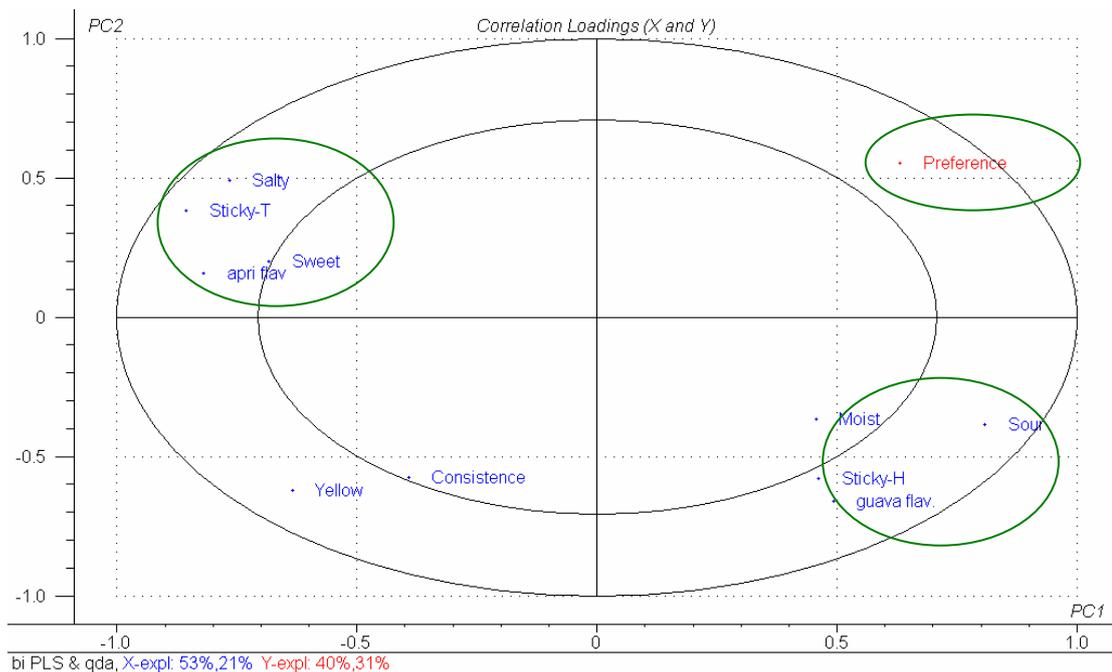
(B)

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

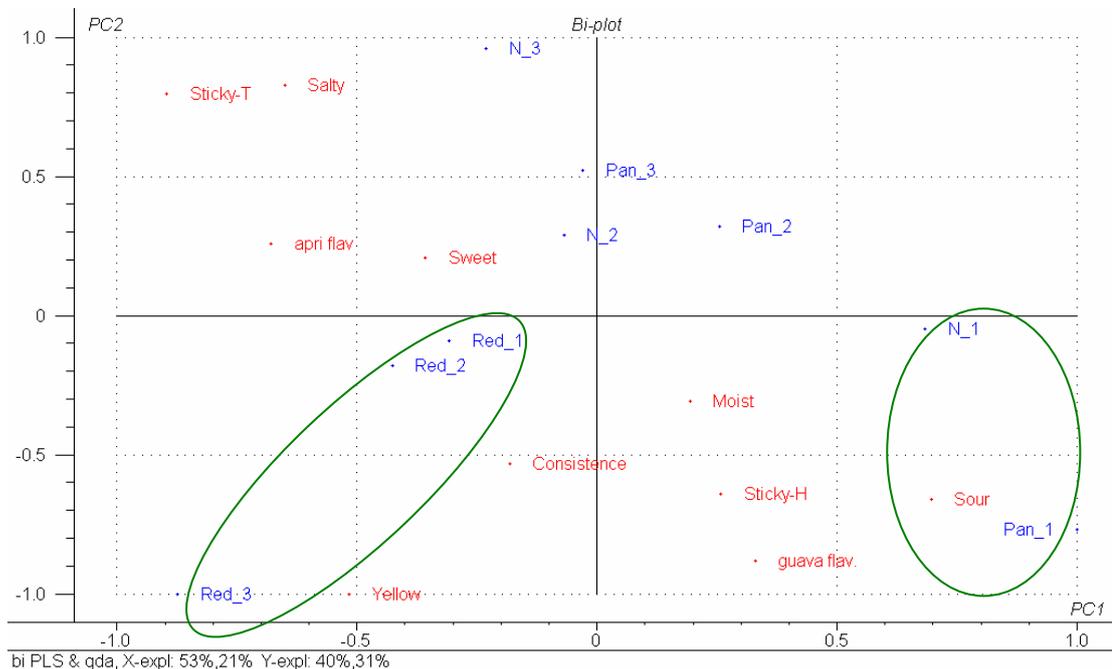
จากภาพที่ 10 (A) ที่ตำแหน่งแกน PC1 เมื่อพิจารณาค่า Correlation แสดงการจัดกลุ่มและตำแหน่งของค่าคุณภาพจากการวัดด้วยเครื่องมือ พบว่าค่าความสว่าง ค่ามุมของสี ค่า a_w และ pH ที่วัดด้วยเครื่องมือสามารถคาดคะเนคะแนนความชอบได้ โดยความสว่าง ค่ามุมของสีของผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ตำแหน่ง PC1 เป็นตำแหน่งเดียวกับคะแนนความชอบรวม 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

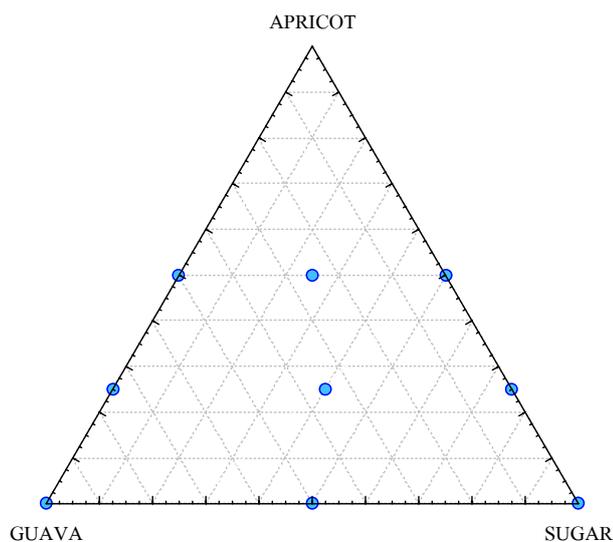
ภาพที่ 11 (A) ที่ตำแหน่งแกน PC1 เมื่อพิจารณา Correlation แสดงการจัดกลุ่ม และตำแหน่งของค่าคุณภาพความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า รสเปรี้ยว ความเหนียว กลิ่นรสฝรั่ง รสเค็ม ความเหนียวติดฟัน รสหวาน และกลิ่นรสบ๊วยสามารถคาดคะเนคะแนนความชอบได้ โดยรสเปรี้ยว ความเหนียว และกลิ่นรสฝรั่งอยู่ตำแหน่ง PC1 ทิศทางบวกเป็นตำแหน่งเดียวกับคะแนนความชอบรวม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

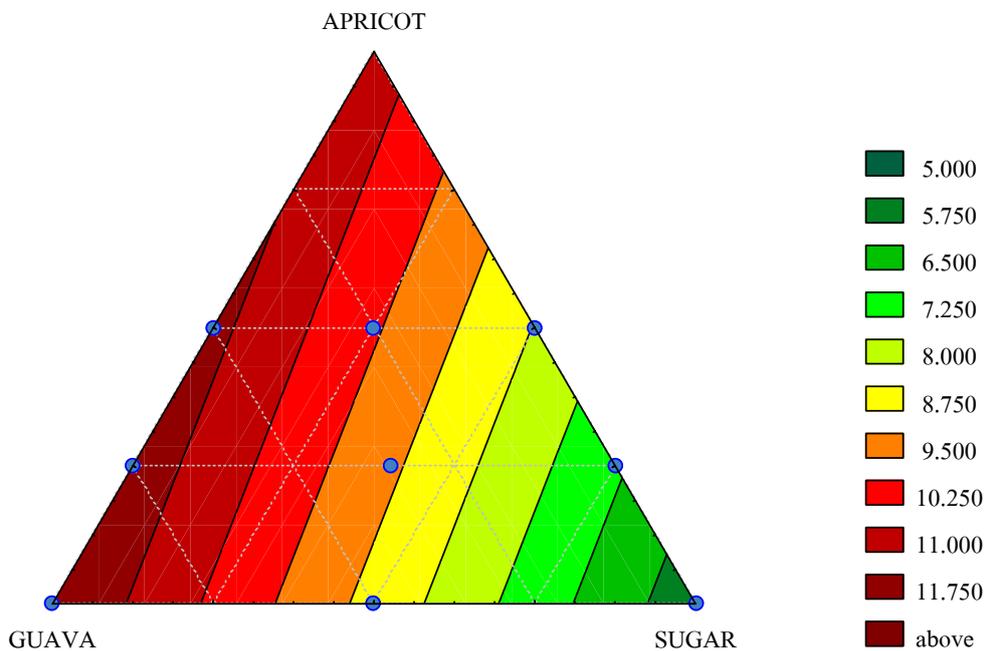
| | สมการถดถอย | R^2 | p-value |
|--------------------|--|-------|---------|
| ทางกายภาพ | | | |
| แรงดึง (นิวตัน) | $= 15.29 x_1 + 20.63 x_2 - 11.73 x_3$ | 0.779 | 0.022 |
| ค่าความสว่าง | $= 20.10 x_1 + 41.70 x_2 + 41.03 x_3$ | 0.989 | 0.000 |
| ค่าสีแดง | $= 1.90 x_1 + 12.44 x_2 - 2.91 x_3$ | 0.868 | 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

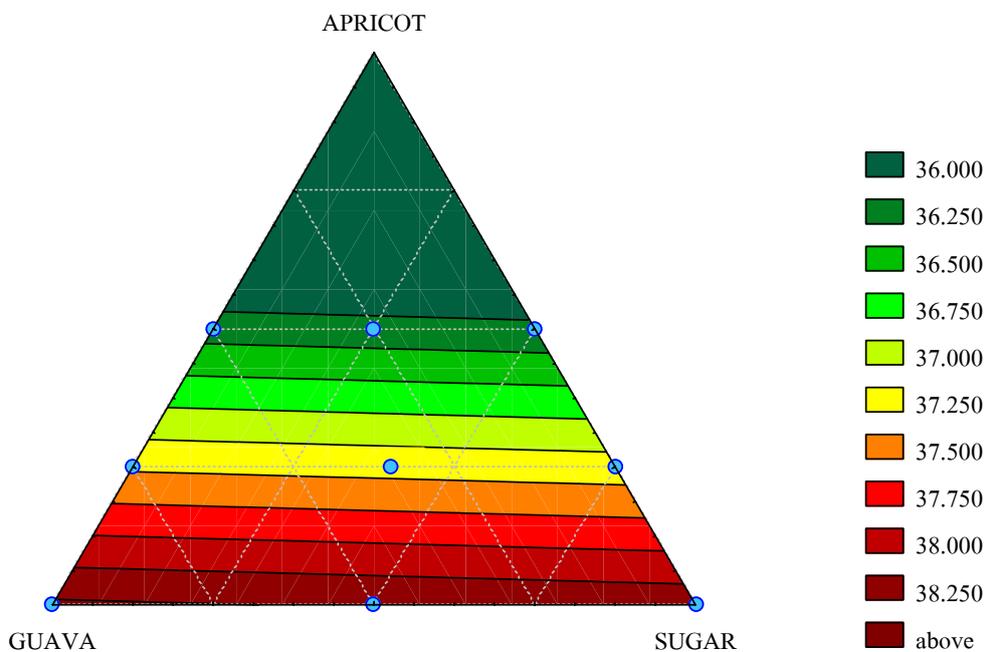
x_1 คือ ปริมาณของบ๊วย

x_2 คือ ปริมาณฝรั่ง

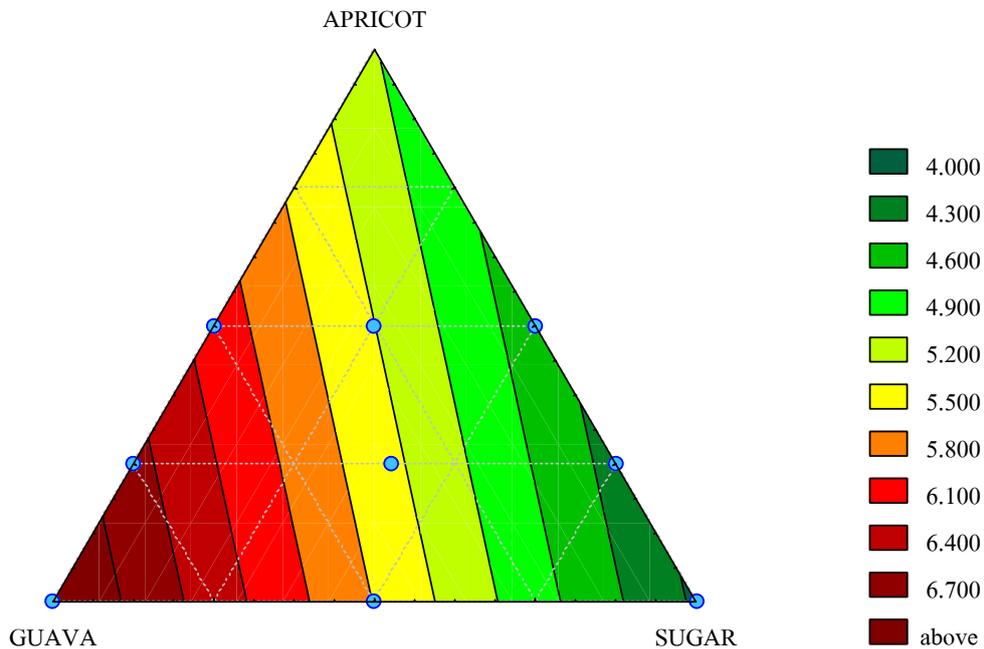
x_3 คือ ปริมาณน้ำตาลทราย



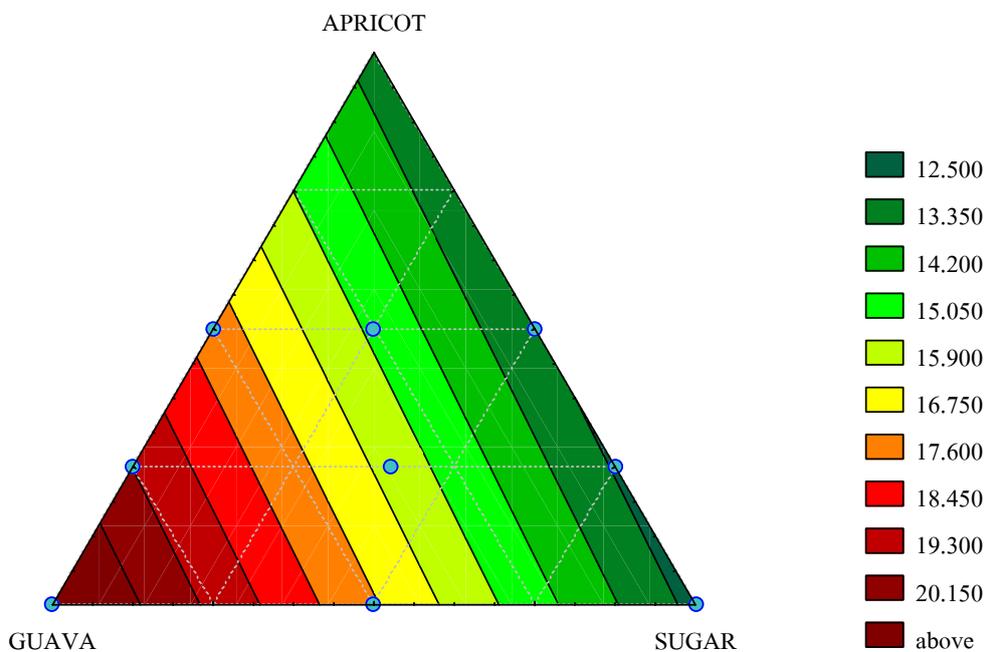
ภาพที่ 13 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าแรงดึง (นิวตัน)



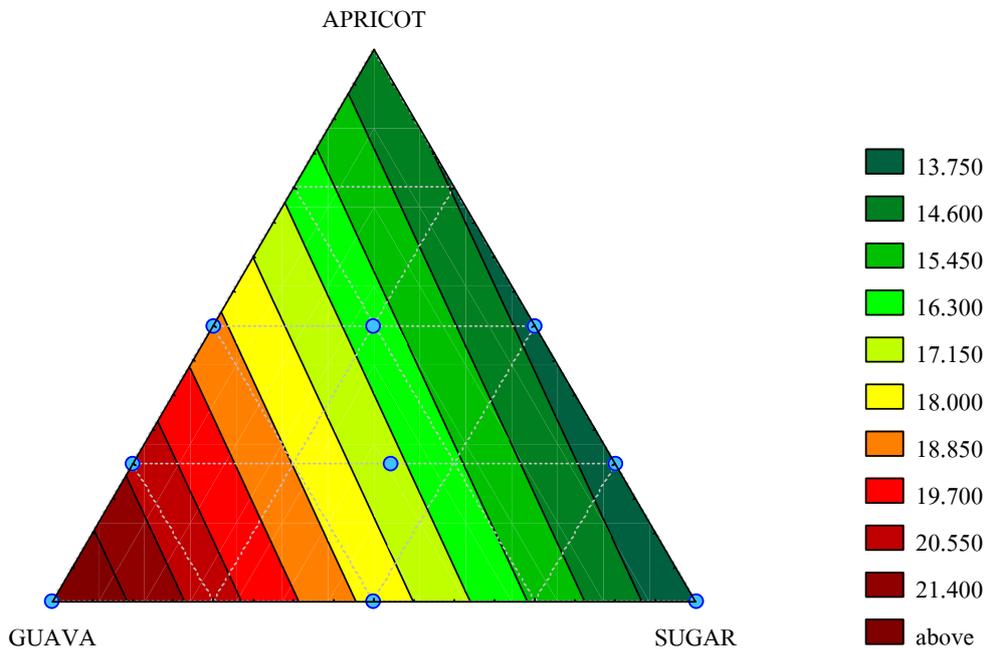
ภาพที่ 14 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความสว่าง



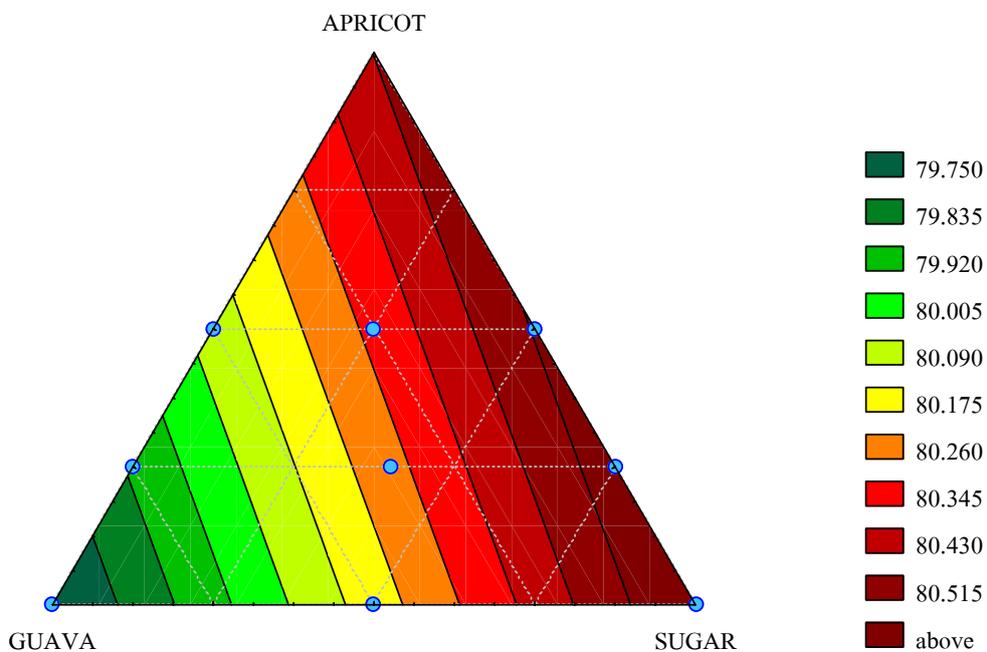
ภาพที่ 15 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีแดง



ภาพที่ 16 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าสีเหลือง



ภาพที่ 17 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่าความเข้มสี



ภาพที่ 18 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายค่ามุมของสี (องศา)

จากภาพที่ 13-18 แสดงกราฟคอนทัวร์ของค่าแรงดึง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเข้มสี จากสมการถดถอยของค่าแรงดึง สามารถอธิบายได้ว่าปริมาณของฝรั่งและบ๊วยจะมีผลต่อค่าแรงดึง โดยพิจารณาจากค่าบวกของค่าสัมประสิทธิ์ คือเมื่อปริมาณของฝรั่งและบ๊วยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงดึงเพิ่มขึ้นด้วย ค่าความสว่างมีความสัมพันธ์กันกับทั้ง 3 ปัจจัย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณบ๊วย ฝรั่ง และน้ำตาลมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์พบว่าสัมประสิทธิ์ของฝรั่งและน้ำตาลมีค่ามากกว่าบ๊วย ดังนั้นการเพิ่มปริมาณฝรั่ง และน้ำตาลมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากกว่าการเพิ่มปริมาณบ๊วย ปริมาณของฝรั่งและบ๊วยจะมีผลต่อค่าสีแดง คือเมื่อปริมาณของฝรั่งและบ๊วยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีเหลืองมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝรั่งเพียงปัจจัยเดียว โดยเมื่อเพิ่มปริมาณฝรั่งมีผลทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น ค่าความเข้มสีได้จากการคำนวณจากค่าสีแดง และค่าสีเหลือง จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณฝรั่งมีผลทำให้ค่าความเข้มสีเพิ่มขึ้นค่ามุมของสีมีความสัมพันธ์กันกับทั้ง 3 ปัจจัย คือ เมื่อเพิ่มปริมาณบ๊วย ฝรั่งและน้ำตาล มีผลทำให้ค่ามุมของสีเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 14 ค่าคะแนนความชอบในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งจากแผนการทดลอง 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

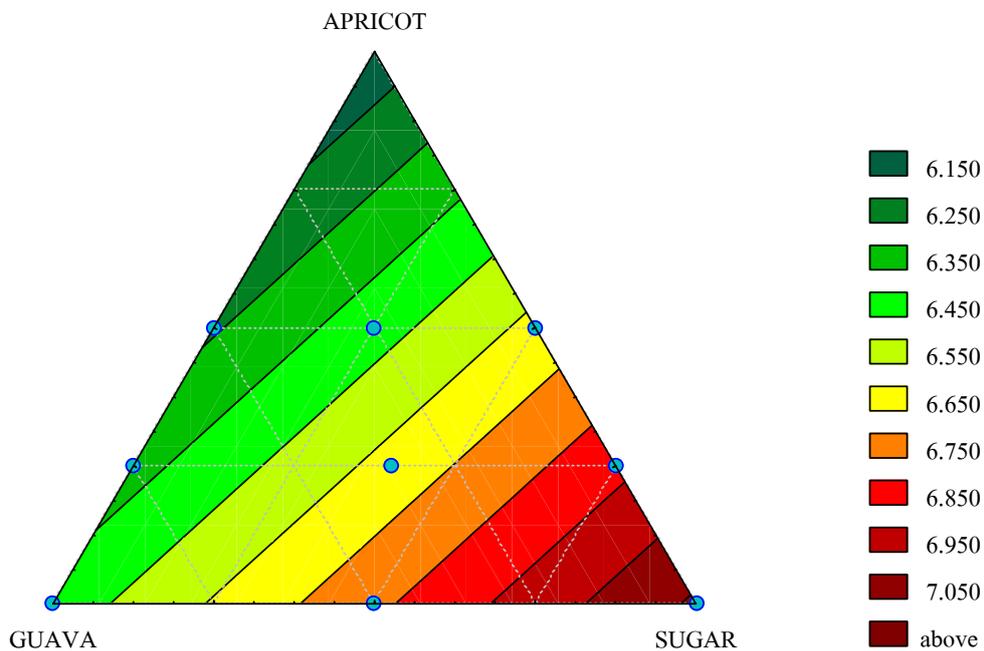
| | สมการถดถอย | R^2 | p-value |
|---------------------|-----------------------------------|-------|---------|
| ทางประสาทสัมผัส | | | |
| สี | $= 4.26X_1 + 5.77X_2 + 9.15X_3$ | 0.994 | 0.000 |
| ความสม่ำเสมอของแผ่น | $= -1.29X_1 + 6.61X_2 + 11.29X_3$ | 0.992 | 0.000 |
| กลิ่นรส | $= 1.89X_1 + 5.98X_2 + 9.54X_3$ | 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

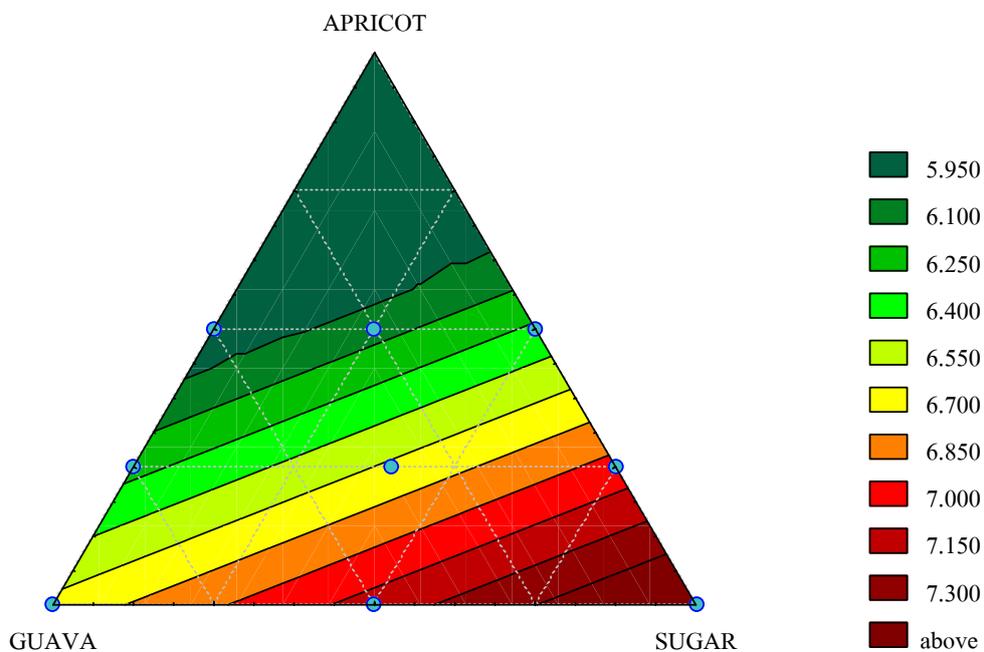
x_1 คือ ปริมาณของบิวัย

x_2 คือ ปริมาณฝรั่ง

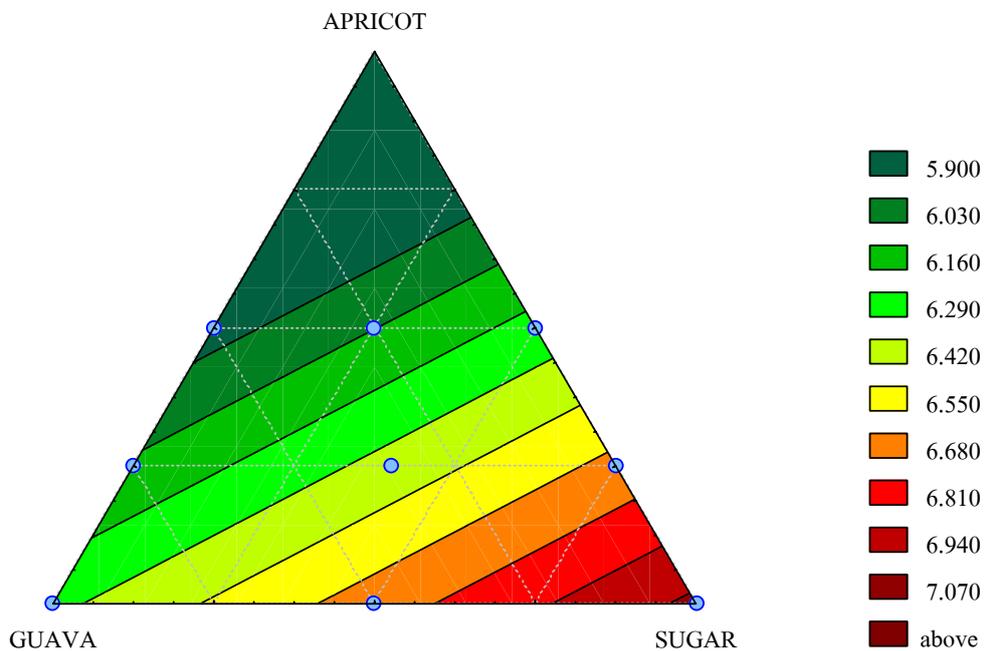
x_3 คือ ปริมาณน้ำตาลทราย



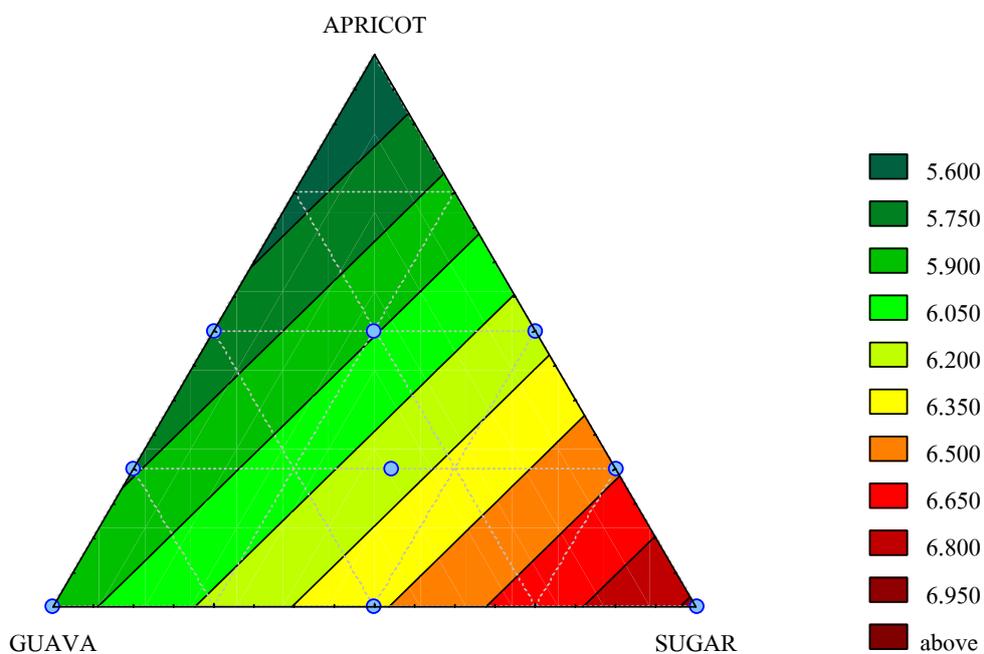
ภาพที่ 19 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านสี



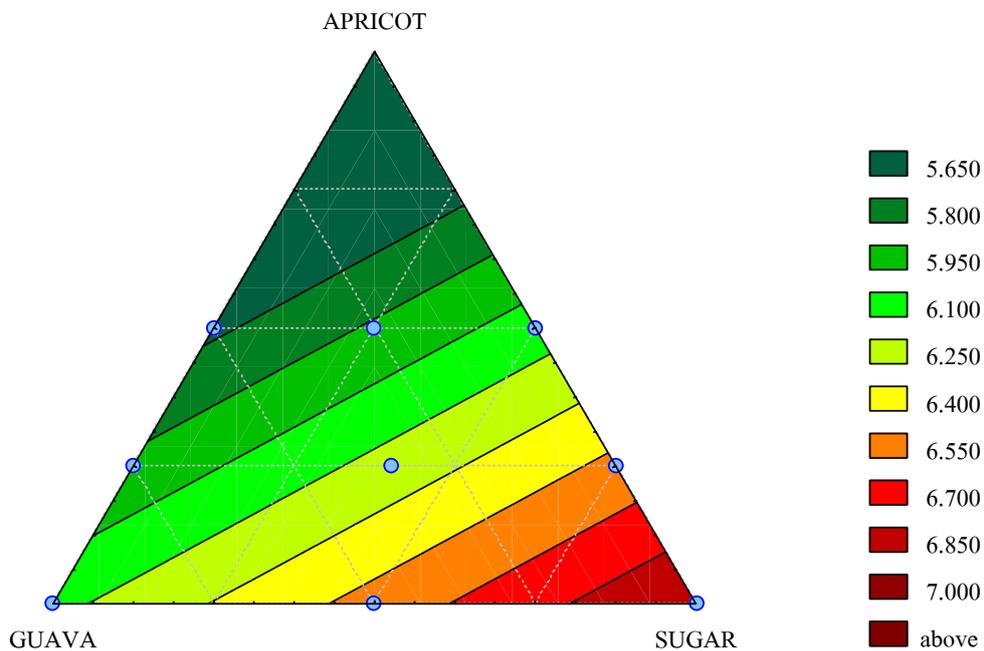
ภาพที่ 20 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะความสม่ำเสมอของแผ่น



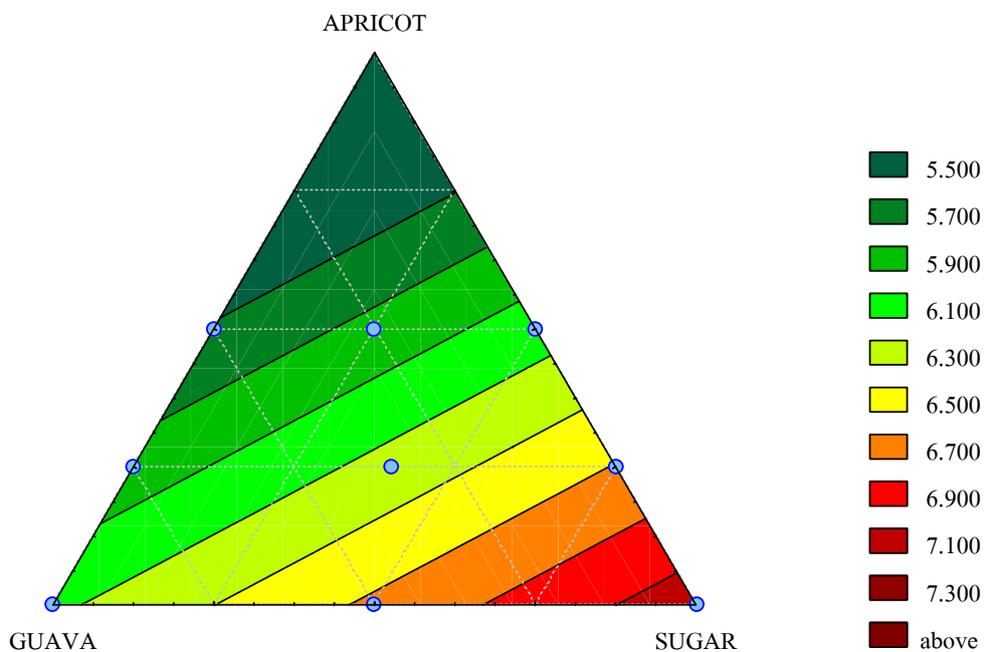
ภาพที่ 21 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรส



ภาพที่ 22 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านความเหนียว

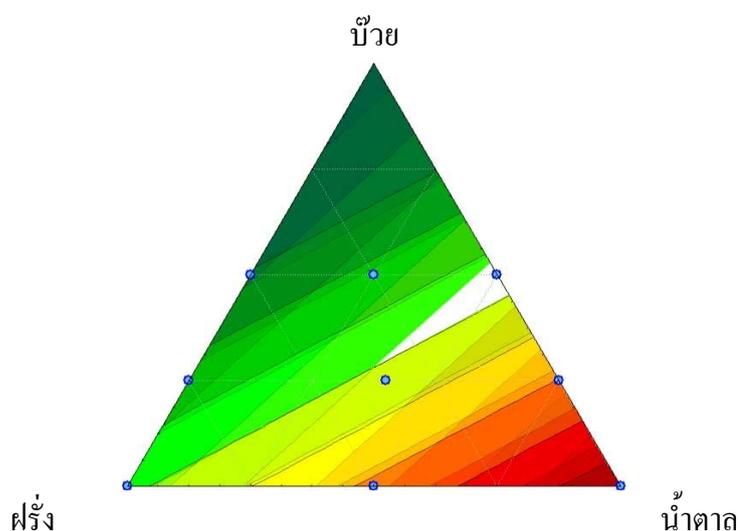


ภาพที่ 23 กราฟคอนทัวร์ในการทำนายความชอบในคุณลักษณะด้านรสชาติ



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) ที่ทำการศึกษาผลของเพกตินต่อคุณภาพของสตรอเบอร์รี่แผ่น 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 |

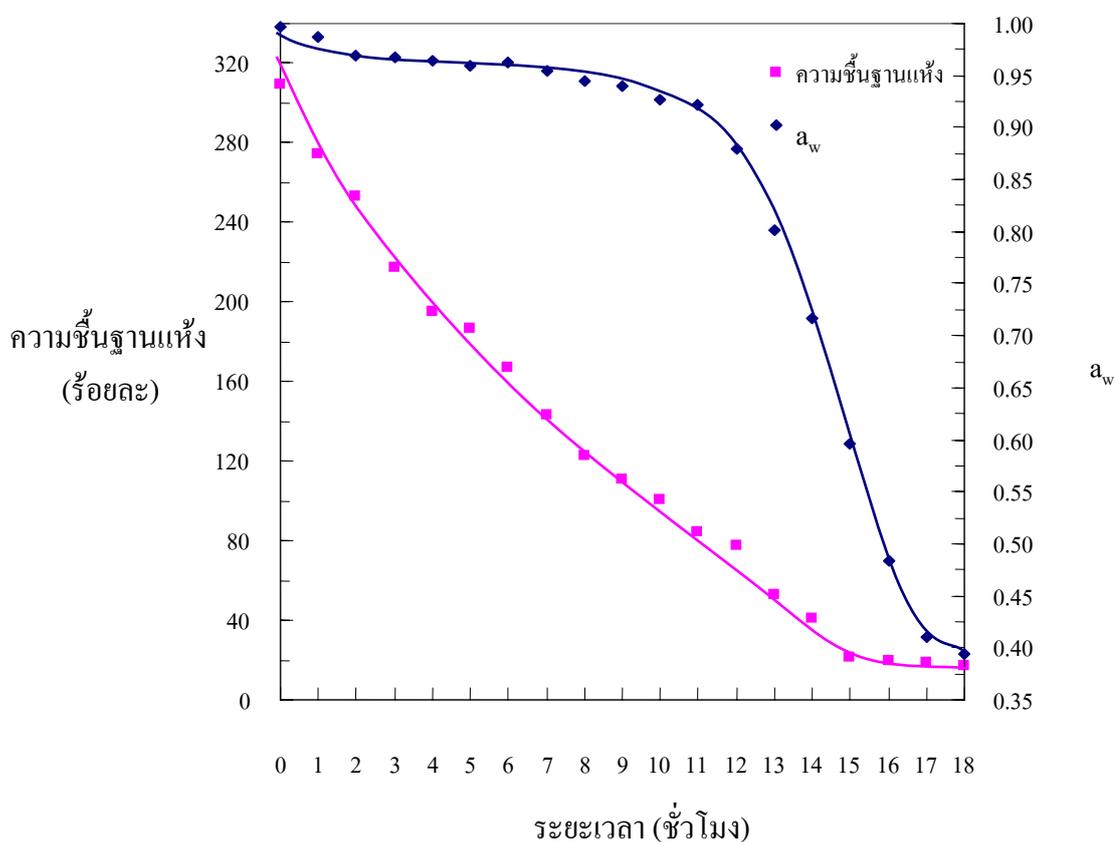
หมายเหตุ ^{a-x} ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

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 ที่ทิ้งไว้ให้สัมผัสกับกระแสน้ำที่ภายในตู้อบ 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 เนื่องจากในขั้นนี้ใช้เวลา น้อยมาก และอาจเกิดขึ้นก่อนในอีก 1 ชั่วโมงถัดไป อัตราการทำให้แห้งคงที่ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 0 – 15 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว 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 ชั้นมีขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 10 กรัม ดังภาพที่ 27 โดยผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งมีต้นทุนวัตถุดิบรวมถึงต้นทุนแรงงาน และต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่ไม่รวมถึงต้นทุนบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 0.87 บาทต่อ 1 ชั้น โดยมีวิธีการคำนวณดังภาคผนวก จ.

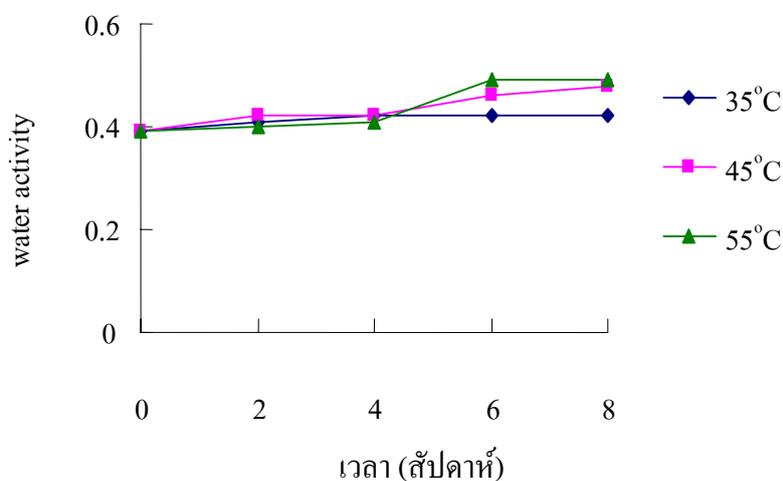


ภาพที่ 27 ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

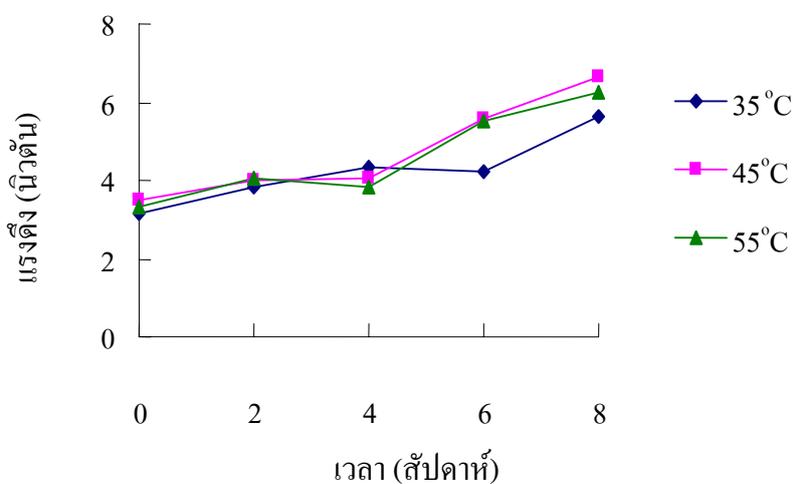
5. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง

5.1 ค่าคุณภาพทางกายภาพ

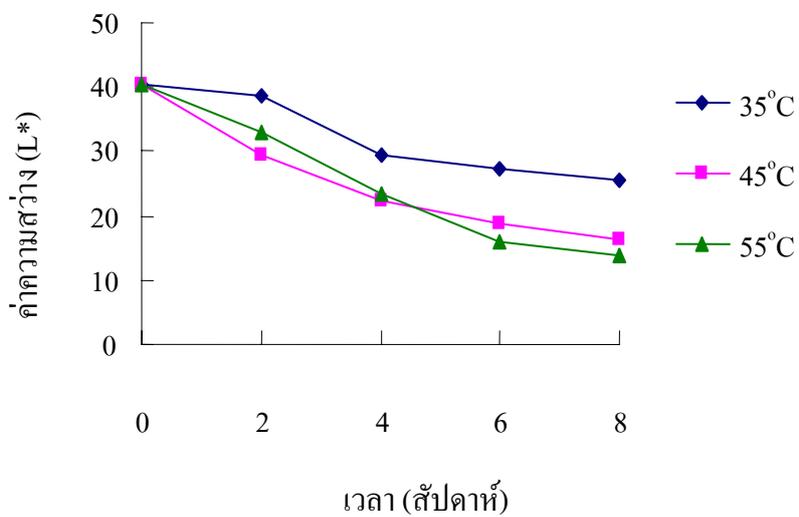
จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งในซองออลูมิเนียมฟอยล์ (LAF) เก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 3 สภาวะ คือ 35 ± 2 , 45 ± 2 และ 55 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์



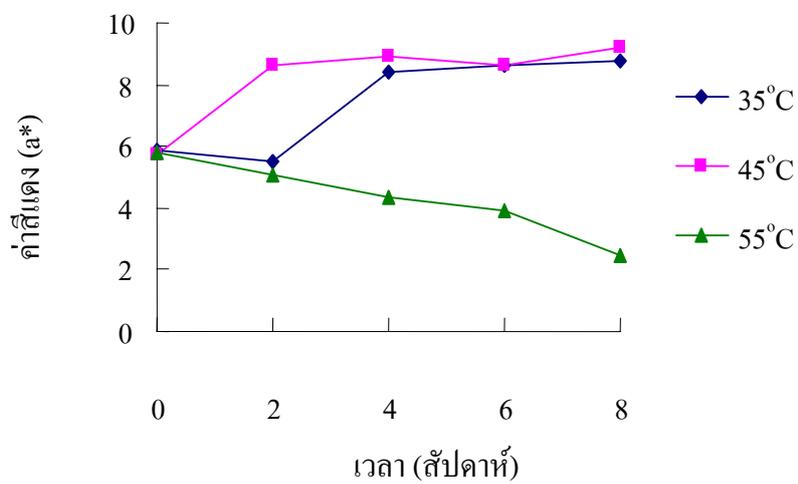
ภาพที่ 28 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



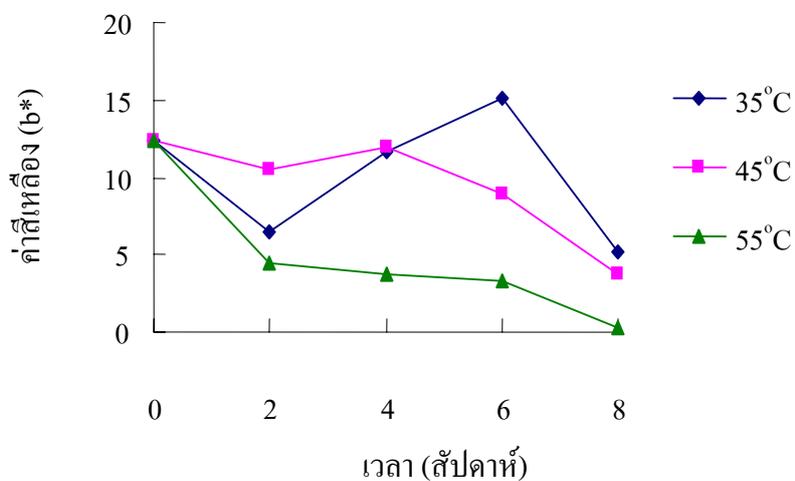
ภาพที่ 29 ค่าแรงดึง (นิวตัน) ของผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



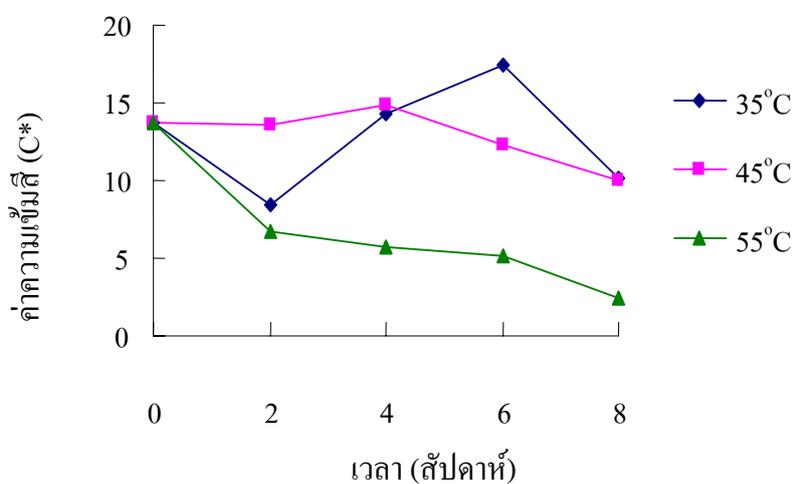
ภาพที่ 30 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



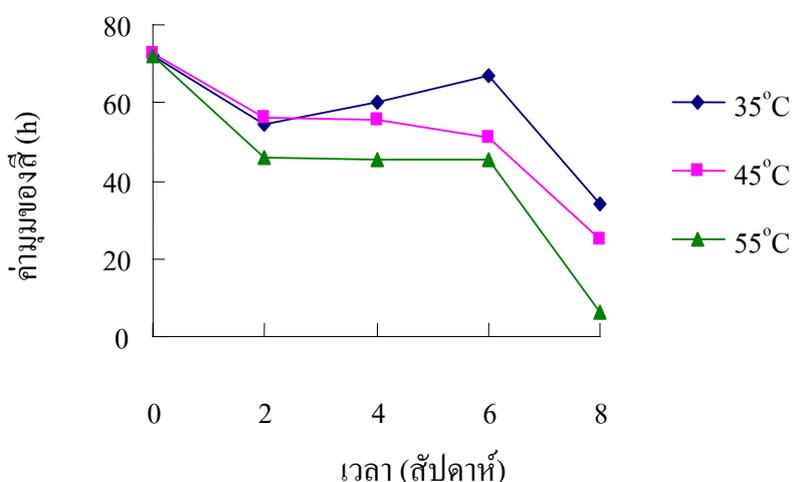
ภาพที่ 31 ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพที่ 32 ค่าสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์บัวแวนผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



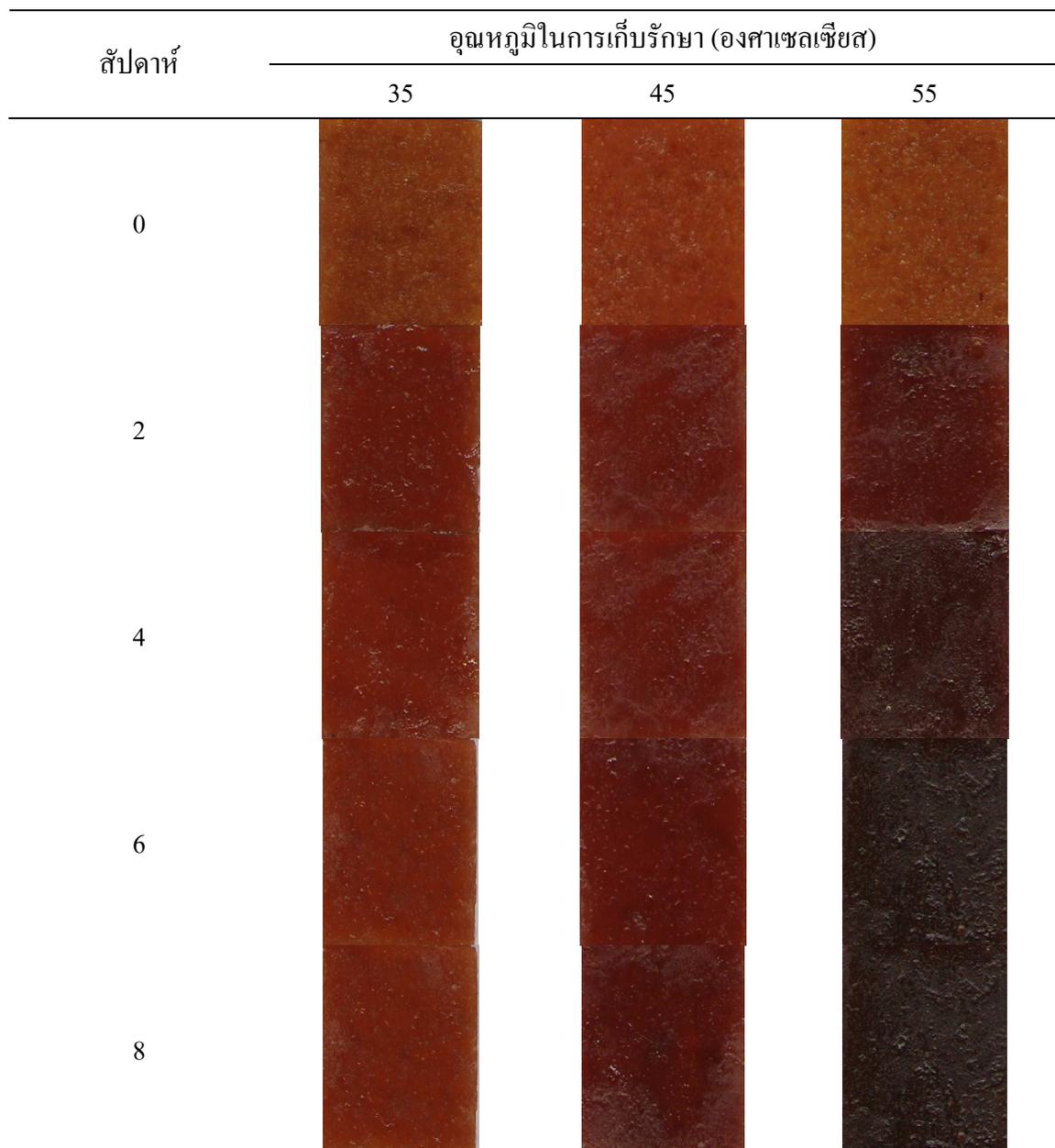
ภาพที่ 33 ค่าความเข้มสี (C^*) ของผลิตภัณฑ์บัวแวนผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพที่ 34 ค่ามมของสี (h) ของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฟรังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

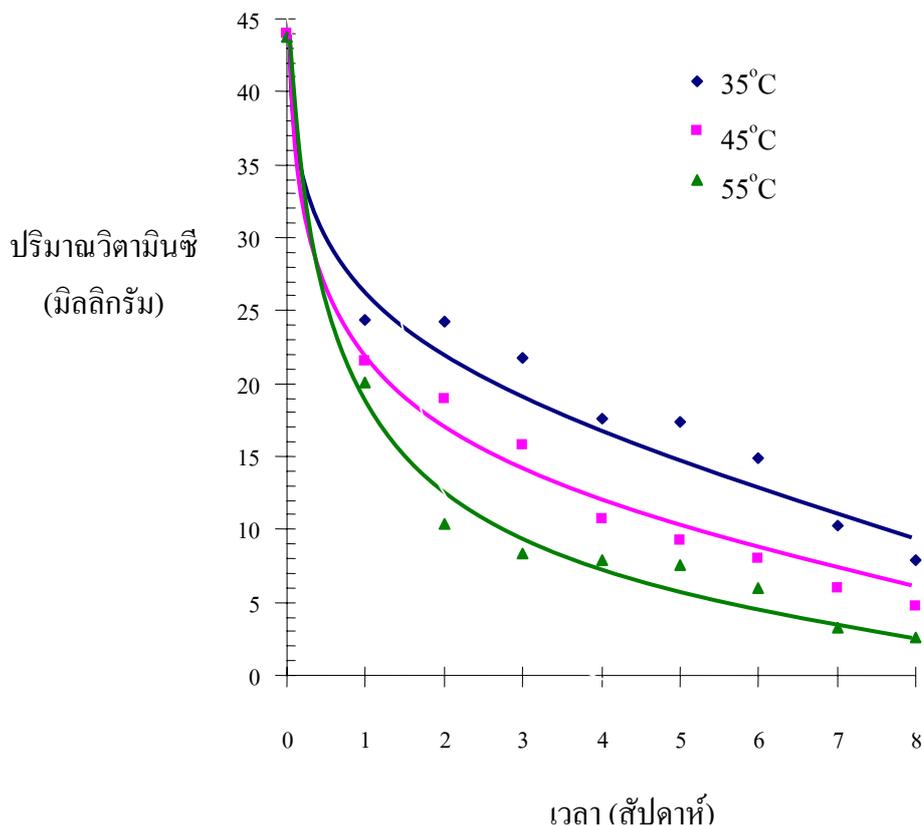
จากการตรวจสอบค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฟรังได้ผลดังภาพที่ 28 – 34 และภาพที่ 35 แสดงผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฟรังที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 อุณหภูมิมีแนวโน้มคงที่ เมื่อเปรียบเทียบค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่เวลาการเก็บรักษากับผลิตภัณฑ์เริ่มต้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) 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 คุณลักษณะค่ามุมของสี พบว่า ค่ามุมของสีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 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 องศาเซลเซียสสามารถเก็บผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่นผสมฝรั่ง 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 คะแนนความเข้มจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ 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 |
| กลิ่นรสบิวรี่ | 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 |

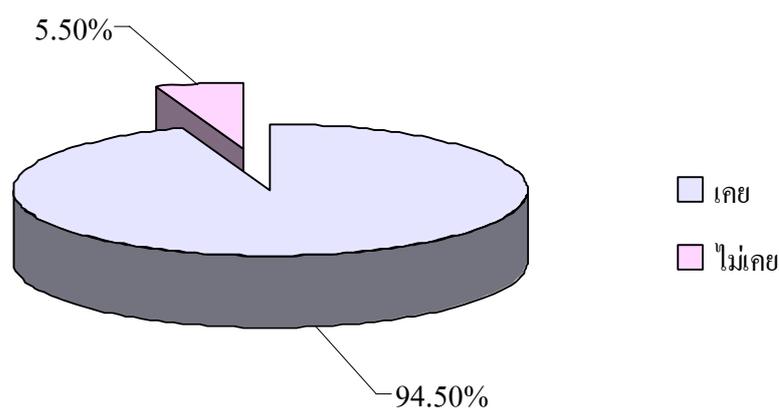
หมายเหตุ *หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผลิตภัณฑ์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0)

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

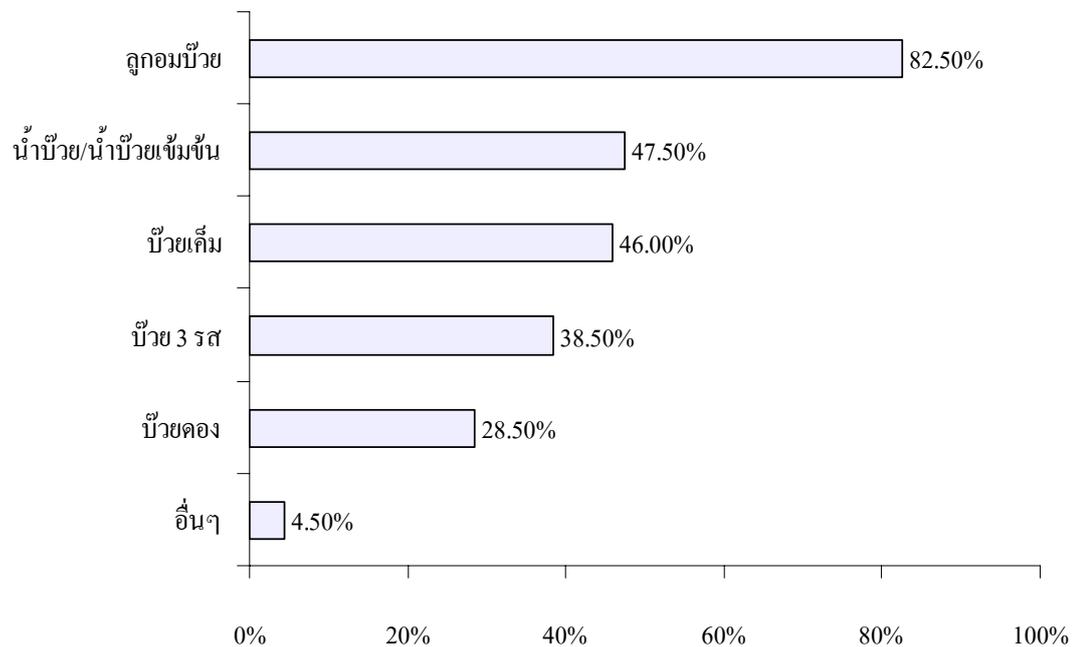
6.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

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

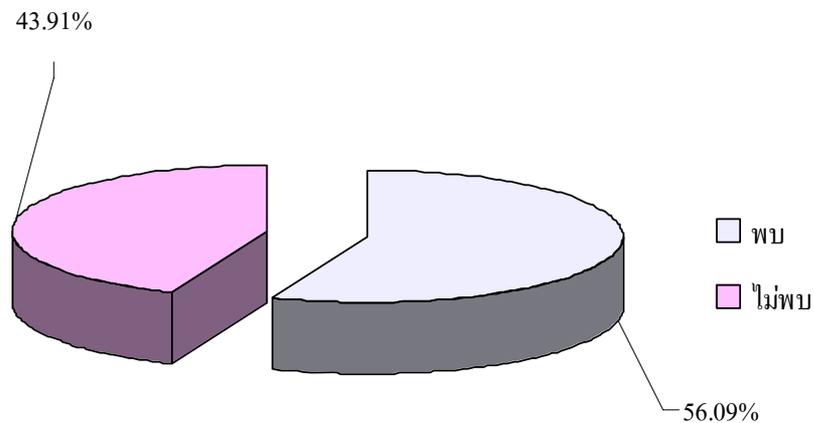


ภาพที่ 37 ร้อยละของจำนวนคำตอบเคยและไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัว

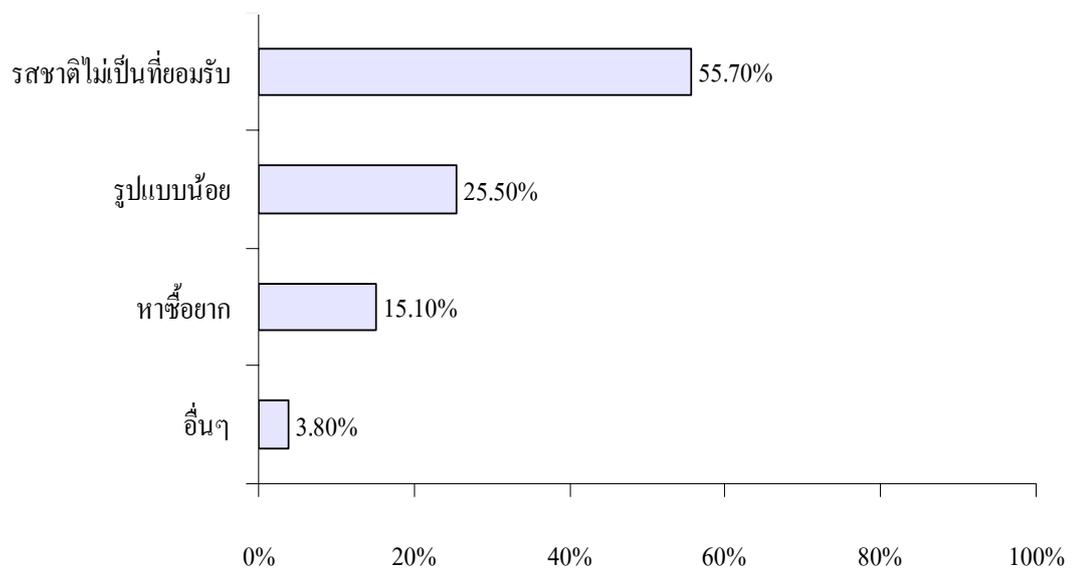


ภาพที่ 38 ร้อยละของจำนวนคำตอบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวชนิดต่างๆ

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 บัวดองร้อยละ 28.50 และอื่นๆ ได้แก่ บัวเชื่อม บัวผง แยมบัว เป็นต้น แสดงรายละเอียดดังตารางผนวกที่ 2



ภาพที่ 39 ร้อยละของจำนวนคำตอบพบและไม่พบปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว



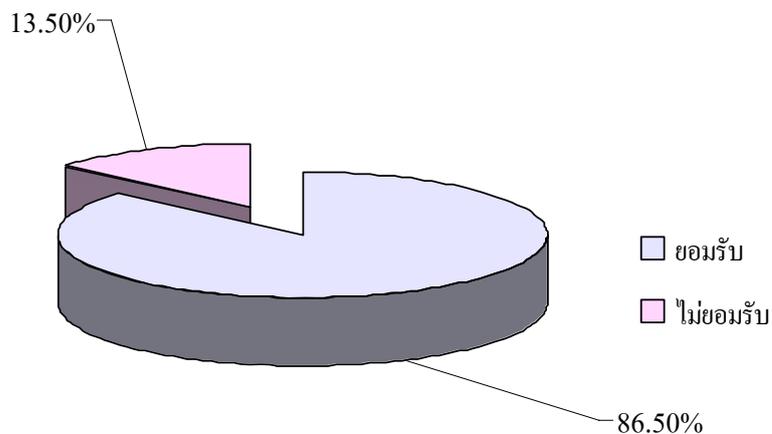
ภาพที่ 40 ร้อยละของจำนวนคำตอบของปัญหาในการบริโภคผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว

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

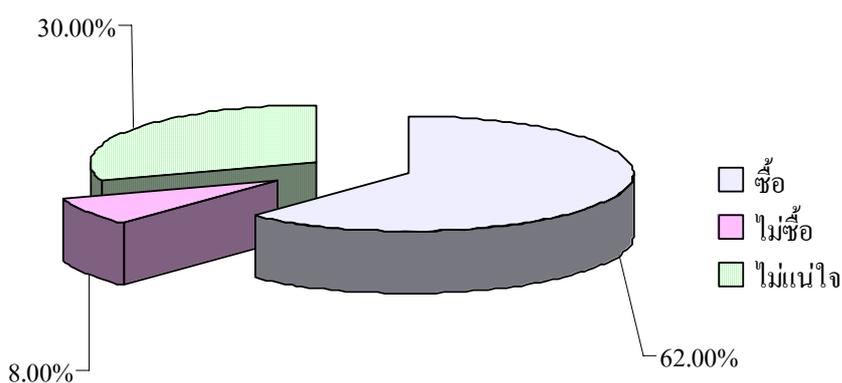
หวานจัด ปัญหาที่พบรองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากบัวมีรูปแบบน้อยร้อยละ 25.50 หาซื้อยาก ร้อยละ 15.10 และอื่นๆ ได้แก่ บัวมีเมล็ดรับประทานยากแสดงรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ๓2

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 แสดงดัง ตารางผนวกที่ ๓3

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

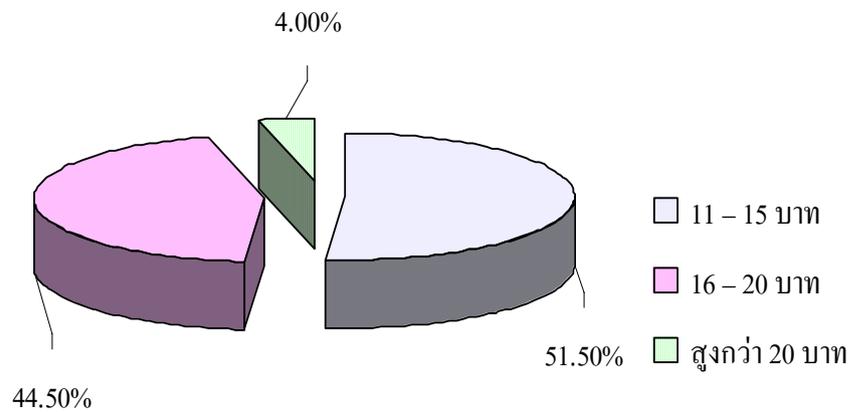


ภาพที่ 41 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง



ภาพที่ 42 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง

จากการทดสอบผู้บริโภคต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง ดังภาพที่ 41 และภาพที่ 42 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 86.50 ยอมรับผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 13.50 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่ง ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 62.00 ซื้อผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่งเมื่อออกจำหน่าย ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 30.00 ไม่แน่ใจว่าจะซื้อหรือไม่ และผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 8.00 ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์บิวรี่แผ่นผสมฝรั่งแสดงดังตารางผนวกที่ 4



ภาพที่ 43 ร้อยละของจำนวนคำตอบด้านราคาผลิตภัณฑ์บัวแผ่นผสมฝรัง 5 ซองต่อแพ็ค

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