การสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวโดยใช้เทคนิค Free-Choice Profiling

Product Concept Development of Snack Product Using Free-Choice Profiling

พรรณนุภา วงศ์มังกร (Punnupa Wongmungkorn)* ดร.อัมพร แซ่เอียว (Dr.Amporn Sae-eaw)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว โดยวิธี Free-Choice Profiling หาคำอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ทดสอบความชอบโดยรวมแบบ (9 points hedonic scale) กับผลิตภัณฑ์ทางการค้า 11 ตัวอย่าง (A-J) กับผู้ทดสอบ 50 คน หาความสัมพันธ์ข้อมูลวิธี Partial Least Regression พบว่าผล PCA Bi-plot แสดงตำแหน่งผลิตภัณฑ์ B, E และ J ใกล้เคียงกัน มีความสัมพันธ์กับลักษณะด้านรสหวาน และสีน้ำตาล สอดคล้องกับผล PLSR โดยที่แกนคะแนนความชอบรวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณลักษณะดังกล่าวที่ส่งผลต่อความชอบของผู้บริโภค แนวความคิดผลิตภัณฑ์สร้างจากความเข้มของลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านรสหวาน และสีน้ำตาล ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ คือ ค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 45.71-60.81 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง -2.97 ถึง -6.08 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 19.91-21.21 และค่าความแข็งอยู่ในช่วง 1.34-10.79 N

ABSTRACT

The objective of this study was to develop the concept of snack product using Free-Choice Profiling technique to describe product sensory characteristics and product acceptance test with consumers (n=50). Partial Least Square Regression was used to correlate physicochemical, sensory acceptance and FCP data. The PCA biplot indicated that product B, E and J were closely positioned to one another and correlated with brown color and sweetness ; this result was similar to that obtained from PLSR result which revealed the positive relationship between consumer acceptance and those sensory characteristics. Consequently, the healthy snack product concept was developed based on sensory (brown color and sweetness) and physical characteristics : the L* value from 45.71-60.81, the redness (a*) value from -2.97 to -6.08, the yellowness (b*) value from 19.91-21.21 and hardness from 1.34-10.79 N.

คำสำคัญ: อาหารขบเคี้ยว เทคนิคเค้าโครงเลือกเสรี วิธี Generalized Procrustes Analysis (GPA)

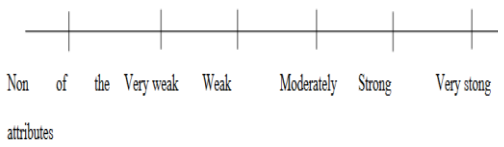
Keywords: Snack product, Free-Choice Profiling Technique, Generalized Procrustes Analysis (GPA)

** นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

*** อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

บทนำ

เทคนิคเค้าโครงเลือกเสรี (Free-Choice Profiling Technique) เป็นวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาในการอธิบายคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบแต่ละคนสามารถพัฒนาคำศัพท์ของตนเอง โดยจำนวนผู้ทดสอบที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์ของการประเมิน และความสามารถของผู้ประเมิน (Oreskovich, 1991) ซึ่งบางครั้งผู้ทดสอบไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเลย แต่บางกรณีผู้ประเมินควรได้รับฝึกฝนและทำซ้ำหลายครั้ง โดยใช้ตัวอย่างอ้างอิงในการฝึกฝนเพื่อให้ผู้ประเมินคุ้นเคยกับวิธีการและผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดสอบ สเกลที่ใช้โดยทั่วไปจะใช้สเกลเส้นตรง (Line Scale) แสดง ดังภาพที่ 1 ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากคำศัพท์ที่ผู้ทดสอบสร้างขึ้น ผลที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยการจัดการข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี Generalized Procrustes analysis (Jong et al., 1998; Peron, 2000) และยังสามารถนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ ร่วมกับวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) ได้อีกด้วยในการกำหนดขอบเขตค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ข้อดีของวิธีนี้คือเป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายน้อย ส่วนข้อจำกัดคือผู้ทดสอบแต่ละคนอาจจะมีลักษณะที่ประเมินได้หรือจำนวนลักษณะแตกต่างกัน



ขนาด 15 เซนติเมตร

เทคนิคเค้าโครงเลือกเสรีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประเมินผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ตัวอย่างเช่น ไวน์ (Williams, Langron, 1984) เบียร์ (Gains, Thompson,1990) น้ำอัดลม(Elmore ,Heymann, 1999) กาแฟ (Narain, 2003) น้ำผลไม้ (Aparicio, 2007) แฮม (Delahunty, 1997; Guardia, 2010) ชีส (Barcenas, 2003) เนื้อ(Beilken, 1991) และช็อกโกแลต (McEwan, 1989) เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเทคนิคนี้มาใช้ในการสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้มีการพัฒนารูปแบบที่มีความแปลกใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวระดับวิสาหกิจชุมชน ซึ่งยังไม่เป็นที่นิยมและแพร่หลายในกลุ่มผู้บริโภค ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค จากการรับรู้ทางประสาทสัมผัส และกำหนดเป็นขอบเขตค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ จะนำไปสู่การออกแบบและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ในระดับเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว จากเทคนิคเค้าโครงเลือกเสรี (Free-Choice Profiling)

วิธีการวิจัย

1.การประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ

วัดค่าสี นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมาตัดเป็นชิ้นขนาด 4x3x2 ซม^3 ดัดแปลงจากวิธี (บรรณนิสา,2552) แล้ววัดค่า L*a*b* ด้วยเครื่อง Chromameter

วัดค่าความแข็งของเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมาตัดเป็นชิ้นขนาด 4x3x2 ซม^3 ดัดแปลงจากวิธี (บรรณนิสา,2552)ด้วยแรงกด (compression) จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รายงานค่าในหน่วยนิวตัน(N)

2.การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว ตัวอย่างที่ใช้เป็นอาหารขบเคี้ยวจากการสำรวจตลาด ทั้งหมด 11 ตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างต่อผู้ทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งแรก 5 ตัวอย่าง จากนั้นพัก 5 นาที และเสิร์ฟต่ออีก 6 ตัวอย่างโดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ (9-point hedonic scale) ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านความแข็ง การเกาะตัว ความกรอบร่วน รสชาติ และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการทดสอบแบบศูนย์กลางชุมชน (Central Location Test) สถานที่ทดสอบ คือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสวิธี Free-Choice Profiling ต่อไป

3.การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Free-Choice Profiling

คัดเลือกผู้ทดสอบที่มีอายุ 15-50 ปี จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน เป็นผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ และทักษะทางด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีพื้นฐานในการชิม การดมกลิ่น สามารถแยกแยะความแตกต่าง และมีประสบการณ์ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา (Lachnit et al., 2003)

เตรียมตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวทางการค้า จำนวน 11 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างตัดให้มีขนาด 1x1x1 ซม^3 กำกับด้วยรหัสตัวอย่าง และเสิร์ฟตัวอย่างให้แก่ผู้ทดสอบ ในถ้วยชิมพลาสติก นำเสนอพร้อมกับน้ำเปล่า และแบบทดสอบ

ผู้ทดสอบประเมินตัวอย่างโดยอธิบายคำศัพท์ (คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง) คำจำกัดความของคำศัพท์ พร้อมทั้งวิธีการในการประเมิน จากนั้นให้ระดับคะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างลงบน line scale ขนาด 15 เซนติเมตร โดยผู้ทดสอบจะประเมินตัวอย่างทีละตัวอย่าง ระหว่างตัวอย่างที่จะทดสอบ ผู้ทดสอบจะต้องบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า และพักประมาณ 5 นาที ก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป (Williams, 1992; Jack ,Piggott, 1992)

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Generalized procrustes analysis (GPA) โดยนำข้อมูลของผู้ทดสอบแต่ละคนมาประมวลผลทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคุณลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะแสดงออกมาเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างผลิตภัณฑ์กับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าคุณภาพทางกายภาพ และความชอบของผู้บริโภค ที่มีต่อตัวอย่างที่นำมาทดสอบทั้ง 11 ตัวอย่าง ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป XLSTAT® เพื่อนำไปกำหนดเป็นขอบเขตค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการกำหนดสูตรที่เหมาะสมต่อไป

ผลการวิจัย

ค่าคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ 11 ตัวอย่าง(A-J) พบว่า ค่า L* แสดงถึงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้ มีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 42.56-60.81 ค่า a* คือค่าที่แสดงความเป็นสีแดง มีค่าอยู่ในช่วง 1.29-10.00 และค่า b* คือค่าที่แสดงความเป็นสีเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 19.10-25.38 โดยที่ตัวอย่าง J มีค่า L* มีค่าความสว่างสูงสุด ส่วนตัวอย่าง A เป็นตัวอย่างที่มีค่า a* สูงสุด และตัวอย่าง C เป็นตัวอย่างที่มีค่า b* สูงสุด และค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) อยู่ในช่วง 316.35N-12282.55 N โดยที่ตัวอย่าง A มีค่าความแข็งสูงสุด และตัวอย่าง H มีค่าความแข็งต่ำสุด

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวม ความแข็ง การเกาะตัว ความกรอบ และรสชาติ ของตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมของตัวอย่าง J มากที่สุด คือ 7.9±1.08[a]

การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว โดยวิธี Free-Choice Profiling อธิบายคุณลักษณะที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวทั้ง 11 ตัวอย่าง พบว่า ผู้ทดสอบสามารถระบุคุณลักษณะทั้งสิ้น 15-20 คุณลักษณะ โดยคุณลักษณะทั้งหมดที่ผู้ทดสอบประเมินร่วมกันได้ทั้งสิ้น 14 คุณลักษณะ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ (4 คุณลักษณะ ได้แก่ สีเขียว สีน้ำตาล ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน) ด้านกลิ่น (2 คุณลักษณะ ได้แก่ กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง) ด้านกลิ่นรส (2คุณลักษณะ ได้แก่ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสน้ำตาล) ด้านรสชาติ (1 คุณลักษณะ ได้แก่ รสหวาน) ด้านเนื้อสัมผัส (3 คุณลักษณะ ได้แก่ กรอบ เหนียว แข็ง) ความรู้สึกภายในปาก (1 คุณลักษณะ ได้แก่ เหนียวติดฟัน) และความรู้สึกตกค้าง (1 คุณลักษณะ ได้แก่ รสหวาน) นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี (Generalized Procrustes Analysis เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสร่วมกันของผู้ทดสอบทั้ง 50 คน ผลการวิเคราะห์จะแสดงคุณลักษณะที่เป็นความคิดเห็นร่วมกันของผู้ทดสอบและแผนภาพ Dimension ที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวยี่ห้อต่างๆ

จากการประเมินโดยวิธี FCP มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GPA ทำให้ทราบโครงร่างทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor loading) เพื่อพิจารณาว่ามีตัวแปรใดควรอยู่ในองค์ประกอบ (Factor) เดียวกัน โดยพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัยของแต่ละตัวแปร ถ้าค่าน้ำหนักปัจจัยของตัวแปรใดมีค่ามาก (เข้าสู่ +1 หรือ -1) ควรจัดตัวแปรนั้นอยู่ในองค์ประกอบดังกล่าว จากค่าน้ำหนักปัจจัย และผังโครงร่างทางประสาทสัมผัสดังภาพที่ 2 สามารถระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้ พบว่าผู้ทดสอบ สามารถประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ร่วมกันได้ทั้งหมด 14 คุณลักษณะ ได้แก่ สีเขียว สีน้ำตาล ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสน้ำตาล รสหวาน ความกรอบ ความเหนียว ความแข็ง และเหนียวติดฟัน และ รสหวานตกค้าง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคุณลักษณะทางประสัมผัสในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้ คือ องค์ประกอบที่ 1 (F1) ประกอบด้วย ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟัน (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับ กลิ่นรสเครื่องเทศน์ กลิ่นรสน้ำตาล ความกรอบ และความแข็ง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) ส่วนองค์ประกอบที่ 2 (F2) ประกอบด้วยสีเขียว (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับ สีน้ำตาล และรสหวานตกค้าง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) นำมาพิจารณาความสัมพันธ์กับผังการรับรู้ผลิตภัณฑ์ของตัวอย่าง 11 ผลิตภัณฑ์ โดยแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (F1) สามารถแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ **C** I และB ออกจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ H E และ**G** และองค์ประกอบที่ 2 (F2) สามารถแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ K และ F ออกจากกลุ่มผลิตภัณฑ์ A D และ J เมื่อพิจารณาแกน F1 และ F2 แสดงดังภาพที่3 ถึงภาพที่ 4 จึงสามารถแบ่งกลุ่มของคุณลักษณะได้เป็น 2 กลุ่ม ซึ่งมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันดังที่กล่าวมาแล้ว ทั้งนี้พิจารณาที่ค่าสัมบูรณ์น้ำหนักปัจจัยที่สูงกว่า 0.6 (Elmore, Heymann, 1999)

เมื่อพิจารณาแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (F1) สามารถจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ C I และ B ออกจากตัวอย่าง H E และ G โดยผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง C I และ

B มีลักษณะเด่นคือ ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟันส่วนกลุ่มของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ H E และ G มีลักษณะเด่นในคุณลักษณะกลิ่นรสเครื่องเทศน์ กลิ่นรสน้ำตาล ความกรอบ และความแข็ง เมื่อพิจารณาแกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (F2) สามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้ K และ F มีคุณลักษณะเด่นด้านสีเขียว ออกจากตัวอย่าง A D และ J ซึ่งมีลักษณะเด่นในด้านสีน้ำตาลและรสหวานตกค้าง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (F1) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลได้ร้อยละ 35.55 และแกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (F2) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลได้ร้อยละ 25.00 ซึ่งทั้งสองแกนนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลโดยรวมได้ ร้อยละ 60.55

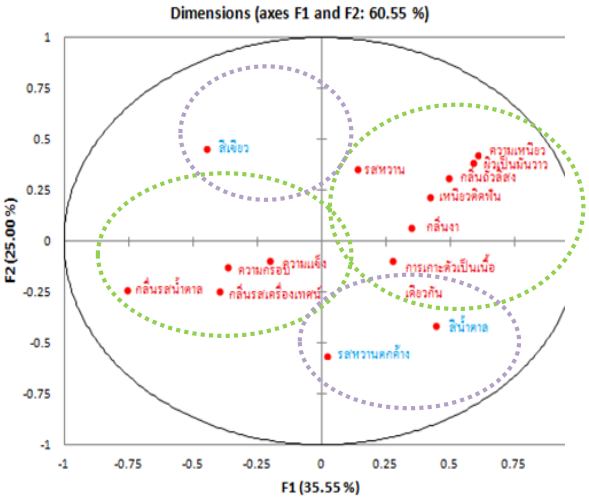
ผลการวิเคราะห์ Bi-Plot ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ ทั้ง 11 ผลิตภัณฑ์ พบว่าองค์ประกอบที่1(F1) ประกอบด้วย ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟัน(ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ C I และ B ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับกลิ่นรสเครื่องเทศน์ กลิ่นรสน้ำตาล ความกรอบ และความแข็ง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ H E และ G ส่วนองค์ประกอบที่ 2 (F2) ประกอบด้วยสีเขียว (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ K และ F ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับสีน้ำตาล และรสหวานตกค้าง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ A D และ J ดังภาพที่ 4

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ ด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) เพื่อวิเคราะห์ความถดถอยหาความสัมพันธ์ พบว่าค่าคะแนนความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับแกน t1 โดยความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า L* (ค่าความสว่าง) และa* (ความเป็นสีแดง)และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) และค่าความแข็ง(hardness) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าผู้บริโภคจะชอบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมีส่วนผสมของธัญพืชและผลไม้ทั้ง ที่มีลักษณะ มีรสชาติหวาน และมีสีน้ำตาล

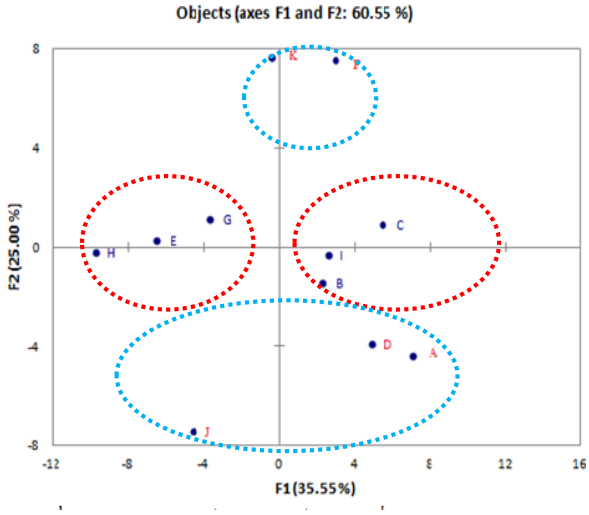
จากการสร้างแผนภาพความชอบภายนอก (External preference mapping) เมื่อนำข้อมูลคะแนนความชอบโดยรวมกับคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสจากวิธี Free-Choice Profiling (FCP) วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธี Partial Least Square Regression (PLSR) พบว่าคะแนนความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับแกน t1 โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณลักษณะรสหวานตกค้าง รสหวาน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง ความเหนียว เหนียวติดฟัน และผิวเป็นมันวาว และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับคุณลักษณะความกรอบ กลิ่นรสเครื่องเทศน์ และความแข็งดังภาพที่ 5

จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผู้บริโภคชอบ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคคือผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตัวอย่าง B E และ J ซึ่งตัวอย่าง J มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมา คือ B และ E ตามลำดับ รวมทั้งมีลักษณะความแข็ง(hardness) และค่าสีที่แตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพกายภาพของตัวอย่าง B EและJ พบว่าค่าความแข็ง(hardness)ของตัวอย่าง J มีค่ามากกว่าตัวอย่าง B และJ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

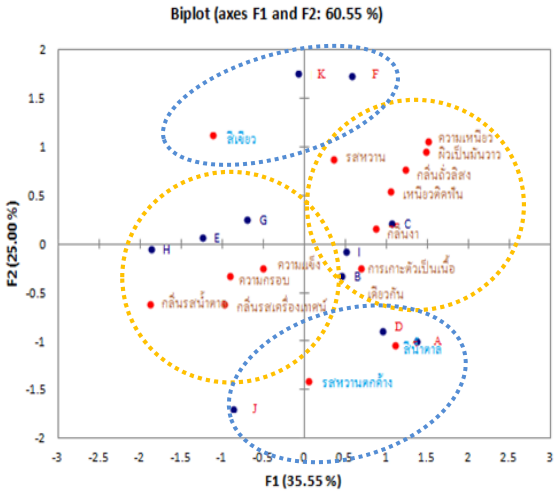
จากผลข้างต้นนำมากำหนดขอบเขตค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Product specfication) จากการวิเคราะห์ PLSR โดยได้จากค่าคุณภาพที่วัดจากตัวอย่าง B EและJ ดังนี้ มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 45.71-60.81 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง -2.97 ถึง -6.08 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 19.91-21.21 และค่าแรงตัด (N) อยู่ในช่วง 1.34-10.79 แสดงตารางที่ 1 ค่าที่ได้นำมากำหนดขอบเขตค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป



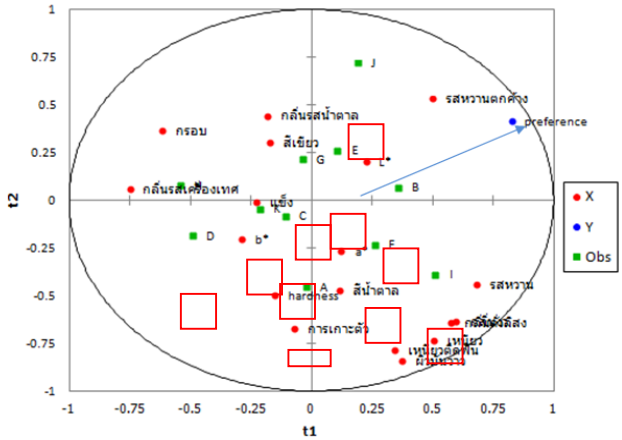
ภาพที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่1 (F1) และ (F2) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ (2 แกนองค์ประกอบอธิบายความแปร แปรปรวนรวมได้ร้อยละ 60.55)



ภาพที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่1 (F1) และ 2 (F2) กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้จากผู้ทดสอบ (2 แกนองค์ประกอบอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 60.55)



ภาพที่ 4 Biplot ระหว่างคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้ในองค์ประกอบที่ 1 (F1) และ 2 (F2) จากผู้ทดสอบ (2 แกนองค์ประกอบ อธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 60.55)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์บนแกน (t1) และ (t2) ระหว่างค่าคุณภาพกายภาพลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตัวแปรตาม X แสดงจุดสีแดง) และผังผลิตภัณฑ์ (แสดงจุดสีเขียว) กับความชอบโดยรวม (ตัวแปรอิสระ Y แสดงจุดเส้นสีน้ำเงิน)

ตารางที่ 1 ขอบเขตค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

คุณลักษณะคุณภาพ	ขอบเขตของค่าคุณภาพ
1. คุณภาพด้านกายภาพ	
ค่าสี L*	45.71-60.81
a*	-2.97 ถึง -6.08
b*	19.91-21.21
ค่าความแข็ง (N)	1.34-10.79
2. คุณภาพด้านประสาทสัมผัส (คะแนนความชอบ)	
ความแข็ง	5.02-6.22
การเกาะตัว	4.58-6.52
ความกรอบ	4.94-6.00
รสชาติ	5.76-6.28
ความชอบโดยรวม	6.26.-7.88

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

วิธี FCP เป็นการดำเนินการทดสอบกับผู้ประเมิน ซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้รับการฝึกฝน ที่ส่งผลต่อความแตกต่างด้านความสามารถในการรับรู้ลักษณะทางประสาทสัมผัส การใช้คำศัพท์เพื่อสื่อสารความหมายทางประสาทสัมผัส และความเข้าใจในความหมายของคำศัพท์ในลักษณะทางประสาทสัมผัสแต่ละลักษณะของผู้ประเมิน ซึ่งอาจส่งผลต่อการประเมินจำนวนคำศัพท์ และลักษณะความเข้มทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคประเมินได้ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าคะแนนความเข้มที่ระบุ โดยอาจต่างไปจากความหมายที่แท้จริงของลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นๆ ซึ่งส่งผลต่อการตีความหมายของลักษณะทางประสาทสัมผัส และส่งผลโดยตรงต่อข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ได้ นอกจากนี้ความคลาดเคลื่อนของวิธี FCP อาจเกิดได้จากการวิเคราะห์ประมวลผลของโปรแกรมด้วยเทคนิค GPA ซึ่งเกิดจากการสุ่มข้อมูลเพื่อทดแทนข้อมูลที่หายไปในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยข้อมูลที่หายไปดังกล่าวมาจากผู้ประเมินบางคนที่ไม่สามารถประเมินหรือรับรู้ลักษณะทางประสาทสัมผัสได้ในบางคุณลักษณะ ซึ่งเกิดจากความสามารถในการรับรู้ที่แตกต่างกัน

ผลที่ได้จากวิธีการข้างต้น นำมาสรุปเป็นแนวความคิดผลิตภัณฑ์ ได้คือ คุณลักษณะที่สำคัญของอาหารขบเคี้ยว ได้แก่ สีเขียว สีน้ำตาล ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่นรสน้ำตาล รสหวาน ความกรอบ ความเหนียว ความแข็ง เหนียวติดฟัน และ รสหวานตกค้าง รวมถึงขอบเขตค่าคุณภาพสามารถนำมาสร้าง

เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในขั้นตอนการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

บรรณนิสา ทิพย์วิชัย. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร]. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2545.

Aparicio JP, Medina MAT, Rosales VL. Descriptive sensory analysis in different classes of orange juice by a robust free-choice profiling method. Analytical Chimica Acta 2007; 595:238-247.

Barcenas P, Perez Elortondo FJ, Albisu M. Comparison of free-choice profiling, direct similarity measurements and hedonic data for ewes' milk cheeses sensory evaluation. J Int Dairy2003;13:67-77.

Beilken SL, Eadie LM, Griffiths I, Jones PN, Harris PV.Assessment of the Sensory Characteristics of Meat Patties. J Food Sci 1991;56:1470-1475.

Delahunty CM, McCord A, O'Neill EE, Morrissey PA.Sensory characterization of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. Food Qual Pref1997; 8:381-388.

Elmore JR, Heymann H. Perceptual maps of photographs of carbonated beverages created by traditional and free-choice profiling. Food Qual Pref1999; 10:219-227.

Gains N,Thomson DMH. Contextual evaluation of canned lagers using repertory grid method. Int J Food Sci Technol 1990;25:699-705.

Guardia MD, Aguiar PS, Claret A, Arnau J, Guerrero L. Sensory characterization of dry-crued ham using free-choice profiling. Food Qual Pref2010;21:148-155.

Jack, F.R,J.R. Piggott. Free-Choice Profiling in Consumer Research. Food Quality and Preference1992;3: 129-134.

Jong, D. Sijmende, J. H,Henk,C. M. van der Knaap.GeneralizedProcrustes Analysis of Coffee BrandsTested by Five European Sensory Panels. Food Quality and Preference1998;9: 111-114.

La Lachnit M, Busch-Stockfisch M, Kunert J, Krahl T. Suitability of Free Choice Profiling for assessment of orange-based carbonated soft-drinks. Food Qual Pref 2003;14:257-263.

McEwan JA, Colwill JS, Thomson DMH.The application of two free-choice profile methods to investigate the sensory characteristics of chocolate. J Sens Stud1989;3:271-286.

Na Narain C, Paterson A, Reid E.Free choice and conventional profiling of commercial black filter coffees to explore consumer perceptions of character. Food Qual Pref 2003;15:31-41.

Oreskovich DC, Klein BP, Sutherland JW. Procrustes Analysis and Its Applications to Free-Choice and Other Sensory Profiling. In:H.T. Lawless and B.P. Klein, editors. Sensory Science Theory and Applications in Foods. New York: Marcel Dekker;1991. p. 353-393.

Peron,L.Statistical Analysis of Sensory Profiling data: data reduction and Generalized Procrusted Analysis. Food Quality and Preference2000;11: 155-457.

Williams AA, Langron SP. The use of free choice profiling for the examination of commercial ports. J Sci Food Agric1984; 35: 558-568.

Williams,A.A.The influence of presentation factors on the sensory assessment of beverages. Food Quality and Preference1992; 3: 101-107