

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 โดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน 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 ซม³ กำกับด้วยรหัสตัวอย่าง และเสิร์ฟตัวอย่างให้แก่ผู้ทดสอบ ในถ้วยพิมพ์พลาสติก 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-I) พบว่า ค่า L* แสดงถึงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ 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) อยู่ใน ช่วง 316.35N-12282.55 N โดยที่ตัวอย่าง A มีค่าความแข็งสูงสุด และตัวอย่าง H มีค่าความแข็งต่ำสุด

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวม ความแข็ง การเกาะตัว ความกรอบและรสชาติ 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 โดยคุณลักษณะทั้งหมดที่ผู้ทดสอบประเมินร่วมกัน ได้ทั้งสิ้น 14 คุณลักษณะ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ (4 คุณลักษณะ) ได้แก่ สีเขียว สีน้ำตาล ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ด้านกลิ่น (2 คุณลักษณะ) ได้แก่ กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง ด้านกลิ่นรส (2 คุณลักษณะ) ได้แก่ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่น รสน้ำตาล 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 ที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่ต่างกัน

จากการประเมินโดยวิธี FCP มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GPA ทำให้ทราบโครงสร้างทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor loading) เพื่อพิจารณาว่ามีตัวแปรใดควรอยู่ในองค์ประกอบ (Factor) เดียวกัน โดยพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัยของแต่ละตัวแปร ถ้าค่าน้ำหนักปัจจัยของตัวแปรใดมีค่ามาก (เข้าสู่ +1 หรือ -1) ควรจัดตัวแปรนั้นอยู่ในองค์ประกอบดังกล่าว จากค่าน้ำหนักปัจจัย และผัง

โครงสร้างทางประสาทสัมผัสดังกล่าวที่ 2 สามารถระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้ พบว่าผู้ทดสอบ สามารถประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืช และผลไม้ ร่วมกันได้ทั้งหมด 14 คุณลักษณะ ได้แก่ สีเขียว สีน้ำตาล ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่น รสน้ำตาล รสหวาน ความกรอบ ความเหนียว ความแข็ง และเหนียวติดฟัน และ รสหวานตกค้าง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในแต่ละองค์ประกอบ ได้ดังนี้ คือ องค์ประกอบที่ 1 (F1) ประกอบด้วย ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นงา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟัน (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับ กลิ่นรสเครื่องเทศ กลิ่น รสน้ำตาล ความกรอบ และความแข็ง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) ส่วนองค์ประกอบที่ 2 (F2) ประกอบด้วยสีเขียว (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับ สีน้ำตาล และรสหวานตกค้าง (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นลบ; -) นำมาพิจารณาความสัมพันธ์กับผังการรับรู้ผลิตภัณฑ์ของตัวอย่าง 11 ผลิตภัณฑ์ โดยแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (F1) สามารถแบ่งกลุ่มของผลิตภัณฑ์ C I และ B 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 แสดงดังภาพที่ 3 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 CI และ

B มีลักษณะเด่นคือ ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นางา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟัน ส่วนกลุ่มของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ H E และ G มีลักษณะเด่นในคุณลักษณะกลิ่นรสเครื่องเทศ 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 ผลิตภัณฑ์พบว่าองค์ประกอบที่ 1 (F1) ประกอบด้วย ผิวเป็นมันวาว การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นางา กลิ่นถั่วลิสง รสหวาน ความเหนียว และเหนียวติดฟัน (ค่าน้ำหนักปัจจัยเป็นบวก; +) ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ C I และ B ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับกลิ่นรสเครื่องเทศ 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

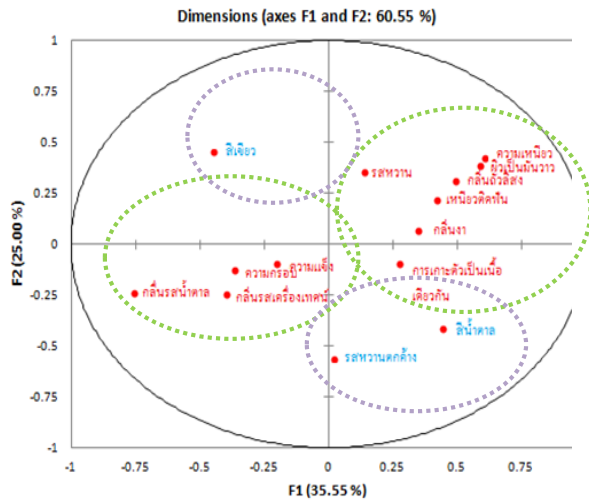
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าคุณภาพทางด้านกายภาพ ด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) เพื่อวิเคราะห์ ความถดถอยหาความสัมพันธ์ พบว่าค่าคะแนนความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับแกน t1 โดยความสัมพันธ์เชิงบวกกับ

ค่า L* (ค่าความสว่าง) และ a* (ความเป็นสีแดง) และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า b* (ความเป็นสีเหลือง) และค่าความแข็ง (hardness) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าผู้บริโภคจะชอบผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของธัญพืชและผลไม้ทั้ง ที่มีลักษณะ มีรสชาติหวาน และมีสีน้ำตาล

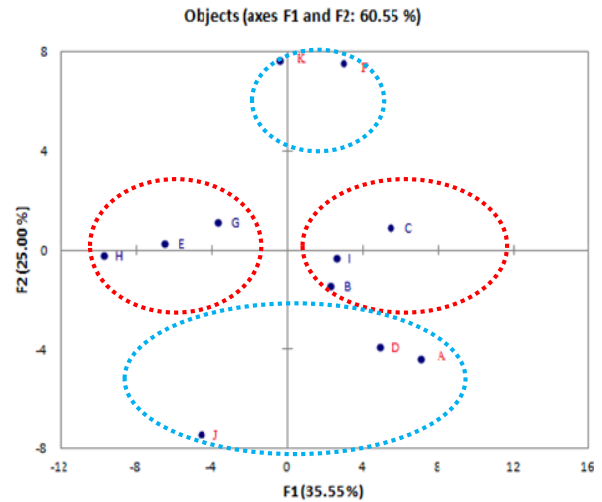
จากการสร้างแผนภาพความชอบภายนอก (External preference mapping) เมื่อนำข้อมูลคะแนนความชอบโดยรวมกับคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส จาก วิธี Free-Choice Profiling (FCP) วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้วิธี Partial Least Square Regression (PLSR) พบว่าคะแนนความชอบรวมมีความสัมพันธ์กับแกน t1 โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคุณลักษณะรสหวานตกค้าง รสหวาน กลิ่นางา กลิ่นถั่วลิสง ความเหนียวเหนียวติดฟัน และผิวเป็นมันวาว และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับคุณลักษณะความกรอบ กลิ่นรสเครื่องเทศ และความแข็งดังภาพที่ 5

จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผู้บริโภคชอบ จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคคือผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวตัวอย่าง B E และ J ซึ่งตัวอย่าง J มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาคือ B และ E ตามลำดับ รวมทั้งมีลักษณะความแข็ง (hardness) และค่าสีที่แตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพกายภาพของตัวอย่าง B E และ J พบว่าค่าความแข็ง (hardness) ของตัวอย่าง J มีค่ามากกว่าตัวอย่าง B และ E ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

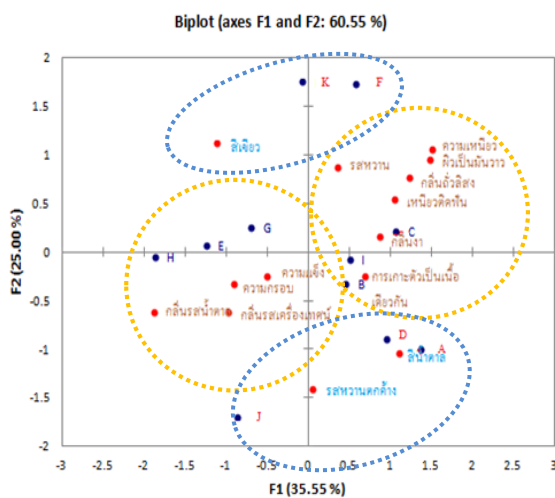
จากผลข้างต้นนำมากำหนดขอบเขตค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Product specification) จากการวิเคราะห์ PLSR โดยได้จากค่าคุณภาพที่วัดจากตัวอย่าง B E และ J ดังนี้ มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 45.71-60.81 ค่าความเป็นสีแดง (a*) อยู่ในช่วง -2.97 ถึง -6.08 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 19.91-21.21 และค่าแรงตด (N) อยู่ในช่วง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



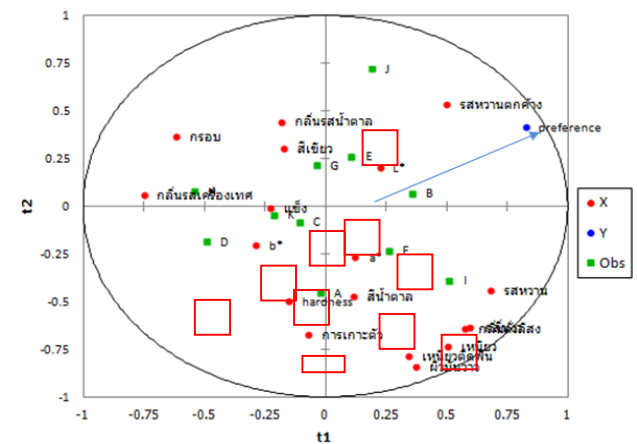
ภาพที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่ 1 (F1) และ (F2) กับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ (2 แกนองค์ประกอบอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 60.55)



ภาพที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่ 1 (F1) และ 2 (F2) กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีส่วนประกอบของธัญพืชและผลไม้จากผู้ทดสอบ (2 แกนองค์ประกอบอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 60.55)



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



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

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 และความเข้าใจในความหมายของคำศัพท์ในลักษณะทางประสาทสัมผัส แต่ละลักษณะของผู้ประเมิน ซึ่งอาจส่งผลต่อการประเมินจำนวนคำศัพท์ และลักษณะความเข้มทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคประเมินได้ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของค่าคะแนนความเข้มที่ระบุ โดยอาจต่างไปจากความหมายที่แท้จริงของลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นๆ ซึ่งส่งผลต่อการตีความหมายของลักษณะทางประสาทสัมผัส และส่งผลโดยตรงต่อข้อมูล

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ นอกจากนี้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนของวิธี FCP อาจเกิดได้จากการวิเคราะห์ประมวลผลของโปรแกรมด้วยเทคนิค GPA ซึ่งเกิดจากการสุ่มข้อมูลเพื่อทดแทนข้อมูลที่หายไปในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยข้อมูลที่หายไปดังกล่าวมาจากผู้ประเมินบางคนที่ไม่สามารถประเมินหรือรับรู้ลักษณะทางประสาทสัมผัสได้ในบางคุณลักษณะ ซึ่งเกิดจากความความสามารถในการรับรู้ที่แตกต่างกัน

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

เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในขั้นตอนการพัฒนาสูตร
ผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น งานวิจัยนี้ได้รับการ
สนับสนุนจากภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

บรรณนิสา ทิพย์วิชัย. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลำไย

อบแห้ง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหาร]. เชียงใหม่: คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร 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 Dairy 2003;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 Pref 1997;
8:381-388.

Elmore JR, Heymann H. Perceptual maps of
photographs of carbonated beverages
created by traditional and free-choice
profiling. Food Qual Pref 1999;
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-cured
ham using free-choice profiling. Food Qual
Pref 2010;21:148-155.

Jack, F.R., J.R. Piggott. Free-Choice Profiling in
Consumer Research. Food Quality and
Preference 1992;3: 129-134.

Jong, D. Sijmende, J. H., Henk, C. M. van der

Knaap. Generalized Procrustes
Analysis of Coffee Brands Tested by Five
European Sensory Panels. Food Quality and
Preference 1998;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
Stud 1989;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 Procrustes Analysis. Food
Quality and Preference 2000; 11: 155-457.

Williams AA, Langron SP. The use of free

choice profiling for the examination of
commercial ports. J Sci Food Agric 1984;
35: 558-568.

Williams, A.A. The influence of presentation

factors on the sensory assessment of
beverages. Food Quality and
Preference 1992; 3: 101-107