

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งสาคุ

4.1.1 สมบัติทางกายภาพของแป้ง

4.1.1.1 สี

เมื่อสังเกตลักษณะปรากฏของตัวอย่างแป้ง (ภาพที่ 4.1) พบว่า แป้งสาคุมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งแป้งสาลีอเนกประสงค์มีสีขาวนวล ส่วนแป้งสาคุที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ แป้งสาคุปัตตานี 2 มีสีขาวนวลแต่คล้ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์เล็กน้อย ส่วนแป้งสาคุปัตตานี 1 มีสีขาวนวลและพบเม็ดแป้งสีน้ำตาลแดงกระจายแทรกอยู่ ในขณะที่แป้งสาคุตรังมีสีน้ำตาลอ่อน นอกจากนี้เมื่อใช้มือสัมผัสกับแป้งพบว่า แป้งสาคุปัตตานี 2 และตรังมีเนื้อแป้งที่เนียนละเอียดคล้ายแป้งสาลี ในขณะที่แป้งสาคุปัตตานี 1 มีเนื้อแป้งที่หยาบเล็กน้อย



ภาพที่ 4.1 แป้งสาคุทั้ง 3 แหล่งผลิตและแป้งสาลีอเนกประสงค์

เมื่อวัดค่าสีในระบบ CIELAB พบว่า ตัวอย่างแป้งที่ศึกษามีค่าสี L^* a^* และ b^* แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยแป้งสาลีอเนกประสงค์มีค่า L^* สูงที่สุด และมีค่า a^* และค่า b^* ต่ำที่สุด เนื่องจากแป้งสาลีอเนกประสงค์มีสีชาวนวล ส่วนแป้งสาकुทุกตัวอย่างมีค่า L^* ต่ำกว่า แต่มีค่า a^* และ b^* สูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ แป้งสาकुจึงมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแป้งสาकुจาก 3 แหล่งผลิต จะพบว่า แป้งสาकुตรังมีค่า L^* ต่ำที่สุด และมีค่า a^* และ b^* สูงที่สุด เนื่องจากแป้งสาकुตรังมีสีน้ำตาลอ่อน นอกจากนี้จะเห็นว่าแป้งสาकुปัตตานี 1 มีค่า a^* สูงกว่าแป้งสาकुปัตตานี 2 เล็กน้อย เนื่องจากแป้งสาकुปัตตานี 1 มีเม็ดแป้งสีน้ำตาลแดงกระจายแทรกอยู่ในเนื้อแป้งสีชาวนวล ในขณะที่แป้งสาकुปัตตานี 2 จะมีสีชาวนวล (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ค่าสี (L^* a^* และ b^*) ของแป้งสาकुจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

ค่าสี	แป้งสาकुปัตตานี 1	แป้งสาकुปัตตานี 2	แป้งสาकुตรัง	แป้งสาลีอเนกประสงค์
L^*	88.15 ± 0.09^c	90.31 ± 0.45^b	74.08 ± 0.73^d	94.43 ± 0.06^a
a^*	1.99 ± 0.02^b	1.22 ± 0.16^c	7.31 ± 0.26^a	0.43 ± 0.00^d
b^*	8.58 ± 0.15^b	8.91 ± 0.58^b	18.92 ± 0.74^a	7.23 ± 0.06^c

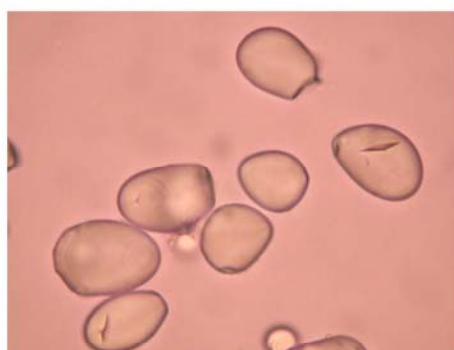
a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การที่แป้งสาकुที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกันมีสีต่างกันนั้น อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ความแตกต่างกันของสายพันธุ์ของต้นปาล์มสาकु และกระบวนการสกัดแป้งสาकु ซึ่งการสกัดแป้งสาकुทำในระดับชุมชน และสภาวะในการสกัดขึ้นอยู่กับผู้สกัด (Purwani และคณะ, 2006) เช่น ถ้าขั้นตอนการสกัดแป้งมีไออนของโลหะหนัก สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) ที่มีอยู่ในเนื้อแป้งสาकु ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของแป้งเป็นสีแดงหรือสีชมพู (กล้านรงค์ และคณะ, 2542) ทั้งนี้สีของแป้งเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดราคา โดยเมื่อเทียบกับแป้งชนิดอื่นในอุตสาหกรรม แป้งสาकुจะมีค่าความขาวที่ต่ำสุด ทำให้แป้งสาकुมีราคาต่ำกว่าแป้งชนิดอื่น (Yatsugi, 1986)

4.1.2 รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง

การศึกษารูปร่าง และขนาดของเม็ดแป้งด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา พบว่า แป้งสาकुทุกตัวอย่างมีรูปร่างเป็นรูปไข่ที่มีรอยตัด ส่วนแป้งสาลีอเนกประสงค์นั้นมี 2 ขนาด คือ ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โดยเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะมีรูปร่างรี ขณะที่เม็ดแป้งขนาดเล็ก

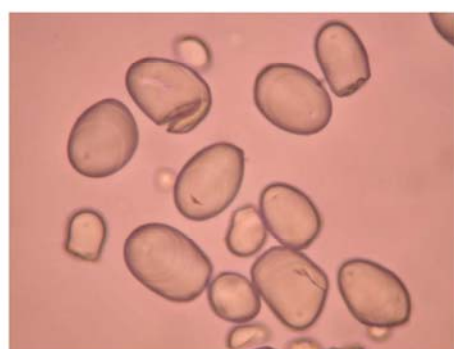
จะรูปร่างกลมแสดงดังภาพที่ 4.2 และขนาดของเม็ดแป้งสาकुมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดแป้งสาลี
อเนกประสงค์แสดงดังตารางที่ 4.2



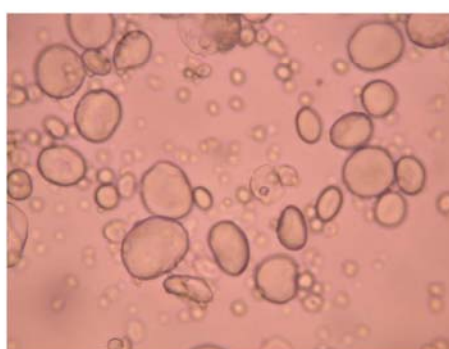
(a) แป้งสาकुปัตตานี 1



(b) แป้งสาकुปัตตานี 2



(c) แป้งสาकुตรัง



(d) แป้งสาลีอเนกประสงค์

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของเม็ดแป้งสาकुจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ ศึกษาด้วยกล้อง
จุลทรรศน์แบบธรรมดา (กำลังขยาย 40X)

ตารางที่ 4.2 รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งสาकुจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

ชนิดของแป้ง	รูปร่าง	ขนาด (ไมครอน)
แป้งสาकुปัตตานี 1	รูปไข่	15 - 45
แป้งสาकुปัตตานี 2	รูปไข่	12 - 50
แป้งสาकुตรัง	รูปไข่	15 - 52
แป้งสาลีอเนกประสงค์	เม็ดแป้งขนาดใหญ่มีรูปร่างรี	12 - 25
	เม็ดแป้งขนาดเล็กมีรูปร่างกลม	

4.1.3 water solubility index (WSI), water absorption index (WAI), การละลาย (solubility) และกำลังการพองตัว (swelling power)

ค่า WSI, WAI ค่ากำลังการพองตัว และการละลายของตัวอย่างแป้งสาคุจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ แสดงดังตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าแป้งสาคุทุกตัวอย่างมีค่า WSI ต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์มาก ($p \leq 0.05$) และกลุ่มแป้งสาคุที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกันมีค่า WSI ไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) โดยมีค่า WSI อยู่ในช่วงร้อยละ 2.33 - 3.40 ส่วนค่า WAI เป็นไปทำนองเดียวกัน คือ แป้งสาคุมีค่า WAI ต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ($p \leq 0.05$) และกลุ่มแป้งสาคุที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกันมีค่า WAI ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ค่า water solubility index (WSI), water absorption index (WAI), ค่าการละลาย (solubility) และกำลังการพองตัว (swelling power) ของแป้งสาคุจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

	แป้งสาคุ ปัตตานี 1	แป้งสาคุ ปัตตานี 2	แป้งสาคุ ตรัง	แป้งสาลี อเนกประสงค์
Water solubility index* (WSI,%)	2.23 ± 0.90^b	2.75 ± 0.55^b	3.40 ± 0.71^b	6.32 ± 0.05^a
Water absorption index* (WAI,g/g)	2.30 ± 0.26^b	2.09 ± 0.01^b	2.29 ± 0.04^b	2.99 ± 0.11^a
Solubility** (%)	35.83 ± 1.69^b	19.71 ± 1.24^c	40.99 ± 2.13^a	37.59 ± 1.00^b
Swelling power**	82.81 ± 1.78^b	77.39 ± 0.62^c	92.16 ± 2.63^a	19.26 ± 0.25^d

* วัดที่อุณหภูมิ 30 °C ** วัดที่อุณหภูมิ 95 °C

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สมบัติด้านการละลายและการพองตัวที่อุณหภูมิ 95°C พบว่า แป้งสาคุตรังมีค่าการละลายที่สูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ส่วนแป้งสาคุปัตตานี 1 มีค่าการละลายที่ใกล้เคียงกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ และแป้งสาคุปัตตานี 2 มีค่าการละลายที่ต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์มาก ($p \leq 0.05$) ส่วนค่ากำลังการพองตัว พบว่า แป้งสาคุทุกตัวอย่างมีค่ากำลังการพองตัวที่สูงกว่าแป้งสาลีมาก ($p \leq 0.05$) และแป้งสาคุปัตตานี 2 มีค่าการพองตัวที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาคุจากแหล่งผลิตอื่น ($p \leq 0.05$) ซึ่งแป้งสาคุมีการพองตัว 2 ชั้น โดยแป้งสาคุจะเกิดการพองตัวและการละลายชั้นแรกที่ประมาณ 70°C ในขณะที่ชั้นที่ 2 จะเกิดที่ประมาณ 80°C ซึ่งการพองตัวและการละลายจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Ahmad และคณะ, 1998) คล้ายกับการพองตัวของแป้งธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด ขณะที่แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่งมีการพองตัว

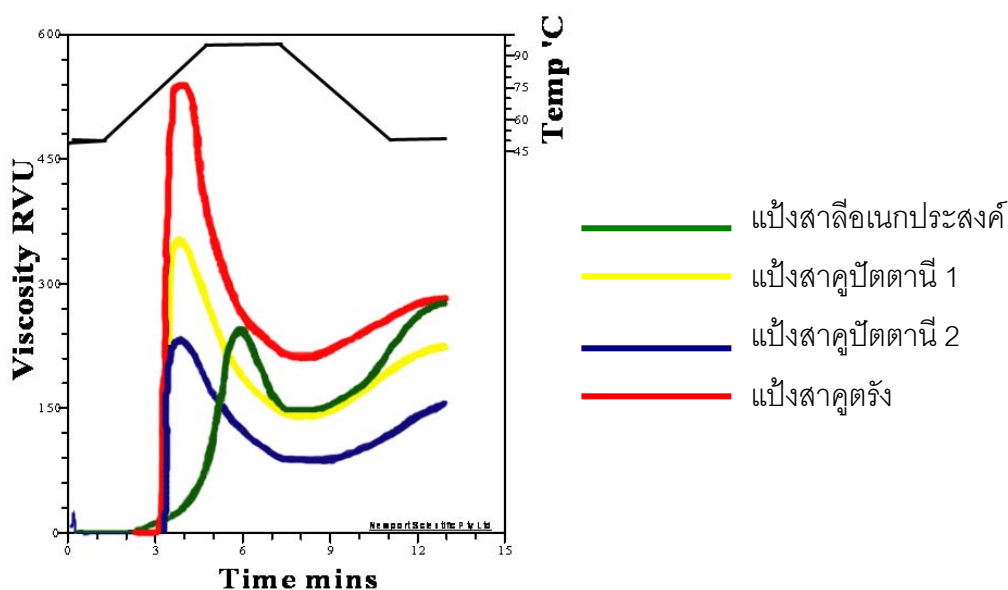
เพียงชั้นเดียว (Leach และคณะ, 1959; Rasper, 1969; Madamba และคณะ, 1989; Delpeuch และ Favier, 1980)

การพองตัวและการละลายของเม็ดแป้งได้รับอิทธิพลมาจากหลายปัจจัย เช่น มวลโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน ระดับของกิ่งก้าน โครงสร้าง ความยาวกิ่งของอะไมโลเพคติน อัตราส่วนระหว่างอะไมโลสกับอะไมโลเพคติน และรวมทั้งการมีสารที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีนและไขมัน (Ahmad และคณะ, 1998)

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Cheow และคณะ (2004) ที่ศึกษากำลังการพองตัวและการละลายของแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี และแป้งสาคุ พบว่า แป้งสาคุมีกำลังการพองตัวและการละลายสูงที่สุด รองลงมาคือแป้งมันสำปะหลัง ส่วนแป้งสาลีมีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำมาก ซึ่งการพองตัวและการละลายของแป้งแสดงถึงแรงยึดเหนี่ยวภายในเม็ดกรานูลได้ (Leach และคณะ, 1959) แสดงว่าเม็ดแป้งสาลีมีร่างแหภายในเม็ดแป้งที่แข็งแรง อาจเนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนและลิปิดสูง ทำให้สามารถรวมตัวกับอะไมโลสเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ตามรายงานของ Pomeranz (1991) รายงานว่าการรวมตัวกันของโปรตีนกับอะไมโลสในแป้งธรรมชาตินั้นอาจเป็นสาเหตุให้กำลังพองตัวลดลง โดยปฏิกริยาระหว่างแป้งและโปรตีนเกิดจากการดึงดูดของขั้วที่ตรงข้ามกัน แล้วเกิดการรวมตัวกันในระหว่างการเกิดเจลลิตินเซชัน ทำให้เกิดการต้านทานการพองตัว (Leach และคณะ, 1959) และลิปิดสามารถจับตัวเชิงซ้อนกับอะไมโลสเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำในระหว่างการพองตัว และการเกิดเจลโดยจะลดความสามารถในการละลาย การพองตัว และลดการจับตัวกับน้ำของแป้ง (กล้านรงค์ และเกื้อกุล, 2546) กล่าวได้ว่าเมื่อโปรตีนและลิปิดจับกับอะไมโลสเกิดเป็นตัวลดและยับยั้งการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งสาคุซึ่งมีปริมาณลิปิดและโปรตีนต่ำ แต่มีปริมาณอะไมโลสสูงจึงมีกำลังการพองตัวสูงกว่าแป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลัง (Zeleznek และ Hosene, 1987; Wu และ Seib, 1990) สอดคล้องกับรายงานของ Wattanachant และคณะ (2002) ที่เปรียบเทียบแป้งสาคุที่มีปริมาณอะไมโลสสูงกับแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ เช่น แป้งข้าว waxy corn และ waxy barley พบว่า ที่อุณหภูมิ 85 °C แป้งสาคุมีค่ากำลังการพองตัวสูงมาก คือ 70.2 อาจเนื่องจากแป้งสาคุมีขนาดของเม็ดแป้งใหญ่กว่าแป้งชนิดอื่น พันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลระหว่าง hydroxyl group ของเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเกิดการแตกได้ง่าย เมื่อให้ความร้อนทำให้เกิดการขยายตัวที่สูงขึ้น และเพิ่มอัตราการพองตัวของเม็ดแป้ง

4.1.4 สมบัติด้านความหนืด

การศึกษาสมบัติด้านความหนืดของแป้งสาकुทั้ง 3 แหล่ง คือ แป้งสาकुปัตตานี 1 แป้งสาकुปัตตานี 2 และแป้งสาकुตรัง (ภาพที่ 4.3) พบว่า แป้งสาकुมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืด ดังแสดงใน pasting curve แตกต่างจากแป้งสาลีอเนกประสงค์ โดยแป้งสาकुเกิดความหนืดได้เร็วกว่าและมีความหนืดสูงสุดมากกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ยกเว้นแป้งสาकुปัตตานี 2 และเมื่อเปรียบเทียบ pasting curve ของแป้งสาकुจากแหล่งต่างกัน พบว่า มีค่าความหนืดแตกต่างกันด้วย



ภาพที่ 4.3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งสาकुจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

เมื่อพิจารณาสมบัติด้านความหนืดของแป้งดังแสดงในตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าแป้งสาकुทุกตัวอย่างมีค่า pasting temperature ที่สูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ นั่นคือ แป้งสาकुต้องได้รับความร้อนในระดับที่สูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ เพื่อที่จะทำให้เม็ดแป้งดูดซับน้ำ พองตัว และเริ่มมีความหนืดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อแป้งสาकुได้รับความร้อนจนถึงจุดที่เริ่มมีการพองตัวแล้วจะเกิดการพองตัวต่อไปอย่างรวดเร็วและพองตัวได้มากดังจะเห็นได้จากการที่ค่า peak temperature ของแป้งสาकुจะต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ นอกจากนี้ค่า peak viscosity ของสารละลาย แป้งสาकुจะสูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ค่อนข้างมาก ยกเว้นแป้งสาकुปัตตานี 2 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวัดค่าการละลายและค่ากำลังการพองตัวของแป้ง (ตารางที่ 4.3) การที่ค่า breakdown viscosity ของแป้งสาकुมีค่ามากกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ แสดงว่า

แป้งสาคุมี ความคงตัวต่อความร้อนและการกวนผสมน้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ และการที่แป้งสาคุมีค่า final viscosity และ setback viscosity ที่มีแนวโน้มต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ แสดงว่าแป้งสาคุเกิดการคืนตัวหรือเกิด retrogradation น้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2546; วรณา, 2549) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแป้งสาคุ 3 ตัวอย่าง จะเห็นว่าแป้งสาคุตรังมีค่า peak viscosity สูงกว่าแป้งสาคุจากแหล่งอื่น แสดงว่ามีการพองตัวและดูดซับน้ำได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่ากำลังการพองตัว และการละลาย แต่แป้งสาคุตรังจะมีความคงทนต่อการกวนผสมต่ำกว่าแป้งสาคุอื่นๆ ส่วนแป้งสาคุปัตตานี 2 จะมีค่า peak viscosity ที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแป้งสาคุจากแหล่งอื่น แต่ค่าจะใกล้เคียงกับแป้งสาลีอเนกประสงค์

ตารางที่ 4.4 สมบัติด้านความหนืดของแป้งสาคุจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งวิเคราะห์โดย rapid visco analyzer (RVA)

สมบัติด้านความหนืด	แป้งสาคุปัตตานี 1	แป้งสาคุปัตตานี 2	แป้งสาคุตรัง	แป้งสาลีอเนกประสงค์
Pasting temperature (°C)	76.43 ± 0.57 ^a	75.93 ± 0.06 ^a	75.75 ± 0.40 ^a	71.60 ± 0.48 ^b
Peak temperature (°C)	83.85 ± 0.05 ^b	84.18 ± 0.49 ^c	85.43 ± 0.80 ^c	94.93 ± 0.06 ^a
Peak viscosity (RVU)	355.16 ± 2.25 ^b	230.89 ± 1.25 ^d	541.05 ± 3.48 ^a	244.31 ± 3.40 ^e
Breakdown (RVU)	214.17 ± 3.18 ^b	143.80 ± 1.97 ^c	331.19 ± 5.22 ^a	106.03 ± 0.92 ^d
Final viscosity (RVU)	225.97 ± 5.77 ^b	158.17 ± 3.71 ^c	283.06 ± 2.39 ^a	282.92 ± 3.46 ^a
Setback (RVU)	84.97 ± 5.18 ^b	71.08 ± 3.35 ^c	73.20 ± 1.54 ^c	144.64 ± 2.01 ^a

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาสมบัติด้านความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งสาคุต่อแป้งสาลีในอัตราส่วน 0:100 (แป้งสาลีล้วน), 20:80, 40:60, 60:40, 80:20 และ 100:0 (แป้งสาคุล้วน) โดยน้ำหนักแป้ง ดังตารางที่ 4.5 จะเห็นว่า แป้งผสมของแป้งสาคุและแป้งสาลีจะมีสมบัติด้านความหนืดแตกต่างจากแป้งสาลีล้วน โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มักจะเริ่มเกิดขึ้นที่อัตราส่วนของแป้งสาคุต่อแป้งสาลี เท่ากับ 20:80 ($p \leq 0.05$) เช่น การเพิ่มขึ้นของค่า pasting temperature, การลดลงของค่า final viscosity และค่า setback รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของค่า peak viscosity ซึ่งอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งสาคุในส่วนผสมนั้น อย่างไรก็ตามสมบัติบางประการเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงที่อัตราส่วนของแป้งสาคุต่อแป้งสาลีเท่ากับ 40:60 เช่น การลดลงของค่า peak temperature และการเพิ่มขึ้นของค่า breakdown viscosity ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 สมบัติด้านความหนืดของแป้งเปียกของแป้งผสมระหว่างแป้งสาคูต่อแป้งสาลีในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งวิเคราะห์โดย rapid visco analyzer (RVA)

สมบัติด้านความหนืด	ชนิดแป้งสาคู	อัตราส่วนแป้งสาคูต่อแป้งสาลี					
		0:100 (แป้งสาลิล้วน)	20:80	40:60	60:40	80:20	100:0 (แป้งสาคูล้วน)
Pasting temperature (°C)	แป้งสาคูปัตตานี 1	71.60 ± 0.48 ^c	77.83 ± 0.46 ^a	77.27 ± 0.60 ^{ab}	77.12 ± 0.62 ^{ab}	76.88 ± 0.49 ^{A, ab}	76.43 ± 0.57 ^b
	แป้งสาคูปัตตานี 2	71.60 ± 0.48 ^d	76.97 ± 0.35 ^{ab}	76.45 ± 0.35 ^a	75.73 ± 0.18 ^c	75.35 ± 0.48 ^{B, c}	75.93 ± 0.06 ^{bc}
	แป้งสาคูตรัง	71.60 ± 0.48 ^c	77.20 ± 0.43 ^a	77.17 ± 0.49 ^a	76.62 ± 0.78 ^{ab}	76.38 ± 0.42 ^{A, ab}	75.75 ± 0.40 ^b
Peak temperature(°C)	แป้งสาคูปัตตานี 1	94.93 ± 0.06 ^a	95.05 ± 0.43 ^a	89.65 ± 0.80 ^{B, b}	85.93 ± 0.64 ^c	84.50 ± 0.48 ^d	83.85 ± 0.05 ^{B, d}
	แป้งสาคูปัตตานี 2	94.93 ± 0.06 ^a	95.33 ± 0.16 ^a	89.53 ± 0.83 ^{B, b}	85.57 ± 0.12 ^c	84.33 ± 0.46 ^d	84.18 ± 0.49 ^{B, d}
	แป้งสาคูตรัง	94.93 ± 0.06 ^a	95.15 ± 0.22 ^a	94.87 ± 0.42 ^{A, a}	86.37 ± 0.80 ^b	83.67 ± 0.49 ^c	85.43 ± 0.80 ^{A, b}
peak viscosity (RVU)	แป้งสาคูปัตตานี 1	244.31 ± 3.40 ^e	246.97 ± 0.19 ^{B, e}	293.75 ± 0.63 ^{B, d}	345.42 ± 2.08 ^{B, c}	364.67 ± 2.11 ^{B, a}	355.16 ± 2.25 ^{B, b}
	แป้งสาคูปัตตานี 2	244.31 ± 3.40 ^c	228.53 ± 1.83 ^{C, d}	252.28 ± 2.64 ^{C, b}	289.83 ± 4.19 ^{C, a}	291.67 ± 3.22 ^{C, a}	230.89 ± 1.25 ^{C, d}
	แป้งสาคูตรัง	244.31 ± 3.40 ^f	284.56 ± 1.90 ^{A, e}	341.03 ± 3.50 ^{A, d}	437.39 ± 2.75 ^{A, c}	493.28 ± 4.79 ^{A, b}	541.05 ± 3.48 ^{A, a}

A, B, C,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05) และค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ไม่มีอักษรกำกับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สมบัติด้านความหนืด	ชนิดแป้งสาคุ	อัตราส่วนแป้งสาคุต่อแป้งสาลี					
		0:100 (แป้งสาลิล้วน)	20:80	40:60	60:40	80:20	100:0 (แป้งสาคุล้วน)
Breakdown (RVU)	แป้งสาคุปัตตานี 1	106.03 ± 0.92 ^e	106.25 ± 1.80 ^{B, e}	155.95 ± 5.03 ^{A, d}	205.86 ± 2.84 ^{B, c}	224.05 ± 2.30 ^{B, a}	214.17 ± 3.18 ^{B, b}
	แป้งสาคุปัตตานี 2	106.03 ± 0.92 ^e	104.94 ± 3.05 ^{B, e}	137.86 ± 1.56 ^{B, d}	186.89 ± 2.37 ^{C, b}	190.67 ± 1.56 ^{C, a}	143.80 ± 1.97 ^{C, c}
	แป้งสาคุตรัง	106.03 ± 0.92 ^f	128.78 ± 3.01 ^{A, e}	163.50 ± 4.73 ^{A, d}	239.70 ± 0.54 ^{A, c}	280.03 ± 3.75 ^{A, b}	331.19 ± 5.22 ^{A, a}
final viscosity (RVU)	แป้งสาคุปัตตานี 1	282.92 ± 3.46 ^a	254.28 ± 1.38 ^{B, b}	246.11 ± 2.74 ^{B, c}	229.42 ± 0.96 ^{B, d}	229.19 ± 1.22 ^{B, d}	225.97 ± 5.77 ^{B, d}
	แป้งสาคุปัตตานี 2	282.92 ± 3.46 ^a	235.94 ± 1.79 ^{C, b}	210.64 ± 3.85 ^{C, c}	192.86 ± 5.50 ^{C, d}	187.30 ± 4.00 ^{C, d}	158.17 ± 3.71 ^{C, e}
	แป้งสาคุตรัง	282.92 ± 3.46 ^c	291.89 ± 1.36 ^{A, b}	287.19 ± 2.64 ^{A, c}	302.92 ± 3.14 ^{A, a}	296.03 ± 1.31 ^{A, b}	283.06 ± 2.39 ^{A, c}
Setback (RVU)	แป้งสาคุปัตตานี 1	144.64 ± 2.01 ^a	113.55 ± 0.48 ^{B, b}	108.30 ± 2.36 ^{A, c}	89.86 ± 1.58 ^{B, d}	88.58 ± 2.17 ^d	84.97 ± 5.18 ^{A, d}
	แป้งสาคุปัตตานี 2	144.64 ± 2.01 ^a	112.36 ± 2.86 ^{B, b}	96.22 ± 0.71 ^{B, c}	89.92 ± 3.68 ^{B, d}	86.31 ± 2.41 ^d	71.08 ± 3.35 ^{B, e}
	แป้งสาคุตรัง	144.64 ± 2.01 ^a	136.11 ± 3.54 ^{A, b}	109.67 ± 4.34 ^{A, c}	105.22 ± 1.54 ^{A, c}	82.78 ± 3.32 ^d	73.20 ± 1.54 ^{B, e}

^{A, B, C, ...} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ไม่มีอักษรกำกับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

^{a, b, c, ...} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.1.2 สมบัติทางเคมีของแป้ง

4.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ (ตารางที่ 4.6) พบว่า แป้งสาที่มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์มาก และยังมีปริมาณไขมัน เส้นใย และเถ้าที่ต่ำกว่าด้วย แต่แป้งสาที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและอะไมโลสสูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างแป้งสาที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน พบว่า ปริมาณไขมันไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ปริมาณความชื้น โปรตีน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และอะไมโลสแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยแป้งสาปัตตานี 1 มีความชื้น โปรตีน และเส้นใยสูงที่สุด ส่วนแป้งสาตรังมีเถ้าและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	แป้งสา ปัตตานี 1	แป้งสา ปัตตานี 2	แป้งสา ตรัง	แป้งสาลี อเนกประสงค์
ความชื้น	18.88 ± 0.05^a	16.97 ± 0.15^b	12.06 ± 0.69^c	12.71 ± 0.17^c
ไขมัน	0.04 ± 0.00^b	0.05 ± 0.00^b	0.04 ± 0.00^b	0.41 ± 0.02^a
โปรตีน	0.23 ± 0.00^b	0.11 ± 0.02^c	0.16 ± 0.01^c	12.50 ± 0.07^a
เส้นใย	0.30 ± 0.08^b	0.19 ± 0.03^c	0.16 ± 0.04^c	0.47 ± 0.05^a
เถ้า	0.36 ± 0.00^c	0.19 ± 0.03^d	0.50 ± 0.04^b	0.59 ± 0.03^a
คาร์โบไฮเดรต	80.19 ± 0.06^c	82.49 ± 0.11^b	87.08 ± 0.65^a	73.31 ± 0.14^d
อะไมโลส	40.57 ± 0.24^{ab}	41.04 ± 0.35^a	40.20 ± 0.04^b	30.93 ± 0.32^c

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดลองข้างต้นสอดคล้องกับรายงานของ Ahmad และคณะ (1998) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาที่ได้มาจากแหล่งต่างๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า แป้งสาที่มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10.6 – 20.0 ซึ่งเป็นระดับความชื้นโดยทั่วไปของแป้ง มีปริมาณเถ้าและเส้นใยต่ำ ส่วนปริมาณไขมัน (crude fat) ในแป้งสาที่มีปริมาณต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0.10 – 0.13 และผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Purwani และคณะ (2006) ที่ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยแป้งสาที่ศึกษามาจาก 4 แหล่งผลิต พบว่า แป้งสาที่มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 14 – 17 มีปริมาณเถ้าต่ำและ

อยู่ในช่วงร้อยละ 0.18 – 0.27 มีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำเช่นกัน คือ ร้อยละ 0.25 – 0.48 และ 0.03 – 0.12 ตามลำดับ และมีปริมาณอะไมโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 37.24 – 42.13 ขณะที่ Cheow และคณะ (2004) และ Ahmad และคณะ (1999) รายงานว่าแป้งสาครมีปริมาณอะไมโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 24 – 30 และ 29.39 ตามลำดับ โดยความแตกต่างของปริมาณอะไมโลสในแป้งสาคร อาจจะมาจากการหลายปัจจัย เช่น สายพันธุ์ของต้นสาคร สภาพแวดล้อม กระบวนการในการผลิตแป้ง และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นต้น

4.1.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

จากการวิเคราะห์ค่า a_w ในแป้งสาครจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลี อเนกประสงค์ พบว่า แป้งที่ทำการศึกษาที่มีค่า a_w แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.7) โดยแป้งสาคร บัตตานี 1 มีค่า a_w สูงที่สุด ขณะที่แป้งสาครบัตตานี 2 แป้งสาลีอเนกประสงค์ และแป้งสาครตรัง มีค่า a_w น้อยลงตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญมากต่อคุณภาพและการเน่าเสีย ของอาหาร เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นเป็นสาเหตุ ทำให้อาหารเน่าเสีย (Fennema, 1996)

ตารางที่ 4.7 ค่าปริมาณน้ำอิสระในแป้งสาครจากแหล่งต่างๆ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

	แป้งสาคร บัตตานี 1	แป้งสาคร บัตตานี 2	แป้งสาคร ตรัง	แป้งสาลี อเนกประสงค์
a_w	0.726 ± 0.001^a	0.650 ± 0.004^b	0.454 ± 0.003^d	0.537 ± 0.004^c

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่า แป้งสาครมีสมบัติที่แตกต่างจาก แป้งสาลีอเนกประสงค์ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีปริมาณโปรตีนที่ค่อนข้างต่ำ อีกทั้งแป้งสาครจากแหล่งผลิตต่างกันก็ยังมีสมบัติบางประการที่ต่างกัน การจะนำแป้งสาครมาใช้ทดแทน แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ก็จึงต้องมีการทดสอบต่อไปโดยใช้ baking test โดยแป้งสาครที่เลือกมาทำการทดลอง คือ แป้งสาครบัตตานี 2 เนื่องจากแป้งมีสีขาวนวล เนื้อแป้งเนียนละเอียด และมีสมบัติที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของคุกกี้ ได้แก่ ค่ากำลังการพองตัว และความหนืดของ สารละลายน้ำแป้งใกล้เคียงกับแป้งสาลีมากกว่าแป้งสาครจากแหล่งอื่น

4.2 การใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดตกหยอด (dropped cookies)

จากการทดลองที่ 4.1 เลือกแป้งสาकुปัตตานี 2 ที่มีสมบัติในด้านสีของแป้ง ค่ากำลังการพองตัว และความหนืดใกล้เคียงกับแป้งสาลีอเนกประสงค์มากที่สุด มาใช้ทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดตกหยอด โดยแปรรูปการทดแทนเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 20, 40, 60, 80 และ 100 (โดยน้ำหนัก) ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ได้ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้ ได้แก่ ค่าการแผ่ตัว ความหนาแน่น ความแข็ง ความเปราะ และค่าสี มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1 ค่าการแผ่ตัว ความหนาแน่น ความแข็ง และความเปราะ

การใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดตกหยอดจะทำให้คุกกี้ที่ได้มีการแผ่ตัวเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งสาकु (ภาพที่ 4.4) เมื่อพิจารณา ค่าการแผ่ตัว (spread ratio) ความหนาแน่น แรงตัดขาด และแรงกดแตกของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 - 100 (ตารางที่ 4.8) จะเห็นว่า คุกกี้ที่ระดับทดแทนร้อยละ 20 และ 40 มีค่า spread ratio ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน ($p > 0.05$) แต่ค่า spread ratio จะสูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ระดับการทดแทนร้อยละ 60 ขึ้นไป ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุกกี้มีการแผ่ตัวมากขึ้น ขณะที่ความหนาแน่นของคุกกี้มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับการทดแทนร้อยละ 40 ขึ้นไป ($p \leq 0.05$)

ส่วนค่าแรงตัดขาดและแรงกดแตกของคุกกี้ พบว่า มีแนวโน้มลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าคุกกี้มีความแข็งแรงลดลง แต่มีความเปราะมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการแผ่ตัวและความหนาแน่นของคุกกี้ กล่าวคือ เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาकु ด้วยแป้งสาकु ทำให้คุกกี้ที่ได้มีการแผ่ตัวมากขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง ซึ่งส่งผลให้แรงตัดขาดและแรงกดแตกลดลงไปด้วย



ภาพที่ 4.4 การแผ่ตัวของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ตารางที่ 4.8 การแผ่ตัว (spread ratio) ความหนาแน่น ค่าแรงตัดขาดและแรงกดแตกของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทน ด้วยแป้งสาकु	spread ratio	ความหนาแน่น (g/ml)	แรงตัดขาด (N)	แรงกดแตก (N)
0	5.685 ± 0.123^b	0.179 ± 0.013^a	48.37 ± 7.42^a	11.53 ± 1.87^a
20	5.913 ± 0.325^b	0.174 ± 0.002^a	42.30 ± 8.47^b	9.79 ± 1.29^b
40	6.019 ± 0.399^b	0.154 ± 0.005^b	24.24 ± 2.10^c	5.58 ± 1.50^c
60	8.057 ± 0.814^a	0.120 ± 0.007^c	16.18 ± 1.99^d	3.00 ± 0.59^d
80	7.864 ± 0.529^a	0.116 ± 0.003^c	10.75 ± 1.00^e	2.24 ± 0.31^d
100	8.307 ± 0.089^a	0.108 ± 0.002^c	7.95 ± 1.84^e	0.77 ± 0.08^e

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาकुทำให้คุกกี้มีการแผ่ขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากแป้งสาकुมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลีมาก (ตารางที่ 4.6) ดังนั้นการใช้แป้งสาकुทดแทนจึงเป็นการเจือจางโปรตีน ซึ่งในผลิตภัณฑ์คุกกี้โปรตีนในแป้งจะมีบทบาทสำคัญต่อการแผ่ขยายตัวของคุกกี้มากกว่าเม็ดแป้ง เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดการพองตัวและเกิดเจลลาตินไนซ์

ขณะอบได้อย่างจำกัดเพราะคุกกี้มีของเหลวในสูตรอยู่น้อยและมีน้ำตาลในปริมาณสูง ดังนั้นโปรตีนจึงดูดซับน้ำได้ดีกว่าเม็ดแป้ง เมื่อคุกกี้ได้รับความร้อนขณะอบ ส่วนประกอบที่เป็นไขมันและน้ำตาลในคุกกี้จะเริ่มละลาย ส่วนผสมคุกกี้จึงมีลักษณะเป็นของไหลมากขึ้น จึงเกิดการแผ่ตัวตามแรงโน้มถ่วง ประกอบกับความร้อนทำให้ฟองอากาศและก๊าซ CO_2 ที่เกิดจากผงฟูมีปริมาตรเพิ่มขึ้น คุกกี้จึงเกิดการขยายตัว ขณะเดียวกันเมื่อโปรตีนในแป้งได้รับความร้อนจะสามารถดูดซับน้ำได้ดีขึ้น และเกิดโครงสร้างที่เป็นร่างแหมากขึ้น การแผ่ขยายตัวของคุกกี้ขณะอบจะดำเนินต่อไปจนกว่าโครงสร้างร่างแหของโปรตีนจะแข็งแรงพอที่จะทำให้ความต้านทานต่อการขยายตัวของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่ไม่สามารถขยายตัวต่อไปได้อีก ณ จุดนี้เรียกว่า cookie 'set' point ดังนั้นการมีโปรตีนในระบบมาก คุกกี้จะแผ่ขยายตัวได้น้อยกว่าและถึง 'set' point เร็วกว่า (Payne, 1995) ด้วยเหตุนี้คุกกี้ที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีจึงแผ่ขยายตัวได้มากกว่าคุกกี้แป้งสาลีล้วน เพราะมีโปรตีนในระบบน้อยกว่า นอกจากนี้การที่ส่วนผสมคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีมีสมบัติเป็นของไหลมากขึ้น (ตารางที่ 4.5) จะทำให้ฟองอากาศขยายตัวขณะอบได้มากกว่า ประกอบกับเม็ดแป้งสาคูมีการพองตัวได้ดีกว่าเม็ดแป้งสาลี (ตารางที่ 4.3) เนื้อคุกกี้ที่ได้จึงมีลักษณะโปร่งมากขึ้น ทำให้คุกกี้มีค่าความหนาแน่นลดลง ความแข็งแรงลดลง (แรงตัดขาดลดลง) และความเปราะเพิ่มขึ้น (แรงกดแตกลดลง) (ตารางที่ 4.8) ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลี คือ คุกกี้จะสามารถละลายในปากได้อย่างรวดเร็วคล้ายขนมผึ้ง

4.2.1.2 ค่าสี

ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของคุกกี้แสดงดังตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าการทดแทนด้วยแป้งสาคูที่ร้อยละ 20, 40 และ 60 ทำให้คุกกี้มีค่า L^* ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 80 และ 100 ทำให้ค่า L^* สูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$) ขณะที่ค่า a^* มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ($p\leq 0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีไม่มีผลต่อค่า b^* ของคุกกี้ ($p>0.05$) การที่ L^* เพิ่มขึ้น และ a^* ลดลงอาจเนื่องมาจากเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งสาคู ทำให้คุกกี้มีโปรตีนอยู่ในระบบน้อยลง เนื่องจากแป้งสาคูมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลีมาก (ตารางที่ 4.6) ทำให้มีสารตั้งต้นที่จะทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ในปฏิกิริยาเมลลาร์ดน้อยลง การเกิดสีน้ำตาลจะลดลง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายจึงมีสีอ่อนลง (นิธิยา, 2545)

ตารางที่ 4.9 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาकु	L^*	a^*	b^{*ns}
0	40.03 ± 1.38^c	9.72 ± 0.41^a	31.30 ± 0.78
20	41.71 ± 0.20^c	9.26 ± 0.06^{ab}	30.39 ± 0.26
40	43.15 ± 3.81^c	8.41 ± 0.98^{bc}	29.75 ± 1.18
60	43.57 ± 3.76^c	7.74 ± 0.31^{cd}	29.59 ± 1.45
80	49.08 ± 3.02^b	7.24 ± 0.51^d	30.25 ± 0.84
100	54.07 ± 2.46^a	6.18 ± 0.17^e	29.38 ± 1.30

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.2.2 คุณภาพทางเคมี

ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้แสดงดังตารางที่ 4.10 จะเห็นว่า คุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุร้อยละ 60 และ 80 มีปริมาณความชื้นสูงกว่าคุกกี้ที่ระดับการทดแทนอื่น ($p \leq 0.05$) สำหรับค่า a_w พบว่า คุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุร้อยละ 40, 60 และ 80 มีค่า a_w สูงกว่าคุกกี้ที่ระดับการทดแทนอื่น ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามคุกกี้ทุกตัวอย่างมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.3 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าที่จุลินทรีย์จะสามารถเติบโตได้ คุกกี้ที่ได้จึงไม่น่าจะเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (นิธิยา, 2545)

ตารางที่ 4.10 ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาकु	ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	a_w
0	0.56 ± 0.08^b	0.256 ± 0.009^b
20	0.64 ± 0.08^b	0.259 ± 0.008^b
40	0.54 ± 0.09^b	0.283 ± 0.010^a
60	1.78 ± 0.39^a	0.292 ± 0.009^a
80	1.84 ± 0.20^a	0.286 ± 0.009^a
100	0.54 ± 0.08^b	0.267 ± 0.003^b

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ (ภาพที่ 4.5) ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.11 - 4.18 และภาพที่ 4.6 - 4.15 ซึ่งผลการประเมินคุณภาพแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบเชิงพรรณนา และผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค รายละเอียดของผลการทดสอบมีดังนี้



ภาพที่ 4.5 คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

4.2.3.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive analysis)

คำศัพท์ที่ใช้สำหรับอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ มีทั้งสิ้น 42 คำ ซึ่งประกอบด้วยคำศัพท์สำหรับอธิบายลักษณะปรากฏ 4 คำ ด้านกลิ่น 7 คำ ด้านกลิ่นรส 12 คำ ด้านเนื้อสัมผัส 15 คำ และด้านความรู้สึตกค้าง 4 คำ รายละเอียดของคำศัพท์ต่างๆ ได้แก่ คำจำกัดความ วิธีการประเมิน ตัวอย่างอ้างอิง และระดับความเข้มของตัวอย่างอ้างอิงแสดงดังตารางที่ 4.11 ผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (consensus scores) ของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลี 6 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 คำศัพท์ คำจำกัดความ วิธีการประเมิน ตัวอย่างอ้างอิง และระดับความเข้มของ
ตัวอย่างอ้างอิง สำหรับการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของ
คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ลักษณะปรากฏ			
สีน้ำตาล brown color	ระดับความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (สีน้ำตาลอ่อน - - - สีน้ำตาลเข้ม)	The Munsell Book of color* Hue Value/Chroma= 10YR 7/6 The Munsell Book of color Hue Value/Chroma= 10YR 5/8	5.0 9.0
ขนาดของตัวอย่าง size	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (น้อย - - - มาก) วิธีประเมิน ประเมินเส้นผ่าศูนย์กลาง เทียบกับตัวอย่างอ้างอิง	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโซะ รสสวิตชีลลี่) ขนมหน้าแตก (ตรา แต้ เช็ง เฮง)	7.0 12.0
ความขรุขระ surface roughness	ระดับความขรุขระของพื้นผิวของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (เรียบ - - - ขรุขระ)	ขนมหน้าแตก (ตรา แต้ เช็ง เฮง)	8.0
การลอยตัวของ ช็อกโกแลตชิพ chocolate chip floating (จม - - - ลอย)	ระดับการลอยตัวของเม็ดช็อกโกแลตชิพ บนผิวของตัวอย่างเมื่อมองด้วยตา (จม - - - ลอย)	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy)	5.0
กลิ่น			
ช็อกโกแลต chocolate	ระดับความเข้มของกลิ่นช็อกโกแลต (น้อย - - - มาก)	Chocolate chip ตรา Hershey's (4 ชิ้น)	7.0
ผลิตภัณฑ์นม dairy product	ระดับความเข้มของส่วนผสมที่เป็น ผลิตภัณฑ์นมในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	เนยจืด (ตรา ออร์คิด) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ชิ้น	7.0
หวานโดยรวม sweet aroma	ระดับความเข้มของกลิ่นหวานโดยรวม ของส่วนผสมที่ทำให้เกิดความหวานใน ตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	สารละลายกลิ่นวานิลลา (3 หยด/น้ำ 10 กรัม)	8.0

* The Munsell Book of color (Matte Collection, Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corp., NY, USA)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
กลืน (ต่อ)			
แป้งแห้ง dry flour	ระดับความเข้มของกลืนแป้งแห้งของ ตัวอย่างที่ผ่านการอบ (น้อย - - - มาก)	จมูกข้าวสาลี (ตรา บ้านธัญญาธิพย์)	8
ถั่ว nutty	ระดับความเข้มของกลืนเฉพาะตัวของถั่ว ในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	จมูกข้าวสาลี (ตรา บ้านธัญญาธิพย์)	6
คาราเมล caramel	ระดับความเข้มของกลืนน้ำตาลที่ผ่าน ความร้อนในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	น้ำตาลทรายแดง	8.0
ไข่ eggy	ระดับความเข้มของกลืนไข่ที่ผ่านการให้ ความร้อนจนสุกในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	ขนมหน้าแตก (ตรา แต่ แซง เฮง)	6.0
กลืนรส			
ช็อกโกแลต chocolate	ระดับความเข้มของกลืนรสช็อกโกแลต (น้อย - - - มาก)	Chocolate chip (ตรา Hershey's) จำนวน 2 ชิ้น	8.0
ผลิตภัณฑ์นม dairy product	ระดับความเข้มของกลืนรสของส่วนผสมที่ เป็นผลิตภัณฑ์นมในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	เนยสดชนิดจืด (ตรา ออร์คิด) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ชิ้น	7.0
หวานโดยรวม sweet aromatic	ระดับความเข้มของกลืนรสหวานโดยรวม ของส่วนผสมที่ทำให้เกิดความหวานใน ตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	สารละลายกลีเซอรินนิลลา (ตรา วินเนอร์) (3 หยด/น้ำ 10 กรัม)	7.0
แป้งแห้ง dry flour	ระดับความเข้มของกลืนรสแป้งแห้งของ ตัวอย่างที่ผ่านการอบ (น้อย - - - มาก)	จมูกข้าวสาลี (ตรา บ้านธัญญาธิพย์)	8.0
ถั่ว nutty	ระดับความเข้มของกลืนรสเฉพาะตัวของ ถั่วในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	จมูกข้าวสาลี (ตรา บ้านธัญญาธิพย์)	8.0
คาราเมล caramel	ระดับความเข้มของกลืนรสน้ำตาลที่ผ่าน ความร้อนในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	น้ำตาลทรายแดง (ตรา ไร่ทิพย์)	5.0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ / วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
กลิ่นรส (ต่อ)			
ไข่ eggy	ระดับความเข้มของกลิ่นไข่ที่ผ่าน การให้ความร้อนจนสุกในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	ขนมหน้าแตก (ตรา แท้ แซ่ เฮง)	8.0
เบคกิ้งโซดา baking soda	ระดับความเข้มของกลิ่นเบคกิ้งโซดา ในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	สารละลายเบคกิ้งโซดา (2 g/ น้ำ 135 ml)	6.0
วานิลลา vanilla	ระดับความเข้มของกลิ่นรสวานิลลาใน ตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	สารละลายกลิ่นวานิลลา (3 หยด/น้ำ 10 กรัม)	9.0
รสหวาน sweet	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรส บนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับ น้ำตาลทราย (น้อย - - - มาก)	สารละลายซูโครส 2.0% (w/v) สารละลายซูโครส 5.0% (w/v)	2.0 5.0
รสเค็ม salty	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรส บนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับ เกลือ (น้อย - - - มาก)	สารละลาย NaCl 0.2 % (w/v) สารละลาย NaCl 0.25% (w/v)	2.5 3.5
รสขม bitter	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรส บนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับ คาเฟอีน (น้อย - - - มาก)	สารละลายคาเฟอีน 0.02% (w/v) สารละลายคาเฟอีน 0.04% (w/v)	3.5 6.0
เนื้อสัมผัส			
ก่อนกัด			
ความรู้สึกเป็นผง loose particle	ระดับความรู้สึกเป็นผงที่ริมฝีปากเมื่อวาง ตัวอย่างบนริมฝีปาก (มาก - - - น้อย) วิธีประเมิน วางตัวอย่างบนริมฝีปาก เม้มตัวอย่างแล้วประเมิน	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy)	6.0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
เนื้อสัมผัส			
กัดครั้งแรก			
ความแข็ง hardness	ระดับแรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ ตัวอย่าง (นิ่ม- - - แข็ง) <u>วิธีประเมิน</u> ใช้ฟันกรามกดตัวอย่างโดยใช้แรงอย่าง สม่ำเสมอ	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโตะ รสสวิทิลลี่) คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) 1/2 ช้อน	7.0 4.0
ความกรอบ crispness	ระดับความดังของเสียงที่ได้ยินในระหว่างขั้นตอน การกดตัวอย่างด้วยฟันกราม (ไม่มีเสียง - - - เสียงดัง) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้น จึงกัดตัวอย่าง และวัดระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้น ครั้งแรก	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโตะ รสสวิทิลลี่) คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	9.0 4.0
ความเปราะ fracturability	ความเปราะของตัวอย่างเมื่อวางไว้บริเวณฟันกราม และกัดตัวอย่างด้วยความเร็ว แล้วยกฟันกรามขึ้น (Crumble - - - Brittle) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้น จึงกัดตัวอย่าง สังเกตการแตกหักของตัวอย่าง	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโตะ รสโนวี) คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	7.0 4.0
ความแน่นเนื้อ denseness	ลักษณะการอัดตัวของโครงสร้างตัวอย่างทางด้าน ตัดขวางหลังจากที่ถูกกัดด้วยฟันกราม (น้อย- - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้น จึงกัดตัวอย่าง	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	7.0
ขนาดของชิ้น particle size	ขนาดของชิ้นตัวอย่างที่แตกออกหลังจากกัดครั้งแรก (ชิ้นเล็ก - - - ชิ้นใหญ่) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้น จึงกัดตัวอย่าง	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโตะ รสสวิทิลลี่)	10.0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ / วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ขณะเคี้ยว			
การดูดน้ำ moisture absorption	ปริมาณการดูดซับน้ำลายในปากของตัวอย่างระหว่าง การเคี้ยว (ไม่มีการดูดน้ำ --- ดูดน้ำปริมาณมาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามประมาณ 5 ครั้ง และประเมินความสามารถในการดูดซับน้ำลาย ของตัวอย่าง (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	4.0
การละลาย rate of melt	ระดับการละลายของตัวอย่างระหว่างการเคี้ยว (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามประมาณ 5 ครั้ง และประเมินความสามารถในการละลายของ ตัวอย่าง (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	ขนมฝิง (ตรา จันทน์มิตร) คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) 1/2 ช้อน	9.0 5.0
ความหยาบของมวล roughness of mass	ระดับการเสียดสีของตัวอย่างระหว่างเคี้ยวที่รับรู้ได้ จากการใช้ลิ้นดันตัวอย่างกับเพดานปาก (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟัน กรามประมาณ 10 ครั้ง และประเมินการเสียดสีของ ตัวอย่างที่รับรู้ได้จากการใช้ลิ้นดันตัวอย่างกับเพดาน ปาก (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	6.0
ผงละเอียด powdery	ระดับความรู้สึกเป็นผงละเอียด เมื่อเคี้ยวตัวอย่างจน ละเอียดก่อนกลืน (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างจนละเอียดก่อนกลืน แล้ว ใช้ลิ้นกวาดตัวอย่างเพื่อประเมินความเป็นผง (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	ขนมฝิง (ตรา จันทน์มิตร) คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	10.0 6.0
จำนวนการเคี้ยว chew count	จำนวนครั้งในการเคี้ยวตัวอย่างจนสามารถกลืน ตัวอย่างได้ (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> นับจำนวนครั้งในการเคี้ยว ตั้งแต่เริ่มต้น การเคี้ยวครั้งแรกจนกระทั่งเคี้ยวครั้งสุดท้ายก่อนกลืน (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	6.0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ / วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
หลังกลืน			
การเกาะติดฟัน tooth packing	ปริมาณของตัวอย่างที่ติดอยู่บริเวณฟัน เมื่อสัมผัสด้วยลิ้น หลังจากการกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาปริมาณการตกค้างหลังจากการกลืนตัวอย่างบริเวณฟัน โดยใช้ลิ้นในการประเมิน	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	5.0
อนุภาคตกค้าง amount of residue	ปริมาณชิ้นเล็กๆ ของตัวอย่างที่หลงเหลืออยู่ภายในปากหลังกลืน โดยไม่นับส่วนที่เกาะติดฟัน (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาปริมาณการตกค้างภายในปาก (ยกเว้นบริเวณฟัน) หลังจากการกลืนตัวอย่าง โดยใช้ลิ้นในการประเมิน (ตัวอย่าง 1/4 ช้อน)	คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ (ตรา Chips ahoy) จำนวน 1/2 ช้อน	4.0
ความแห้ง dryness	ระดับความแห้งภายในปากหลังจากกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาระดับความรู้สึกแห้งภายในปาก หลังจากการกลืนตัวอย่าง	แครกเกอร์ (ตรา อิมพีเรียล) จำนวน 1/4 ช้อน	6.0
การเคลือบปาก mouth coating	ระดับความรู้สึกมีไขมันเคลือบในปากหลังจากกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาระดับความรู้สึกมีไขมันเคลือบในปาก หลังจากการกลืนตัวอย่าง	เนยสดชนิดจืด (ตรา ออร์คิด) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ช้อน	6.0

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ความรู้สึกตกค้าง			
หวาน sweet	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับน้ำตาลทราย (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสหวานตกค้าง หลังจากการกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	สารละลายซูโครส 2.0% (w/v) สารละลายซูโครส 5.0% (w/v)	2.0 5.0
เค็ม salty	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับเกลือโซเดียม คลอไรด์ (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสหวานตกค้าง หลังจากการกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	สารละลาย NaCl 0.2% (w/v) สารละลาย NaCl 0.25% (w/v)	2.5 3.5
ขม bitter	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับคาเฟอีน (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสหวานตกค้าง หลังจากการกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	สารละลายคาเฟอีน 0.02% (w/v) สารละลายคาเฟอีน 0.04% (w/v)	3.5 6.0
ความฝืด astringency	ความรู้สึกแห้ง ฝืดคอ หรือระคายภายในปาก/ บริเวณลิ้นขณะรับประทานและ / หรือ หลังจากการกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินความรู้สึกแห้ง ฝืดคอ หรือระคายภายในปาก/ บริเวณลิ้นหลังจาก การกลืนตัวอย่าง 30 วินาที	สารละลาย Alum 0.05% (w/v) สารละลาย Alum 0.1% (w/v)	2.5 4.0

ตารางที่ 4.12 ระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคู
ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคู					
	0	20	40	60	80	100
<u>ลักษณะปรากฏ</u>						
สีน้ำตาล	7.0	6.5	7.0	7.5	6.0	7.0
ขนาดของตัวอย่าง	7.0	7.0	7.5	8.5	9.0	10
ความขรุขระ	7.0	8.0	9.0	8.5	8.5	9.5
การลอยตัวของช็อกโกแลตชิพ	9.0	8.5	6.5	7.0	6.0	4.5
<u>กลิ่น</u>						
ช็อกโกแลต	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.0
ผลิตภัณฑ์นม	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	4.0
หวานโดยรวม	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5
แป้งแห้ง	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0
ถั่ว	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	3.0
คาราเมล	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
ไข่	3.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0
<u>กลิ่นรส</u>						
ช็อกโกแลต	4.5	4.5	5.0	4.5	4.5	4.0
ผลิตภัณฑ์นม	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.5
หวานโดยรวม	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
แห้ง	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
ถั่ว	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	2.0
คาราเมล	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0
ไข่	3.5	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0
เบคกิ้งโซดา	1.5	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0
วานิลลา	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคุ					
	0	20	40	60	80	100
หวาน	5.5	6.0	5.5	5.5	5.5	5.5
เค็ม	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.5
ขม	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
<u>เนื้อสัมผัส</u>						
<i>ก่อนกััด</i>						
ความรู้สึกเป็นผงที่ริมฝีปาก	5.0	6.5	5.5	6.0	6.0	6.5
<i>เนื้อสัมผัสขณะกัดครั้งแรก</i>						
ความแข็ง	5.5	5.0	5.0	3.5	3.5	2.5
ความกรอบ	6.0	6.0	5.5	5.0	5.0	5.0
ความเปราะ	7.0	7.5	7.5	8.5	9.5	10.0
ความแน่นเนื้อ	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	3.5
ขนาดของชิ้น	7.0	7.0	6.5	6.0	6.0	5.5
<i>เนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว</i>						
การดูดน้ำ	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
การละลาย	5.5	6.0	6.0	6.5	7.0	7.5
ความหยาบของมวล	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	5.0
ผละเอียด	6.5	6.5	7.0	7.5	7.5	8.0
จำนวนการเคี้ยว	6.0	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5
<i>เนื้อสัมผัสหลังกลืน</i>						
การเกาะติดฟัน	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0
อนุภาคตกค้าง	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5
ความแห้ง	2.5	3.0	3.0	3.0	2.5	3.5
การเคลือบปาก	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคุ					
	0	20	40	60	80	100
<u>ความรู้สึตกค้าง</u>						
หวาน	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5
เค็ม	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ขม	1.0	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0
ความเฝื่อน	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

เมื่อนำผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาทั้ง 42 ลักษณะของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA) ร่วมกับการหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธี varimax เพื่อจัดกลุ่มตัวแปร (ซึ่งในที่นี้ คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัส) ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยสร้างเป็นตัวแปรใหม่ (principal component : PC) ที่มีจำนวนลดลง แต่ยังคงเป็นฟังก์ชันของตัวแปรเดิม และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรไว้ได้มากที่สุด ผลการวิเคราะห์พบว่า องค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบแรก (PC1 และ PC2) มีค่าไอเกน (eigenvalue) มากกว่า 1 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรเดิมคิดเป็นร้อยละ 80.20 และ 6.21 ตามลำดับ (รวมเป็นร้อยละ 86.41) ค่าน้ำหนักปัจจัย (factor loading) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเดิมกับตัวแปรใหม่ที่สร้างขึ้น (PC1 และ PC2) แสดงดังตารางที่ 4.13 ส่วนแผนภาพ correlative loading ของตัวแปรเดิม และแผนภาพ score plot ของตัวอย่างคุกกี้ช็อกโกแลตชิพทั้ง 6 ตัวอย่าง ที่จัดอยู่ในแกนตัวแปรใหม่ (PC1 และ PC2) แสดงดังภาพที่ 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ

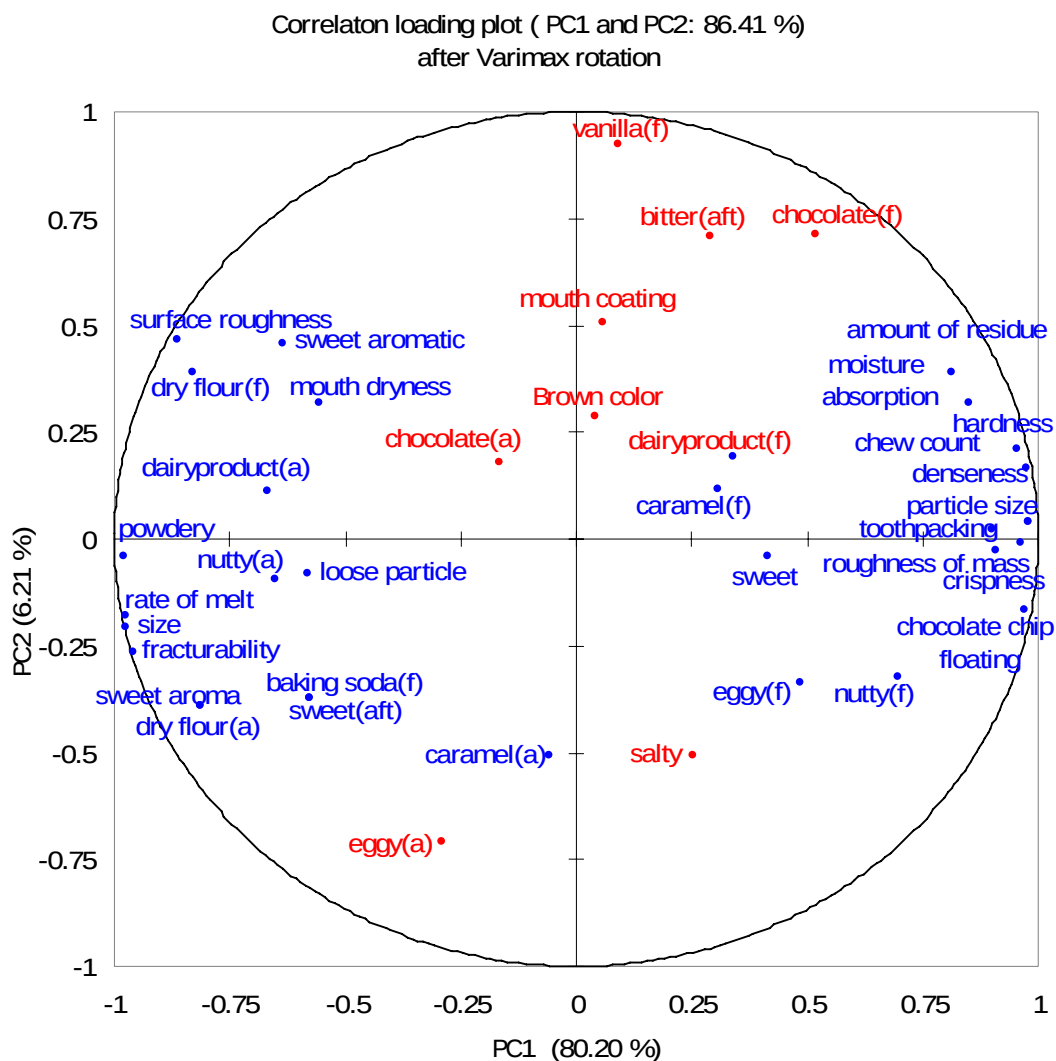
ตารางที่ 4.13 น้ำหนักปัจจัย (factor loading) ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PC)	
	PC 1	PC 2
ลักษณะปรากฏ		
สีน้ำตาล (brown color)	0.022	0.149
ขนาดของตัวอย่าง (size)	-1.179	-0.249
ความขรุขระ (surface roughness)	-0.744	0.402
การลอยตัวของช็อกโกแลตชิพ (chocolate chip floating)	1.606	-0.272
กลิ่น		
ช็อกโกแลต (chocolate)	-0.073	0.080
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.251	0.043
หวานโดยรวม (sweet aroma)	-0.210	-0.101
แห้ง (dry flour)	-0.210	-0.101
ถั่ว (nutty)	-0.168	-0.024
คาราเมล (caramel)	-0.015	-0.130
ไข่ (eggy)	-0.080	-0.194
กลิ่นรส		
ช็อกโกแลต (chocolate)	0.164	0.226
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	0.088	0.050
หวานโดยรวม (sweet aromatic)	-0.130	0.093
แห้ง (dry flour)	-0.214	0.101
ถั่ว (nutty)	0.191	-0.088
คาราเมล (caramel)	0.084	0.032
ไข่ (eggy)	0.153	-0.107
เบคกิ้งโซดา (baking soda)	-0.149	-0.096
วานิลลา (vanilla)	0.019	0.189
หวาน (sweet)	0.084	-0.008
เค็ม (salty)	0.069	-0.138

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PC)	
	PC 1	PC 2
เนื้อสัมผัส		
ก่อนกัด		
ความรู้สึกเป็นผงที่ริมฝีปาก (loose particle)	-0.399	-0.048
เนื้อสัมผัสขณะกัดครั้งแรก		
ความแข็ง (hardness)	1.118	0.244
ความกรอบ (crispness)	0.447	-0.014
ความเปราะ (fracturability)	-1.160	-0.321
ความแน่นเนื้อ (denseness)	0.946	0.162
ขนาดของชิ้น (particle size)	0.592	0.023
เนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว		
การดูดน้ำ (moisture absorption)	0.233	0.088
การละลาย (rate of melt)	-0.717	-0.132
ความหยาบของมวล (roughness of mass)	0.786	-0.006
ผงละเอียด (powdery)	-0.592	-0.023
จำนวนการเคี้ยว (chew count)	0.592	0.023
เนื้อสัมผัสหลังกลืน		
การเกาะติดฟัน (tooth packing)	0.339	0.008
อนุภาคตกค้าง (amount of residue)	0.210	0.101
ความแห้ง (dryness)	-0.210	0.120
การเคลือบปาก (mouth Coating)	0.015	0.130
ความรู้สึกตกค้าง		
หวาน (sweet)	-0.149	-0.096
ขม (bitter)	0.080	0.194
ความแปรปรวนที่ตัวแปรใหม่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	80.20	6.21
ความแปรปรวนทั้งหมดที่ตัวแปรใหม่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	86.41	

หมายเหตุ ค่า factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยแถบสีฟ้าจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) ส่วนค่าในแถบสีแดงจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2)



ภาพที่ 4.6 แผนภาพ correlation loading ของค่าตัวแปรลักษณะทางประสาทสัมผัสในแกน
องค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)

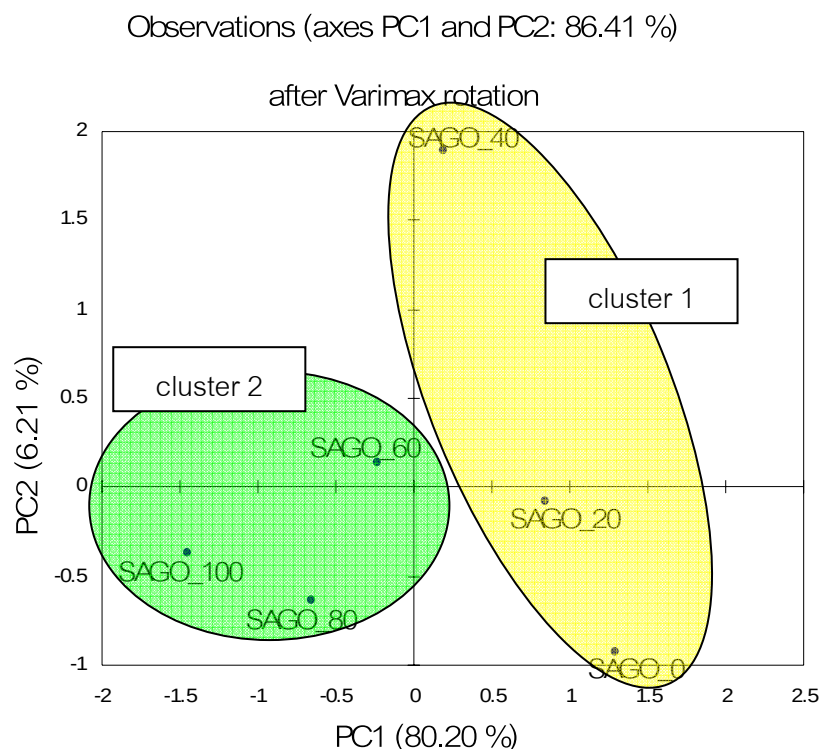
หมายเหตุ (a) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น (aroma)

(f) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส (flavor)

(aft) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกตกค้าง

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีน้ำเงิน คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีแดง คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2)

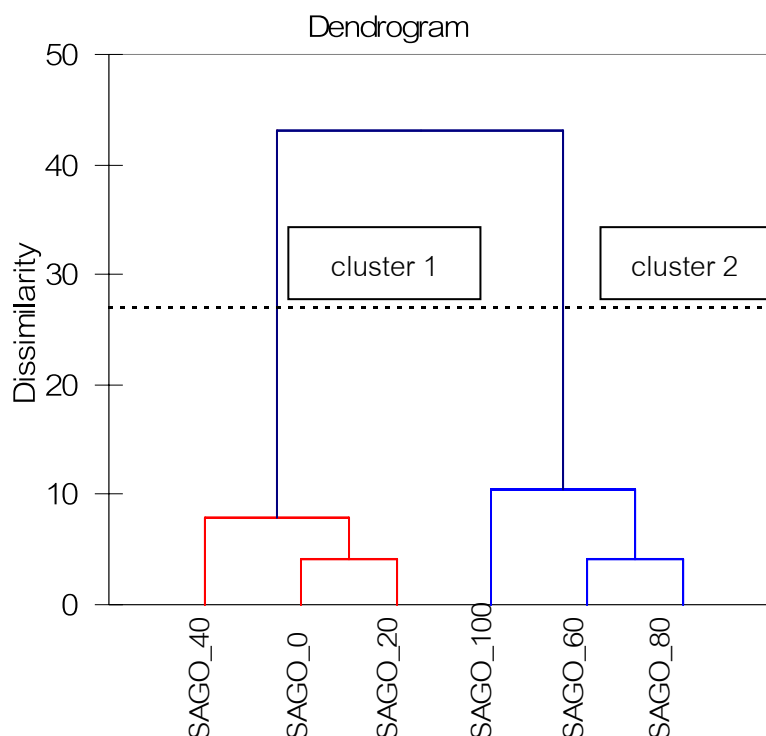


ภาพที่ 4.7 แผนภาพ score plot ของตัวอย่างคูกี้ช็อกโกแลตชิฟที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ ในแกนองค์ประกอบที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)

องค์ประกอบที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 80.20 ของความแปรปรวนทั้งหมด และเป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคูกี้ที่มีระดับความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับระดับการทดแทนแป้งสาคุด้วยแป้งสาคุ โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 ทางด้านบวก เป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสซึ่งมีระดับความเข้มข้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ได้แก่ การลอยตัวของช็อกโกแลตชิฟ ความแข็ง ความกรอบ ความแน่นเนื้อ และขนาดของชิ้นที่แตกในขณะกัดครั้งแรก การดูดน้ำ ความหยาบ และจำนวนการเคี้ยวตัวอย่าง การเกาะติดฟันและอนุภาคตกค้างหลังจากกลืนตัวอย่าง ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 ทางด้านลบ เป็นลักษณะทางประสาทสัมผัสซึ่งมีระดับความเข้มข้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ได้แก่ ขนาดของตัวอย่าง ความขรุขระของผิวตัวอย่าง กลิ่นผลิตภัณฑ์นม กลิ่นหวานโดยรวม กลิ่นถั่ว กลิ่นแป้งแห้ง กลิ่นรสหวานโดยรวม กลิ่นรสแป้งแห้ง กลิ่นรสเบคกิ้งโซดา ความรู้สึกตกค้างของรสหวาน ความรู้สึกเป็นผงที่ริมฝีปาก ความเปราะในขณะกัดครั้งแรก การละลายและความเป็นผงละเอียดของตัวอย่างในขณะเคี้ยว และความรู้สึกแห้งหลังจากกลืนตัวอย่าง (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.6 และ 4.7)

องค์ประกอบหลักที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพียงร้อยละ 6.21 ของความแปรปรวนทั้งหมด ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 ทางด้านบวก คือ สีนํ้าตาล กลิ่นช็อกโกแลต กลิ่นรสช็อกโกแลต กลิ่นรสวานิลลา ความรู้สึกตกค้าง รสขม และการเคลือบปาก และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 ทางด้านลบ คือ กลิ่นไข่ กลิ่นคาราเมล และรสเค็ม ทั้งนี้องค์ประกอบหลักที่ 2 เป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีระดับความเข้มแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างตัวอย่างคุกกี้ แต่ไม่สามารถสรุปแนวโน้มของผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางประสาทสัมผัสในกลุ่มนี้ได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.6 และ 4.7)

การจัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี agglomerative hierarchical cluster analysis โดยจัดกลุ่มคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พบว่าสามารถจัดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (cluster 1) ประกอบด้วยคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ร้อยละ 0, 20 และ 40 และกลุ่มที่ 2 (cluster 2) ประกอบด้วยคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ร้อยละ 60, 80 และ 100 (ภาพที่ 4.8) โดยจะเห็นว่าคุกกี้ทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (ภาพที่ 4.6 และ 4.7) โดยเมื่อเปรียบเทียบคุกกี้ทั้ง 2 กลุ่ม จะพบว่าคุกกี้ในกลุ่มที่ 2 ที่มีระดับการทดแทนที่สูงกว่าจะมีขนาดใหญ่และผิวหน้าขรุขระมากกว่า เม็ดช็อกโกแลตชิพจมอยู่ในเนื้อคุกกี้มากกว่า มีกลิ่นของผลิตภัณฑ์นม กลิ่นถั่ว กลิ่นแป้งแห้ง กลิ่นรสหวานโดยรวม กลิ่นรสแป้งแห้ง กลิ่นรสเบคกิ้งโซดา และรสหวานตกค้างหลังกลืนมากกว่า ส่วนเนื้อสัมผัสจะมีความแข็ง ความกรอบ ความแน่นเนื้อ การดูดน้ำและความหยาบของมวลขณะเคี้ยว การเกาะติดฟัน และอนุภาคตกค้างหลังจากกลืนตัวอย่างน้อยกว่า แต่มีความเปราะมากกว่า ละลายในปากได้เร็วกว่า และให้ความรู้สึกแห้งในปากหลังกลืนตัวอย่างมากกว่าคุกกี้ในกลุ่มที่ 1



ภาพที่ 4.8 การจัดกลุ่มตัวอย่างคุกกี้ที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ ด้วยวิธีวิเคราะห์กลุ่มแบบ agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้ค่าระดับความเข้มของ ลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

4.2.3.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 99 คนต่อ คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 - 100 พบว่า ผู้ที่เข้าร่วมการ ทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 15 - 24 ปี เป็นนักศึกษา กำลังศึกษาอยู่ในระดับ ปริญญาตรี มีรายได้อยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท (ตารางที่ 4.14) เมื่อพิจารณาคะแนนการ ยอมรับ แสดงดังตารางที่ 4.15 พบว่า คะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ การละลายในปาก เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมของคุกกี้ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน โดยเริ่มมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่ระดับ การทดแทนร้อยละ 40 ขึ้นไป อย่างไรก็ตามคะแนนการยอมรับของคุกกี้ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 40 นี้ยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ มีคะแนนมากกว่า 6 ขึ้นไป อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบ ปานกลาง แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 60 คุกกี้จะเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 - 6 (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย)

ตารางที่ 4.14 เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับ
ต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

(N=99)	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	38	38.4
หญิง	61	61.6
อายุ		
15-24 ปี	79	79.8
25-34 ปี	15	15.2
35-44 ปี	5	5.0
การศึกษา		
มัธยมศึกษา	2	2.0
อนุปริญญา	1	1.0
ปริญญาตรี	86	86.9
ปริญญาโท	9	9.1
สูงกว่าปริญญาตรี	1	1.0
อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	82	82.8
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	8	8.1
พนักงานบริษัทเอกชน	6	6.1
ธุรกิจส่วนตัว	1	1.0
รับจ้างทั่วไป	2	2.0

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

(N=99)	ความถี่	ร้อยละ
รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	32	32.3
5,001 - 10,000 บาท	47	47.5
10,001 - 15,000 บาท	10	10.1
15,001 - 20,000 บาท	6	6.1
20,001 - 25,000 บาท	1	1
30,001 - 35,000 บาท	2	2
สูงกว่า 35,001 บาท ขึ้นไป	1	1

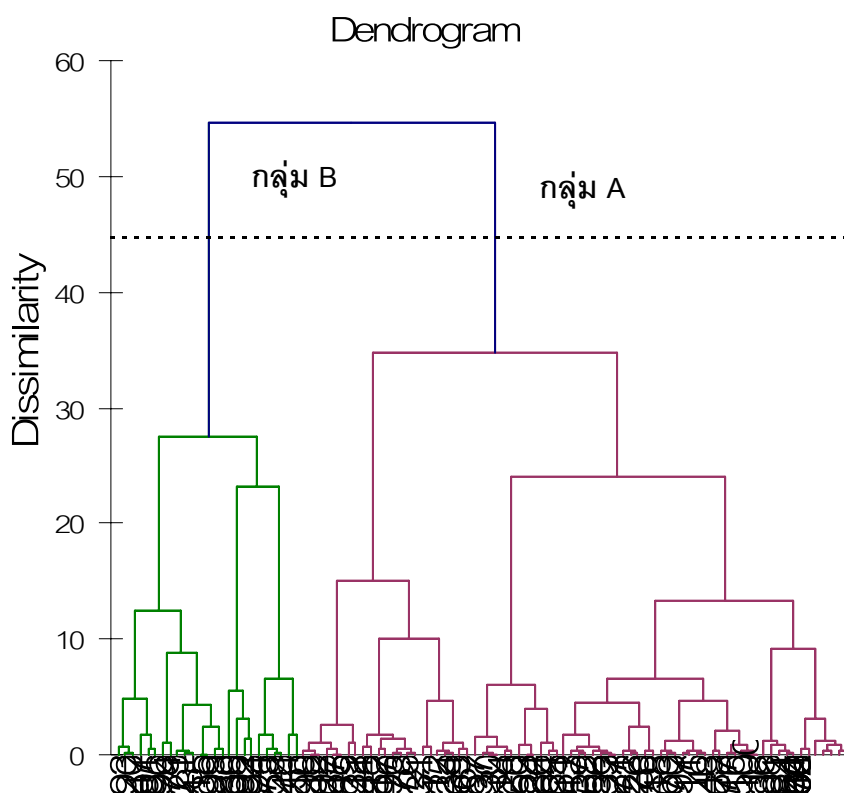
ตารางที่ 4.15 คะแนนการยอมรับต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

การยอมรับ ด้านต่างๆ	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคู					
	0	20	40	60	80	100
ลักษณะปรากฏ	6.75 ± 1.60^a	6.44 ± 1.47^a	6.39 ± 1.59^a	5.74 ± 1.71^b	5.06 ± 1.79^c	3.60 ± 1.69^d
กลิ่นรส	6.75 ± 1.47^a	6.65 ± 1.34^a	6.15 ± 1.63^b	6.07 ± 1.73^b	5.96 ± 1.61^b	5.19 ± 2.02^c
รสชาติ	6.81 ± 1.36^a	6.69 ± 1.35^a	6.13 ± 1.70^b	6.25 ± 1.64^b	5.89 ± 1.75^b	5.07 ± 2.08^c
ความแข็ง	6.54 ± 1.55^a	6.52 ± 1.53^a	6.10 ± 1.73^a	5.56 ± 1.94^b	4.90 ± 1.92^c	3.99 ± 2.08^d
ความเหนียว	6.52 ± 1.56^a	6.30 ± 1.44^a	5.51 ± 1.77^b	5.11 ± 2.06^b	4.41 ± 1.86^c	3.68 ± 1.88^d
การละลายในปาก	6.22 ± 1.62^{ab}	6.27 ± 1.39^a	6.09 ± 1.56^{abc}	5.83 ± 1.82^{bc}	5.76 ± 1.72^c	5.05 ± 2.20^d
เนื้อสัมผัสโดยรวม	6.60 ± 1.48^a	6.46 ± 1.37^{ab}	6.10 ± 1.70^b	5.66 ± 1.90^c	5.32 ± 1.80^c	4.20 ± 1.97^d
ความชอบโดยรวม	6.74 ± 1.45^a	6.44 ± 1.32^{ab}	6.10 ± 1.68^{bc}	5.80 ± 1.76^{cd}	5.49 ± 1.74^d	4.31 ± 2.02^e

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การจัดกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 99 คน ด้วยวิธี agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้คะแนนความชอบโดยรวม เพื่อจัดกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมที่มีแนวโน้มคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พบว่า สามารถจัดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อคุกกี้ทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่ม

ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุ โดยคุกกี้ที่มีระดับการทดแทนสูงสุดที่ยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ คุกกี้ที่มีระดับการทดแทนร้อยละ 40 ซึ่งผู้บริโภครุ่นนี้คิดเป็นร้อยละ 74.75 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด และกลุ่ม B เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ การใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่มนี้ โดยคุกกี้ที่มีระดับการทดแทนสูงสุดที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ คุกกี้ที่มีระดับการทดแทนร้อยละ 80 ผู้บริโภคกลุ่มนี้คิดเป็นร้อยละ 25.25 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด (ภาพที่ 4.9 และตารางที่ 4.16) ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับเพศและอายุของผู้บริโภคแต่ละกลุ่ม แสดงดังตารางที่ 4.17 จะเห็นได้ว่า ผู้บริโภคกลุ่ม A และ B มีแนวโน้มการให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อคุกกี้แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถจัดกลุ่มผู้บริโภคได้อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาในด้านเพศและอายุ



ภาพที่ 4.9 การจัดแบ่งกลุ่มผู้บริโภคด้วยเทคนิค agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อคุกกี้ช็อกโกแลตชิพ

ตารางที่ 4.16 คะแนนความชอบโดยรวมต่อคูกี้ช็อกโกแลตชิฟที่ใช้แป้งสาตุทดแทนแป้งสาลี
ที่ระดับต่างๆ ของผู้บริโภคน 2 กลุ่ม

ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาตุ	คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของกลุ่มผู้บริโภค	
	กลุ่ม A (n=74)	กลุ่ม B (n=25)
0	6.95 $\pm$ 1.30 ^a	6.12 $\pm$ 1.71 ^{ab}
20	6.61 $\pm$ 1.30 ^a	5.92 $\pm$ 1.28 ^{ab}
40	5.99 $\pm$ 1.70 ^b	6.40 $\pm$ 1.60 ^a
60	5.89 $\pm$ 1.76 ^b	5.48 $\pm$ 1.78 ^b
80	5.08 $\pm$ 1.72 ^c	6.64 $\pm$ 1.22 ^a
100	3.77 $\pm$ 1.86 ^d	5.80 $\pm$ 1.68 ^{ab}

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.17 เพศและอายุของผู้บริโภค 2 กลุ่ม

(N=99)	ความถี่ (ร้อยละในแต่ละกลุ่มตามแนวนอน)	
	ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=74)	ผู้บริโภคกลุ่ม B (n=25)
เพศ		
ชาย	28(73.68)	10(26.32)
หญิง	46(75.41)	15(24.59)
อายุ		
15-24 ปี	62(78.48)	17(21.52)
25-34 ปี	9(60.00)	6(40.00)
35-44 ปี	3(60.00)	2(40.00)

4.2.3.3 การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคด้วยเทคนิค internal preference mapping

การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยรวม และผู้บริโภคในกลุ่ม A และ B โดยการสร้างแผนผังความชอบด้วยวิธี internal preference mapping ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.10 - 4.15

ตารางที่ 4.18 น้ำหนักปัจจัย (factor loading) ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แบ่งสาเหตุทดแทนแบ่งสาลีที่ระดับต่างๆ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแผนผังความชอบ (internal preference mapping)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PREF)		
	PREF 1	PREF 2	PREF 3
ลักษณะปรากฏ			
สีน้ำตาล (brown color)	-0.043	0.274	-0.310
ขนาดของตัวอย่าง (size)	-1.005	-0.475	-0.404
ความขรุขระ (surface roughness)	-0.838	-0.020	0.131
การลอยตัวของช็อกโกแลตชิพ (chocolate chip floating)	1.540	0.533	0.018
กลิ่น			
ช็อกโกแลต (chocolate)	-0.110	0.237	0.091
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.252	-0.201	0.114
หวานโดยรวม (sweet aroma)	-0.151	-0.192	-0.009
แป้งแห้ง (dry flour)	-0.151	-0.192	-0.009
ถั่ว (nutty)	-0.166	0.040	-0.191
คาราเมล (caramel)	0.043	-0.169	-0.144
ไข่ (eggy)	0.017	-0.251	-0.079
กลิ่นรส			
ช็อกโกแลต (chocolate)	0.094	0.171	0.206
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	0.067	-0.068	0.053
หวานโดยรวม (sweet aromatic)	-0.168	0.059	0.070
แห้ง (dry flour)	-0.222	0.020	0.006

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

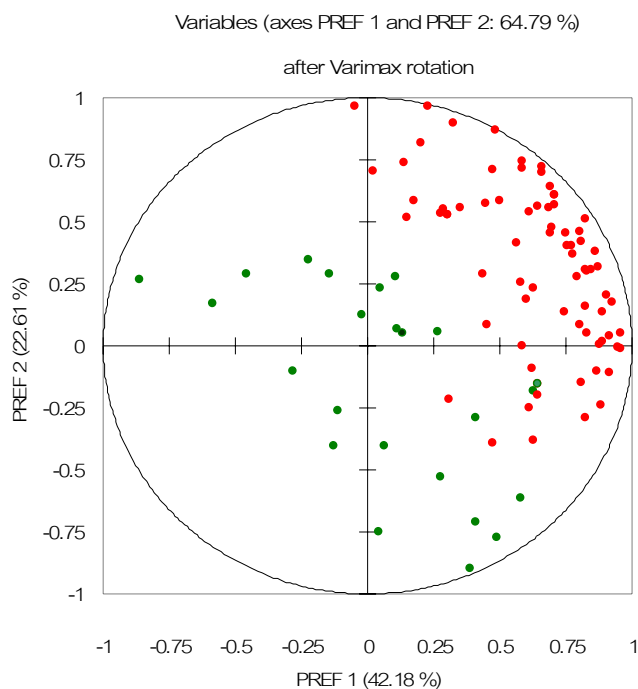
ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PREF)		
	PREF 1	PREF 2	PREF 3
<u>กลิ่นรส (ต่อ)</u>			
ถั่ว (nutty)	0.181	0.130	-0.124
คาราเมล (caramel)	0.112	-0.080	0.127
ไข่ (eggy)	0.209	-0.209	0.048
เบคกิ้งโซดา (baking soda)	-0.138	-0.002	-0.063
วานิลลา (vanilla)	-0.030	0.061	0.133
หวาน (sweet)	0.054	0.039	0.064
เค็ม (salty)	0.097	-0.129	-0.080
<u>เนื้อสัมผัส</u>			
<u>ก่อนกัด</u>			
ความรู้สึกเป็นผงที่ริมฝีปาก (loose particle)	-0.377	-0.014	-0.003
<u>เนื้อสัมผัสขณะกัดครั้งแรก</u>			
ความแข็ง (hardness)	0.993	0.286	0.457
ความกรอบ (crispness)	0.414	0.022	0.120
ความเปราะ (fracturability)	-0.977	-0.517	-0.275
ความแน่นเนื้อ (denseness)	0.814	0.433	0.277
ขนาดของชิ้น (particle size)	0.538	0.132	0.194
<u>เนื้อสัมผัสขณะเคี้ยว</u>			
การดูดน้ำ (moisture absorption)	0.192	0.042	0.127
การละลาย (rate of melt)	-0.635	-0.284	-0.140
ความหยาบของมวล (roughness of mass)	0.732	0.155	0.060
ผงละเอียด (powdery)	-0.538	-0.132	-0.194
จำนวนการเคี้ยว (chew count)	0.538	0.132	0.194

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

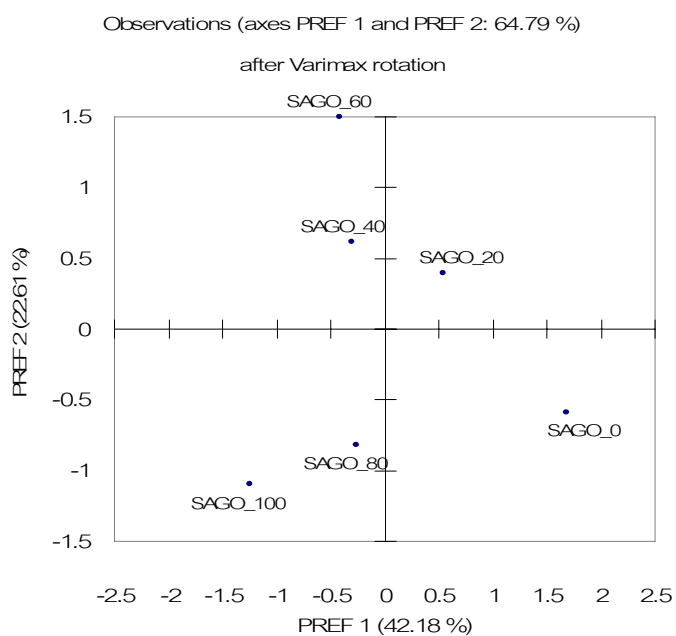
ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PREF)		
	PREF 1	PREF 2	PREF 3
เนื้อสัมผัสหลังกลืน			
การเกาะติดฟัน (tooth packing)	0.319	0.132	-0.061
อนุภาคตกค้าง (amount of residue)	0.151	0.192	0.009
ความแห้ง (dryness)	-0.267	0.031	-0.068
การเคลือบปาก (mouth coating)	-0.043	0.169	0.144
ความรู้สึกลูกตกค้าง			
หวาน (sweet)	-0.138	-0.002	-0.063
ขม (bitter)	-0.017	0.251	0.079
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภค	0.762	0.358	0.211
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภคกลุ่ม A	0.997	0.542	0.177
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภคกลุ่ม B	0.067	-0.188	0.314
ความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	42.18	22.61	15.51
ความแปรปรวนทั้งหมดที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)		80.29	

หมายเหตุ ค่า factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำกับด้วย

- แถบสีเทาจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF 1)
- แถบสีส้มจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF 2)
- แถบสีม่วงจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF 3)

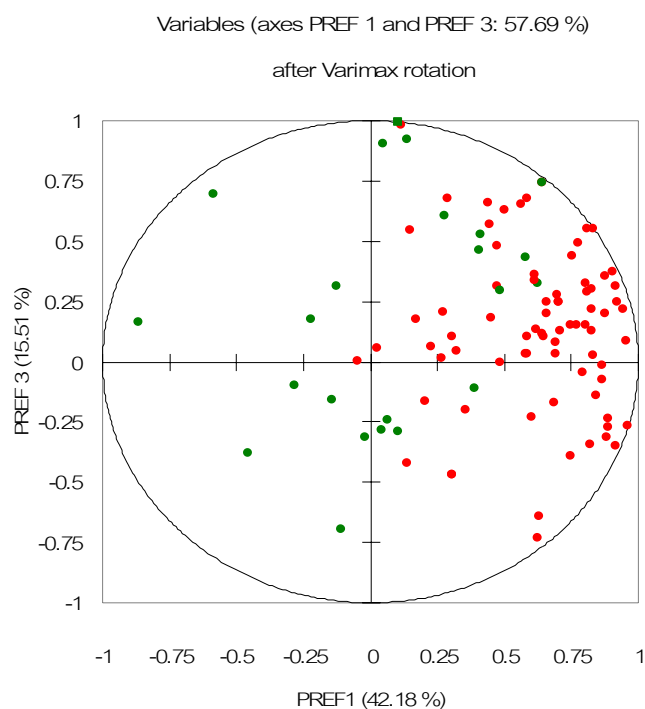


ภาพที่ 4.10 ผู้บริโภคกลุ่ม A และกลุ่ม B บนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF 2) ของแผนผังความชอบ
(● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=74) และ ● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม B (n=25))

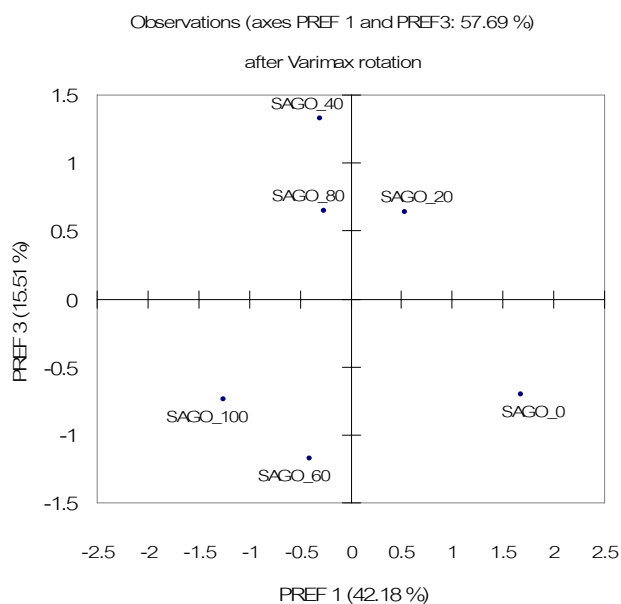


ภาพที่ 4.11 ตำแหน่งของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาตุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ บนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ของแผนผังความชอบ

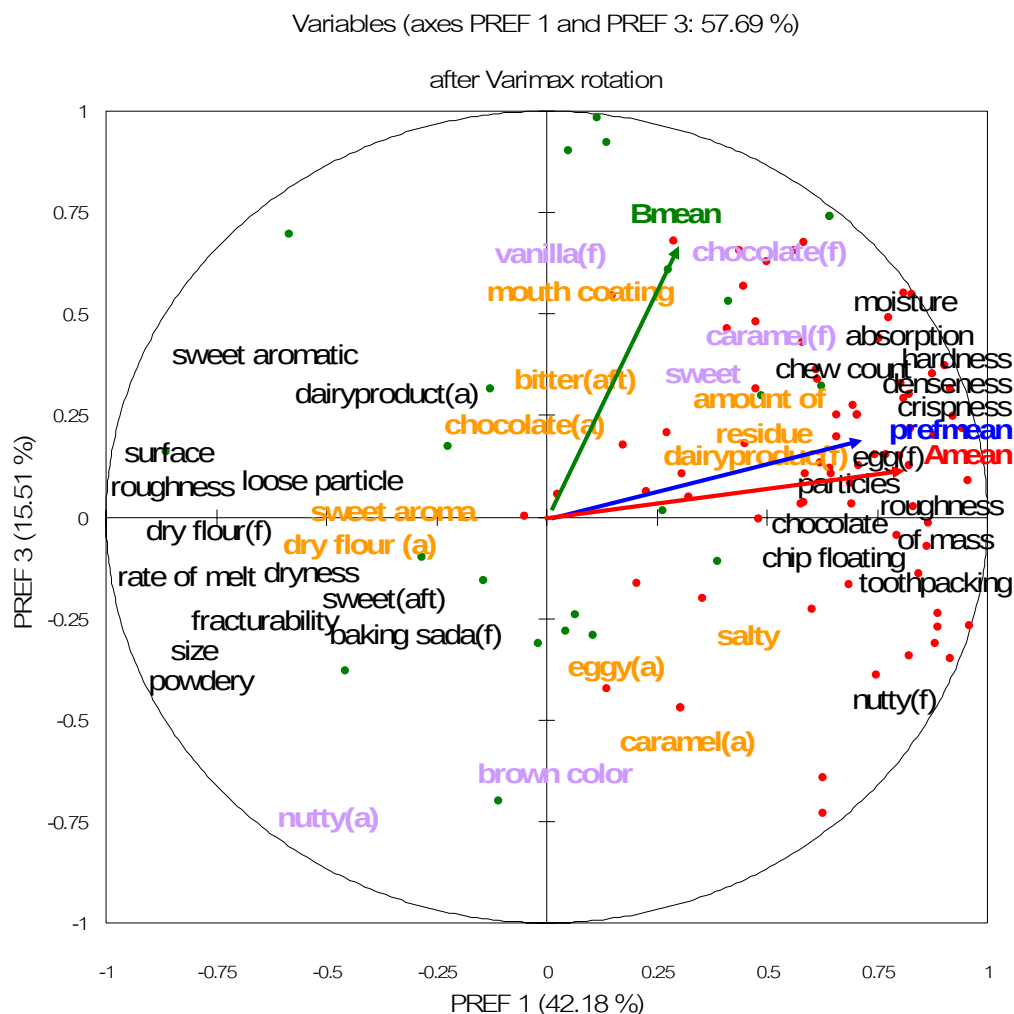
Prefmean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคทั้งหมด



ภาพที่ 4.13 ผู้บริโภคกลุ่ม A และกลุ่ม B บนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF3) ของแผนผังความชอบ
(● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=74) และ ● คือผู้บริโภคกลุ่ม B (n=25))



ภาพที่ 4.14 ตำแหน่งของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาตุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ บนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF 3) ของแผนผังความชอบ



ภาพที่ 4.15 แผนผังความชอบของคะแนนความชอบโดยรวมของกลุ่มผู้บริโภคกับลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ช็อกโกแลตชิพบนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF 1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF 3)

หมายเหตุ (● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=74) และ ● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม B(n=25))

(a) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น (aroma)

(f) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส (flavor)

(aft) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกตกค้าง

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีดำ คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF 1)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีส้ม คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF 2)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีม่วง คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF 3)

Amean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่ม A

Bmean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่ม B

Prefmean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคทั้งหมด

ผลการทดลองข้างต้นดังภาพที่ 4.10 - 4.15 สามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคทุกคนไม่ว่าจะเป็นกลุ่ม A หรือ B จะให้คะแนนความชอบโดยรวม (Prefmean) สูง ถ้าหากก็มีระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านบวกสูง นั่นคือ ชอบคุกกี้ที่มีช็อกโกแลตชิพลอยตัวอยู่ด้านบน มีความแข็ง ความกรอบ และความแน่นเนื้อมาก ในทางตรงกันข้ามผู้บริโภคจะให้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำ ถ้าหากก็มีระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านลบสูง นั่นคือ ไม่ชอบคุกกี้ที่มีขนาดใหญ่ มีผิวหน้าขรุขระ มีกลิ่นผลิตภัณฑ์นม กลิ่นรสแบ่งแห้ง กลิ่นรสหวานโดยรวม และกลิ่นรสเบคกิ้งโซดาสูง มีความเปรี้ยวมาก และแตกหักเป็นผงละเอียด ละลายอย่างรวดเร็วในปาก และมีรสหวานตกค้างมาก นอกจากนี้ผู้บริโภคทุกคนจะให้คะแนนความชอบโดยรวมสูง ถ้าหากก็มีระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 3 (PREF3) ทางด้านบวกสูง และด้านลบต่ำ คือ ชอบคุกกี้ที่มีกลิ่นรสช็อกโกแลต กลิ่นรสคาราเมล กลิ่นรสวานิลลา และมีรสหวานมาก แต่จะไม่ชอบคุกกี้ที่มีสีน้ำตาล และมีกลิ่นถั่วมาก

ผู้บริโภคกลุ่ม A และ B จะให้คะแนนความชอบโดยรวมต่างกันในเรื่องลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) โดยผู้บริโภคกลุ่ม B ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ทางด้านลบสูง นั่นคือ ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะมีกลิ่นหวานโดยรวม กลิ่นแบ่งแห้ง กลิ่นคาราเมล กลิ่นรสผลิตภัณฑ์นม กลิ่นไข่ กลิ่นรสไข่ และมีรสเค็มมาก แต่จะไม่ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ทางด้านบวกสูง คือ ไม่ชอบคุกกี้ที่มีกลิ่นของช็อกโกแลตมาก ขณะที่ผู้บริโภคกลุ่ม A จะให้คะแนนความชอบโดยรวมในทางตรงกันข้ามกับผู้บริโภคกลุ่ม B คือ ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ทางด้านบวกสูง แต่จะไม่ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ทางด้านลบสูง

จากการทดลองข้างต้นที่กล่าวมา จึงเลือกคุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 40 ไปทำการทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจซื้อต่อไป โดยใช้ผู้บริโภคจำนวนมากขึ้น เนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวมีลักษณะทางประสาทสัมผัสคล้ายคลึงกับตัวอย่างควบคุม คือ อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีระดับการทดแทนสูงสุดที่ยังคงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้จากผู้บริโภค ส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 74.75 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด

4.2.4. การยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิด ตกทอด (dropped cookies) ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 40

จากการทดสอบการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาकुที่ร้อยละ 40 โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ชอบรับประทานคุกกี้จำนวน 200 คน พบว่า ผู้ที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 70.5 มีช่วงอายุ 15 - 24 ปี มากที่สุด คือ ร้อยละ 60.5 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 25 - 34 ปี ร้อยละ 18.5 มีการศึกษาระดับสูงสุดอยู่ในปริญญาตรีร้อยละ 82.5 รองลงมาคือ ระดับปริญญาโทร้อยละ 12.5 อาชีพนักศึกษาร้อยละ 58 รองลงมาคือ ข้าราชการร้อยละ 32.5 รายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท ร้อยละ 43 รองลงมาคือ ช่วงน้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 28 (ตารางที่ 4.19) ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานคุกกี้ช็อกโกแลตชิพมากที่สุด รองลงมาคือ คุกกี้เนย และคุกกี้ช็อกโกแลต ตามลำดับ มีความถี่ในการรับประทานคุกกี้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอาทิตย์ละครั้ง และซื้อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ร้านเบเกอรี่ทั่วไป ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการเลือกซื้อคุกกี้ในด้านรสชาติมากที่สุด รองลงมา คือ ความสวยงาม/น่ารับประทานของตัวผลิตภัณฑ์ ราคา รูปแบบ ลักษณะบรรจุภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการ ความสะดวกในการซื้อ ยี่ห้อ และการโฆษณาตามลำดับ (ตารางที่ 4.20) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับและการตัดสินใจซื้อ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับของคุกกี้ด้านความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.62 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ การละลายในปาก และเนื้อสัมผัสโดยรวมเท่ากับ 6.35, 6.59, 6.59, 6.83, 6.32 และ 6.22 ตามลำดับ ขณะที่การยอมรับในด้านความแข็ง และความแน่นเนื้อ เท่ากับ 5.91 และ 5.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21) นอกจากนี้พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 86 ให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ ในขณะที่ผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 14 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

ส่วนผลการประเมินการตัดสินใจซื้อ พบว่า ผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 63.5 ตั้งใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นเมื่อผู้บริโภคได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุกกี้ที่ทดสอบว่าเป็นคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลี โดยแป้งสาคุนั้นเป็นแป้งที่ผลิตได้ภายในประเทศ ในขณะที่แป้งสาลีต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จากนั้นจึงประเมินการตัดสินใจซื้ออีกครั้งหนึ่ง พบว่า ร้อยละของผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$) จากร้อยละ 63.5 เป็นร้อยละ 70.5 และเมื่อเปรียบเทียบราคาของคุกกี้ที่บรรจุภาชนะกระดาษในถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP) น้ำหนัก 100 กรัม จำนวน 10 ชิ้น จำหน่ายในราคา 35 บาท กับคุณภาพของคุกกี้ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าราคาเหมาะสมกับคุณภาพ ร้อยละ 72 (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.19 เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับ
ต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาธุดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 40

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	59	29.5
หญิง	141	70.5
อายุ		
15-24 ปี	121	60.5
25-34 ปี	37	18.5
35-44 ปี	24	12.0
45-54 ปี	16	8.0
55-64 ปี	2	1.0
การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	2	1.0
มัธยมศึกษา	4	2.0
อนุปริญญา	4	2.0
ปริญญาตรี	165	82.5
ปริญญาโท	25	12.5
อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	116	58.0
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	65	32.5
พนักงานบริษัทเอกชน	3	1.5
ธุรกิจส่วนตัว	4	2.0
รับจ้างทั่วไป	2	1.0
อื่นๆ	10	5.0

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	56	28.0
5,001 - 10,000 บาท	86	43.0
10,001 - 15,000 บาท	23	11.5
15,001 - 20,000 บาท	13	6.5
20,001 - 25,000 บาท	9	4.5
25,001 - 30,000 บาท	5	2.5
30,001 - 35,000 บาท	3	1.5
สูงกว่า 35,001 บาท ขึ้นไป	5	2.5

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลกลุ่มผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจากการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค
ต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 40

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
ชนิดของคุกกี้ที่ชอบรับประทาน		
คุกกี้เนย	115	57.8
คุกกี้กาแฟ	44	22.1
คุกกี้ช็อกโกแลต	110	55.3
คุกกี้น้ำตาล	10	5.0
คุกกี้วานิลลา	56	28.1
คุกกี้ชาเขียว	13	6.5
คุกกี้เนยถั่ว	33	16.6
คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ	123	61.8
คุกกี้หน้าผลไม้	47	23.6
คุกกี้ธัญพืช	57	28.6
อื่นๆ	3	1.5

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ/ลำดับ ความสำคัญ*
ความถี่ในการรับประทานผัก		
ทุกวัน	4	2.0
2-3 วัน/ครั้ง	30	15.0
4-5 วัน/ครั้ง	23	11.5
อาทิตย์ละครั้ง	67	33.5
เดือนละครั้ง	41	20.5
มากกว่า 1 เดือน/ครั้ง	16	8.0
อื่นๆ	19	9.5
สถานที่ที่ซื้อผัก		
ร้านเบเกอรี่ทั่วไป	172	86.0
ซูเปอร์มาร์เกต	91	45.5
ร้านสะดวกซื้อ (เช่น เซเว่นอีเลฟเว่น)	83	41.5
แผงลอย	10	5.0
อื่นๆ	7	3.5
ปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อผัก*		
รสชาติ	-	1
ความสวยงาม / นำรับประทานของตัวผลิตภัณฑ์	-	2
ราคา	-	3
รูปแบบลักษณะบรรจุภัณฑ์	-	4
คุณค่าทางโภชนาการ	-	5
ความสะดวกในการซื้อ	-	6
ยี่ห้อ	-	7
การโฆษณา	-	8

ตารางที่ 4.21 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40

การยอมรับด้านต่างๆ	คะแนนการยอมรับ $\pm$ SD
ลักษณะปรากฏ	6.35 $\pm$ 1.23
สี	6.59 $\pm$ 1.21
กลิ่นรสโดยรวม	6.59 $\pm$ 1.38
รสชาติโดยรวม	6.83 $\pm$ 1.35
ความแข็ง	5.91 $\pm$ 1.88
ความแน่นเนื้อ	5.50 $\pm$ 2.00
การละลายในปาก	6.32 $\pm$ 1.56
เนื้อสัมผัสโดยรวม	6.22 $\pm$ 1.61
ความชอบโดยรวม	6.62 $\pm$ 1.29

ตารางที่ 4.22 ทศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 40

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพก่อนให้ข้อมูล		
ยอมรับ	172	86.0
ไม่ยอมรับ	28	14.0
การตัดสินใจซื้อก่อนให้ข้อมูล		
ซื้อ	127	63.5
ไม่ซื้อ	73	36.5
การตัดสินใจซื้อหลังให้ข้อมูล		
ซื้อ	141	70.5
ไม่ซื้อ	59	29.5
ความเหมาะสมของราคาต่อคุณภาพ		
ราคาต่ำกว่าคุณภาพ	22	5.5
ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ	144	72.0
ราคาสูงกว่าคุณภาพ	45	22.5

4.3 การใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดหั่น (slice cookies)

จากการทดลองที่ 4.1 เลือกแป้งสาคุบัตตานิ 2 ที่มีสมบัติในด้านสีของแป้ง ค่ากำลังการพองตัว และความหนืดใกล้เคียงกับแป้งสาลีอเนกประสงค์มากที่สุด มาใช้ทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชนิดหั่น (slice cookies) โดยแปรระดับการทดแทนเป็น 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 20, 40, 60, 80 และ 100 (โดยน้ำหนัก) ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่ได้ มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้ ได้แก่ ค่าการแผ่ตัว ความหนาแน่น ความแข็ง ความเปราะ และค่าสี มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 ค่าการแผ่ตัว ความหนาแน่น ความแข็ง และความเปราะ

การใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยชนิดหั่นจะทำให้คุกกี้เนยที่ได้มีการแผ่ตัวเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งสาคุ (ภาพที่ 4.16)



ภาพที่ 4.16 การแผ่ตัวของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

เมื่อพิจารณาค่าการแผ่ตัว (spread ratio) ความหนาแน่น แรงตัดขาด และแรงกดแตกของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 - 100 (ตารางที่ 4.23) จะเห็นว่า คุกกี้ที่ระดับทดแทนร้อยละ 20, 40 และ 60 มีค่า spread ratio ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน ($p > 0.05$) แต่ค่า spread ratio จะสูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ระดับการทดแทนร้อยละ 80 ขึ้นไป ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุกกี้มีการแผ่ตัวมากขึ้นขณะที่ความหนาแน่นของคุกกี้มีค่าต่ำกว่าจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับการทดแทนร้อยละ 40 ขึ้นไป ($p \leq 0.05$)

ส่วนค่าแรงตัดขาด และแรงกดแตกของคุกกี้ พบว่า มีแนวโน้มลดลงตามระดับการทดแทนที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าคุกกี้มีความแข็งแรงลดลง แต่มีความเปราะมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการแผ่ตัวและความหนาแน่นของคุกกี้ กล่าวคือ เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาชู ทำให้คุกกี้ที่ได้มีการแผ่ตัวมากขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง ซึ่งส่งผลให้แรงตัดขาดและแรงกดแตกลดลงไปด้วย สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นไปตามที่ได้อธิบายไว้แล้วก่อนหน้านี้ (หัวข้อ 4.2.1.1)

ตารางที่ 4.23 การแผ่ตัว (spread ratio) ความหนาแน่น ค่าแรงตัดขาดและแรงกดแตกของคุกกี้ที่ใช้แป้งสาชูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทน ด้วยแป้งสาชู	Spread ratio	ความหนาแน่น (g/ml)	แรงตัดขาด (N)	แรงกดแตก (N)
0	4.915 ± 0.219^c	0.566 ± 0.056^a	36.48 ± 3.17^a	25.88 ± 1.78^a
20	5.416 ± 0.184^c	0.550 ± 0.032^a	28.83 ± 3.17^b	21.20 ± 3.98^b
40	5.811 ± 0.348^{abc}	0.478 ± 0.024^b	20.85 ± 2.09^c	15.17 ± 1.64^c
60	5.535 ± 0.433^{bc}	0.485 ± 0.013^b	19.47 ± 1.78^c	11.86 ± 1.21^d
80	6.495 ± 0.616^{ab}	0.450 ± 0.027^b	16.76 ± 2.47^d	11.00 ± 2.20^{de}
100	6.788 ± 1.056^a	0.445 ± 0.010^b	15.45 ± 3.25^d	9.16 ± 2.27^e

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.1.2 ค่าสี

ค่าสี L^* , a^* และ b^* ของคุกกี้เนยแสดงดังตารางที่ 4.24 จะเห็นว่า การทดแทนด้วยแป้งสาชูที่ร้อยละ 20 และ 40 ทำให้คุกกี้มีค่า L^* ที่มีแนวโน้มลดลง คือ มีค่าความสว่างลดลง แต่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 60, 80 และ 100 ทำให้ค่า L^* ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า b^* เป็นไปทำนองเดียวกัน คือ การทดแทนด้วยแป้งสาชูที่ร้อยละ 20 และ 40 ทำให้คุกกี้ที่ได้มีค่า b^* ที่มีแนวโน้มลดลง คือ มีค่าสีเหลืองลดลง แต่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 60, 80 และ 100 ทำให้ค่า b^* ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.24 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทนด้วย แป้งสาคู	L^*	a^*	b^*
0	77.65 ± 1.10^a	0.40 ± 0.39^c	28.36 ± 3.34^a
20	76.65 ± 1.21^{ab}	0.85 ± 0.19^{bc}	26.19 ± 0.66^{ab}
40	76.39 ± 0.45^{ab}	1.33 ± 0.26^b	25.74 ± 1.09^{ab}
60	75.61 ± 0.99^{bc}	1.44 ± 0.34^b	24.31 ± 1.24^{bc}
80	74.65 ± 0.34^c	2.42 ± 0.14^a	21.51 ± 0.78^c
100	74.28 ± 0.09^c	2.72 ± 0.66^a	23.90 ± 1.23^{bc}

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.2 คุณภาพทางเคมี

ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของคุกกี้แสดงดังตารางที่ 4.25 จะเห็นว่าคุกกี้เนยที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคูที่ระดับต่างๆ มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ใช้แป้งสาลील้วนอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณความชื้นในช่วงร้อยละ 4.18 - 4.84 และปริมาณน้ำอิสระในช่วงร้อยละ 0.337 - 0.373

ตารางที่ 4.25 ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคู	ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ^{ns}	a_w^{ns}
0	4.55 ± 0.46	0.373 ± 0.016
20	4.84 ± 0.56	0.354 ± 0.008
40	4.82 ± 0.08	0.357 ± 0.008
60	4.28 ± 0.45	0.351 ± 0.015
80	4.42 ± 0.12	0.345 ± 0.011
100	4.18 ± 0.33	0.337 ± 0.016

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.26 - 4.33 และภาพที่ 4.17 - 4.23 ซึ่งผลการประเมินคุณภาพแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบเชิงพรรณนา และผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค รายละเอียดของผลการทดสอบมีดังนี้

4.3.3.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive Analysis)

คำศัพท์ที่ใช้สำหรับอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ มีทั้งสิ้น 31 คำ ซึ่งประกอบด้วยคำศัพท์สำหรับอธิบายลักษณะปรากฏ 3 คำ ด้านกลิ่น 4 คำ ด้านกลิ่นรส 6 คำ ด้านเนื้อสัมผัส 14 คำ และด้านความรู้สึกตกค้าง 4 คำ รวมทั้งสิ้น 31 คำ รายละเอียดของคำศัพท์ต่างๆ ได้แก่ คำจำกัดความวิธีการประเมิน ตัวอย่างอ้างอิง และระดับความเข้มของตัวอย่างอ้างอิง แสดงดังตารางที่ 4.26 ผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส (consensus scores) ของคุกกี้เนยที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแป้งสาลี 6 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.26 คำศัพท์ คำจำกัดความ วิธีการประเมิน ตัวอย่างอ้างอิงและระดับความเข้มของ
ตัวอย่างอ้างอิง สำหรับการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของ
คุกกี้เนย

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ลักษณะปรากฏ			
สีเหลือง yellow color	ระดับความเป็นสีเหลืองของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (ครีม --- เหลือง)	The Munsell Book of color Hue Value/Chroma= 2.5Y 9/2	4.0
		The Munsell Book of color Hue Value/Chroma= 2.5Y 8.5/6	8.0
ขนาดของ ตัวอย่าง size	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (น้อย --- มาก) วิธีประเมิน ประเมินเส้นผ่าศูนย์กลาง เทียบกับตัวอย่างอ้างอิง	Ritz แครกเกอร์ ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ (ตราโดโซะ รสสวิตชิลลี่)	4.0 8.0
ความเรียบ smoothness	ระดับความเรียบของพื้นผิวของตัวอย่าง เมื่อมองด้วยตา (ขรุขระ --- เรียบ)	คุกกี้เนยแบบกลม (ตรา อาร์เซนอล) ขนมไข่กรอบ (ตรา พอใจ)	5.0 9.0
กลิ่น			
ผลิตภัณฑ์นม dairy product	ระดับความเข้มของกลิ่นส่วนผสมที่เป็น ผลิตภัณฑ์นมในตัวอย่าง (น้อย --- มาก)	เนยจืด (ตรา ออร์คิด) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ชิ้น	7.0
หวานโดยรวม sweet aroma	ระดับความเข้มของกลิ่นหวานโดยรวม ของส่วนผสมที่ทำให้เกิดกลิ่นหวานใน ตัวอย่าง (น้อย --- มาก)	ขนมผิง (ตรา จันทน์นิมิต) จำนวน 2 ชิ้น	7.0
แป้ง starchy	ระดับความเข้มของกลิ่นแป้งที่ผ่าน ความร้อนโดยการอบ (น้อย --- มาก)	บัตเตอร์คุกกี้ (ตรา เกลียว) จำนวน 1/4 ชิ้น	3.0
วานิลลา vanilla	ระดับความเข้มของกลิ่นวานิลลาใน ตัวอย่าง (น้อย --- มาก)	สารละลายกลิ่นวานิลลา (3 หยด/น้ำ 10 กรัม)	8.0

* The Munsell Book of color (Matte Collection, Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corp., NY, USA)

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
กลิ่นรส			
ผลิตภัณฑ์นม dairy product	ระดับความเข้มของกลิ่นรสส่วนผสมที่เป็น ผลิตภัณฑ์นมในตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	เนยสดชนิดจืด (ตรา ออริคิต) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ช้อน	7.0
หวานโดยรวม sweet aromatic	ระดับความเข้มของกลิ่นรสหวานโดยรวม ของส่วนผสมที่ทำให้เกิดกลิ่นรสหวานใน ตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	ขนมฝิง (ตรา จันทน์นิมิต) จำนวน 2 ช้อน	8.0
แป้ง starchy	ระดับความเข้มของกลิ่นรสแป้งที่ผ่าน ความร้อนโดยการอบ (น้อย - - - มาก)	บัตเตอร์คุกกี้ (ตรา เติลไอ) จำนวน 1/4 ช้อน	5.0
วานิลลา vanilla	ระดับความเข้มของกลิ่นรสวานิลลาใน ตัวอย่าง (น้อย - - - มาก)	สารละลายกลิ่นวานิลลา (3 หยด/น้ำ 10 กรัม)	7.0
รสหวาน sweet	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับน้ำตาลทราย (น้อย - - - มาก)	สารละลายซูโครส 2.0% (w/v) สารละลายซูโครส 5.0% (w/v) สารละลายซูโครส 10.0%(w/v)	2.0 5.0 10.0
รสเค็ม salty	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับเกลือ โซเดียมคลอไรด์ (น้อย - - - มาก)	สารละลาย NaCl 0.2 % (w/v) สารละลาย NaCl 0.25%(w/v)	2.5 3.5

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ / วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
เนื้อสัมผัส			
ขณะกัดครั้งแรก			
ความแข็ง hardness	ระดับแรงที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ ตัวอย่าง (นิ่ม --- แข็ง) <u>วิธีประเมิน</u> ใช้ฟันกรามกดตัวอย่างโดยใช้แรงอย่าง สม่ำเสมอ	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เติลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	6.0
ความกรอบ crispness	ระดับความดังของเสียงที่ได้ยินในระหว่างขั้นตอน การกดตัวอย่างด้วยฟันกราม (ไม่มีเสียง --- เสียงดัง) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้นจึงกัดตัวอย่าง และวัดระดับความดังของ เสียงที่เกิดขึ้นครั้งแรก	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เติลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	6.0
ความเปราะ fracturability	ความเปราะหักของตัวอย่าง เมื่อวางไว้บริเวณฟัน กรามและกัดตัวอย่างด้วยความเร็ว แล้วยกฟัน กรามขึ้น (เปราะน้อย --- เปราะมาก) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้นจึงกัดตัวอย่าง สังเกตความเปราะหักของ ตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เติลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	7.0
ความแน่นเนื้อ denseness	ลักษณะการอัดตัวของโครงสร้างตัวอย่างทางด้าน ตัดขวางหลังจากที่ถูกกัดด้วยฟันกราม (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้นจึงกัดตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เติลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	7.0
ขนาดของชิ้น particle size	ขนาดของชิ้นตัวอย่างที่แตกออกหลังจากกัดครั้ง แรก (ชิ้นเล็ก --- ชิ้นใหญ่) <u>วิธีประเมิน</u> วางตัวอย่างไว้บริเวณฟันกราม จากนั้นจึงกัดตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เติลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	6.0

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ขณะเคี้ยว			
การดูดน้ำ moisture absorption	ปริมาณการดูดซับน้ำลายในปากของตัวอย่างระหว่าง การเคี้ยว (ไม่มีการดูดน้ำ --- ดูดน้ำปริมาณมาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามประมาณ 5 ครั้ง และประเมินความสามารถในการดูดซับ น้ำลายของตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ขึ้น	5.0
การละลาย rate of melt	ระดับการละลายของตัวอย่างระหว่างการเคี้ยว (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามประมาณ 5 ครั้ง และประเมินความสามารถในการละลายของ ตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ขึ้น ขนมผิง (ตรา จันทน์นิมิต)	5.0 9.0
ความหยาบของมวล roughness of mass	ระดับการเสียดสีของตัวอย่างระหว่างเคี้ยวที่รับรู้ได้ จากการใช้ลิ้นดันตัวอย่างกับเพดานปาก (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างด้วยฟันกรามประมาณ 10 ครั้ง และประเมินการเสียดสีของตัวอย่างที่รับรู้ได้จาก การใช้ลิ้นดันตัวอย่างกับเพดานปาก	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ขึ้น	5.0
ผงละเอียด powdery	ระดับความรู้สึกเป็นผงละเอียด เมื่อเคี้ยวตัวอย่างจน ละเอียดก่อนกลืน (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> เคี้ยวตัวอย่างจนละเอียดก่อนกลืน แล้วใช้ลิ้นกวาดตัวอย่างเพื่อประเมินความเป็นผง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ขึ้น ขนมผิง (ตรา จันทน์นิมิต)	7.0 10.0
จำนวนการเคี้ยว chew count	จำนวนครั้งในการเคี้ยวตัวอย่างจนสามารถกลืน ตัวอย่างได้ (น้อย --- มาก) <u>วิธีประเมิน</u> นับจำนวนครั้งในการเคี้ยว ตั้งแต่เริ่มต้น การเคี้ยวครั้งแรก จนกระทั่งเคี้ยวครั้งสุดท้ายก่อน กลืนตัวอย่าง	แบตเตอรี่คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ขึ้น	5.0

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาธสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
หลังกลืน			
การเกาะติดฟัน tooth packing	ปริมาณของตัวอย่างที่ติดอยู่บริเวณฟัน เมื่อสัมผัสด้วยลิ้น หลังจากการกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาปริมาณการตกค้างหลังจากการกลืนตัวอย่างบริเวณฟัน โดยใช้ลิ้นในการประเมิน	แบตเตอรี่คูกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	5.0
อนุภาคตกค้าง amount of residue	ปริมาณชิ้นเล็กๆ ของตัวอย่างที่หลงเหลืออยู่ภายในปากหลังกลืนตัวอย่าง โดยไม่นับส่วนที่เกาะติดฟัน (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาปริมาณการตกค้างภายในปาก (ยกเว้นบริเวณฟัน) หลังจากการกลืนตัวอย่างโดยใช้ลิ้นในการประเมิน	แบตเตอรี่คูกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	2.0
ความแห้ง dryness	ระดับความแห้งภายในปากหลังจากกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาระดับความรู้สึกแห้งภายในปาก หลังจากการกลืนตัวอย่าง	แครกเกอร์ (ตรา อิมพีเรียล) จำนวน 1/4 ชิ้น	6.0
การเคลือบปาก mouth coating	ระดับความรู้สึกมีไขมันเคลือบในปากหลังจากกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> พิจารณาระดับความรู้สึกมีไขมันเคลือบในปาก หลังจากการกลืนตัวอย่าง	เนยสดชนิดจืด (ตรา ออร์คิด) ขนาด 0.5 cm ³ จำนวน 1 ชิ้น	6.0

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คำจำกัดความ /วิธีการประเมิน (สเกลที่ใช้)	ตัวอย่างอ้างอิง	ระดับ ความเข้ม
ความรู้สึกตกค้าง			
หวาน sweet	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับน้ำตาลทราย (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสหวานตกค้าง หลังจากการกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	สารละลายซูโครส 2.0%(w/v) สารละลายซูโครส 5.0%(w/v)	2.0 5.0
เค็ม salty	รสชาติพื้นฐานที่รับรู้ได้ด้วยต่อมรับรสบนลิ้น มีลักษณะรสชาติแบบเดียวกับเกลือโซเดียม คลอไรด์ (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสเค็มตกค้าง หลังจาก การกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	สารละลาย NaCl 0.2 %(w/v) สารละลาย NaCl 0.25%(w/v)	2.5 3.5
กลืนรสแป้ง starchy	ระดับความเข้มของกลืนรสแป้งที่ผ่านความ ร้อนโดยการอบ (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินรสแป้งตกค้าง หลังจากการกลืนตัวอย่างไปแล้ว 30 วินาที	บัตเตอร์คุกกี้ (ตรา เดลิโอ) จำนวน 1/4 ชิ้น	5.0
ความฝืด astringency	ความรู้สึกแห้ง ฝืดคอ หรือระคายภายใน ปาก/ บริเวณลิ้นขณะรับประทานและ / หรือ หลังจากการกลืนตัวอย่าง (น้อย - - - มาก) <u>วิธีประเมิน</u> ประเมินความรู้สึกแห้ง ฝืดคอ หรือระคายภายในปาก/ บริเวณลิ้นหลังจาก การกลืนตัวอย่าง 30 วินาที	สารละลาย Alum 0.05% (w/v) สารละลาย Alum 0.1% (w/v)	2.5 4.0

ตารางที่ 4.27 ระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทน
แป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคู					
	0	20	40	60	80	100
<u>ลักษณะปรากฏ</u>						
สีเหลือง	6.5	6.0	5.5	5.5	4.5	4.5
ขนาดของตัวอย่าง	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0	6.0
ความขรุขระ	10.5	10.5	9.5	9.0	7.0	6.0
<u>กลิ่น</u>						
ผลิตภัณฑ์นม	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.0
หวานโดยรวม	4.5	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5
แป้ง	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5
วานิลลา	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
<u>กลิ่นรส</u>						
ผลิตภัณฑ์นม	4.5	4.5	4.5	5.0	5.5	5.5
หวานโดยรวม	4.5	4.5	4.0	4.5	5.0	4.5
แป้ง	5.5	6.0	5.5	5.5	4.0	4.5
วานิลลา	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
รสหวาน	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5
รสเค็ม	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.0
<u>เนื้อสัมผัส</u>						
<u>ขณะกัดครั้งแรก</u>						
ความแข็ง	7.0	7.0	6.5	5.5	4.5	4.5
ความกรอบ	7.0	6.5	6.5	7.0	6.5	7.0
ความเปราะ	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
ความแน่นเนื้อ	8.0	7.5	6.5	6.0	5.0	4.0
ขนาดของชิ้น	7.0	6.0	6.5	5.5	5.0	5.5

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาคุ					
	0	20	40	60	80	100
ขณะเคี้ยว						
การดูดน้ำ	4.0	4.5	4.5	4.5	4.0	4.0
การละลาย	5.0	5.5	6.0	6.0	7.0	7.5
ความหยาบของมวล	5.5	5.5	5.0	5.0	4.0	4.5
ผงละเอียด	7.5	8.0	8.0	8.5	9.0	9.0
จำนวนการเคี้ยว	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5
หลังกลืน						
การเกาะติดฟัน	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.0
อนุภาคตกค้าง	2.5	2.0	2.0	2.5	2.0	1.5
ความแห้ง	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5
การเคลือบปาก/ลิ้น	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0
ความรู้สึกตกค้าง						
หวาน	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
เค็ม	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
แป้ง	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ความเผื่อน	2.5	2.5	3.0	3.5	2.5	4.0

เมื่อนำผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาทั้ง 31 ลักษณะของคุกกี้เนยที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA) ร่วมกับการหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธี varimax เพื่อจัดกลุ่มตัวแปร (ซึ่งในที่นี้ คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัส) ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยสร้างเป็นตัวแปรใหม่ (principal component : PC) ที่มีจำนวนลดลง แต่ยังคงเป็นฟังก์ชันของตัวแปรเดิม และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรเดิมไว้ได้มากที่สุด ผลการวิเคราะห์พบว่า องค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบแรก (PC1 และ PC2) มีค่าไอเก้น (eigenvalue) มากกว่า 1 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรเดิมคิดเป็นร้อยละ 87.82 และ 5.95 ตามลำดับ

(รวมเป็นร้อยละ 93.77) ค่าน้ำหนักปัจจัย (factor loading) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเดิมกับตัวแปรใหม่ที่สร้างขึ้น (PC1 และ PC2) แสดงดังตารางที่ 4.28 ส่วนแผนภาพ correlative loading ของตัวแปรเดิม และแผนภาพ score plot ของตัวอย่างคูกี้เนยทั้ง 6 ตัวอย่าง ที่จัดอยู่ในแกนตัวแปรใหม่ (PC1 และ PC2) แสดงดังภาพที่ 4.17 และ 4.18 ตามลำดับ

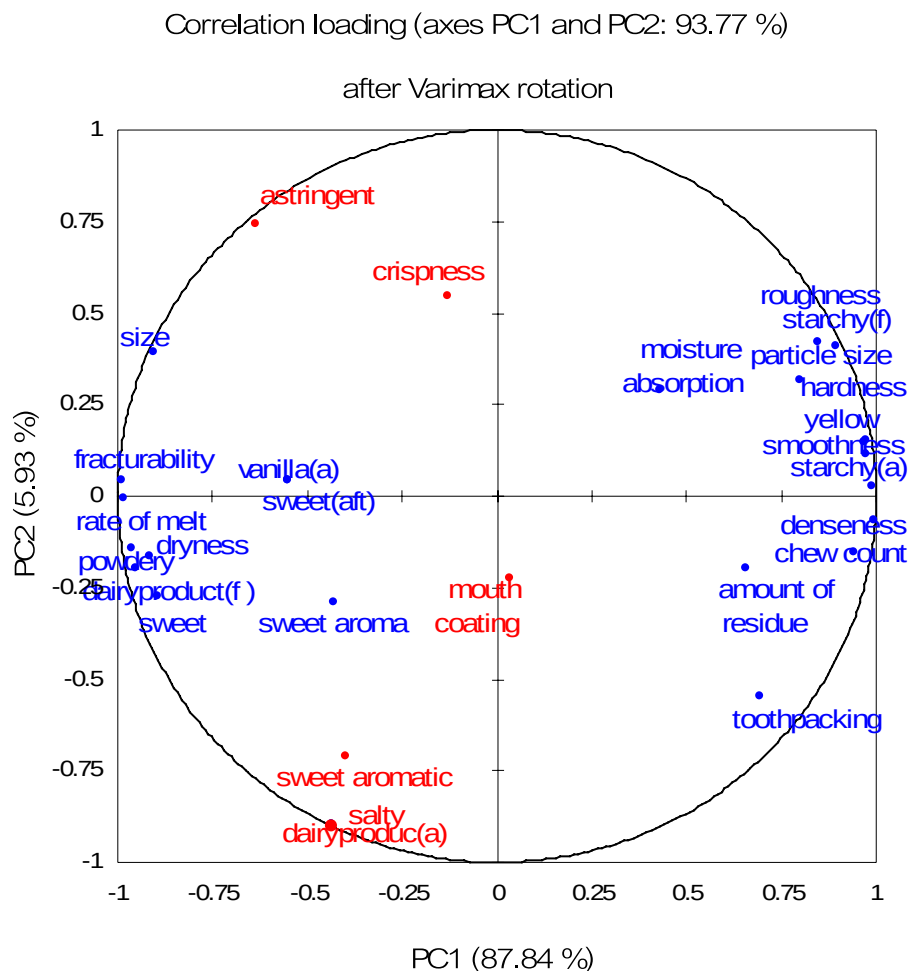
ตารางที่ 4.28 น้ำหนักปัจจัย (factor loading) ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคูกี้เนยที่ใช้แบ่งสาขาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PC)	
	PC 1	PC 2
ลักษณะปรากฏ		
สีเหลือง (yellow color)	0.776	0.117
ขนาดของตัวอย่าง (size)	-1.006	0.439
ความเรียบ (smoothness)	1.848	0.054
กลิ่น		
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.089	-0.183
หวานโดยรวม (sweet aromatic)	-0.118	-0.080
แป้ง (starchy)	0.670	0.080
วานิลลา (vanilla)	-0.113	0.009
กลิ่นรส		
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.469	-0.096
หวานโดยรวม (sweet aromatic)	-0.126	-0.224
แป้ง (starchy)	0.640	0.318
รสหวาน (sweet)	-0.231	-0.071
รสเค็ม (salty)	-0.089	-0.183

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PC)	
	PC 1	PC 2
เนื้อสัมผัส		
ความแข็ง (hardness)	1.139	0.177
ความกรอบ (crispness)	-0.036	0.149
ความเปราะ (fracturability)	-0.925	0.040
ความแน่นเนื้อ (denseness)	1.499	-0.097
ขนาดของชิ้น (particle size)	0.589	0.232
ขณะเคี้ยว		
การดูดน้ำ (moisture absorption)	0.118	0.080
การละลาย (rate of melt)	-0.918	-0.006
ความหยาบ (roughness of mass)	0.521	0.238
ผงละเอียด (powdery)	-0.582	-0.087
จำนวนการเคี้ยวตัวอย่าง (chew count)	0.694	-0.112
หลังกลืน		
การเกาะติดฟัน (tooth packing)	0.142	-0.112
อนุภาคตกค้าง (amount of residue)	0.248	-0.075
ความแห้ง (dry)	-0.344	-0.062
การเคลือบปาก (mouth coating)	0.007	-0.046
ความรู้สึกตกค้าง		
หวาน (sweet)	-0.113	0.009
ความฝืด (astringency)	-0.403	0.469
ความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	87.82	5.95
ความแปรปรวนทั้งหมดที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	93.77	

หมายเหตุ ค่า factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยแถบสีฟ้าจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) ส่วนค่าในแถบสีแดงจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2)



ภาพที่ 4.17 แผนภาพ correlation loading ของค่าตัวแปรลักษณะทางประสาทสัมผัสใน
แกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)

หมายเหตุ

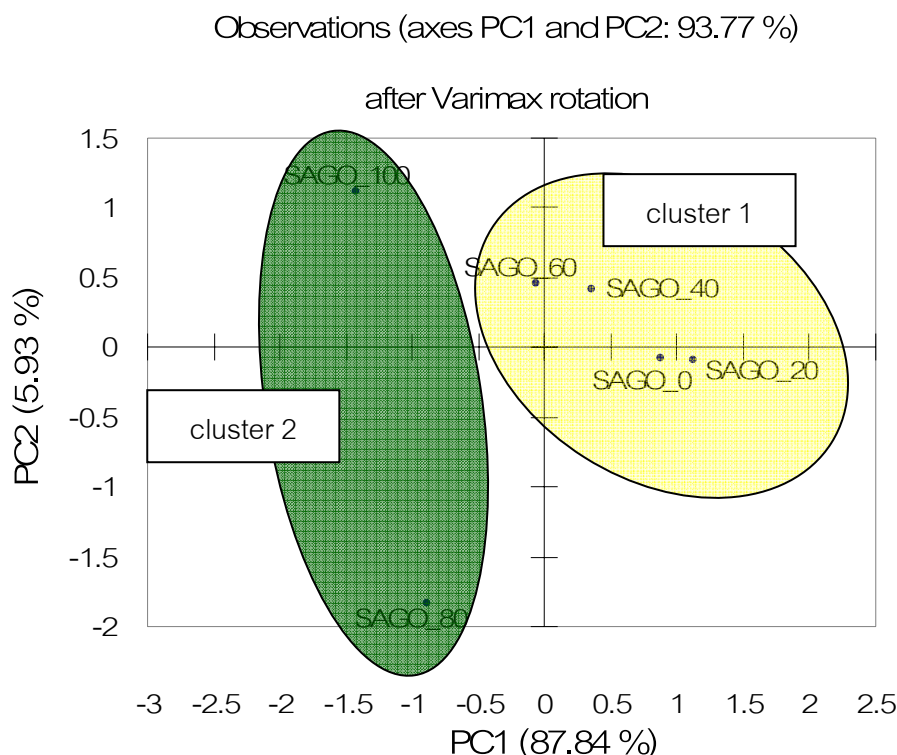
(a) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น (aroma)

(f) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส (flavor)

(aft) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกตกค้าง

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีน้ำเงิน คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีแดง คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PC2)

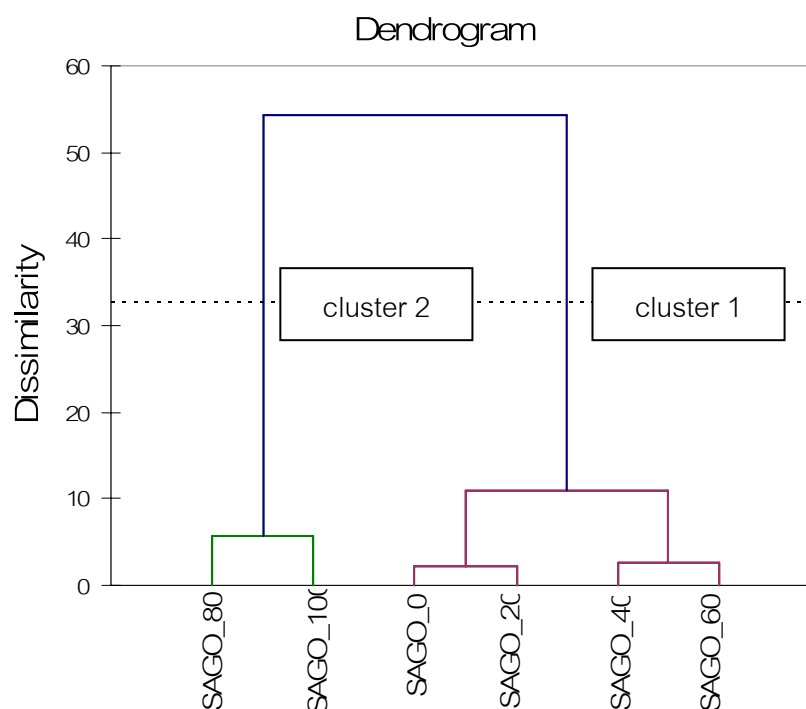


ภาพที่ 4.18 แผนภาพ score plot ของตัวอย่างคูกี้เนยที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ ในแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) และ 2 (PC2)

องค์ประกอบหลักที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 87.82 ของความแปรปรวนทั้งหมด และเป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคูกี้ที่มีระดับความเข้มข้นเปลี่ยนแปลงโดยขึ้นอยู่กับระดับการทดแทนแป้งสาคุด้วยแป้งสาคุ โดยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 ทางด้านบวกสูง เป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสซึ่งมีระดับความเข้มข้นที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ได้แก่ สีเหลืองของคูกี้ ความเรียบของผิวหน้า กลิ่นแป้ง กลิ่นรสแป้ง ความแข็ง ความแน่นเนื้อ และขนาดของชิ้นในขณะกัดครั้งแรก การดูดน้ำ ความหยาบของมวลและจำนวนการเคี้ยว การเกาะติดฟันและอนุภาคตกค้างหลังจากกลืนตัวอย่าง ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 ทางด้านลบสูง เป็นลักษณะทางประสาทสัมผัสซึ่งมีระดับความเข้มข้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน ได้แก่ ขนาดของตัวอย่าง กลิ่นหวานโดยรวม กลิ่นวานิลลา กลิ่นรสผลิตภัณฑ์นม รสหวาน ความเปรี้ยว การละลายในปาก ความรู้สึกเป็นผงละเอียดในขณะเคี้ยว ความรู้สึกความแห้งหลังกลืน และความรู้สึกตกค้างของรสหวาน (ตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.17 และ 4.18)

องค์ประกอบหลักที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพียงร้อยละ 5.95 ของความแปรปรวนทั้งหมด ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 ทางด้านบวก คือ ความกรอบ และความรู้สึกเฝื่อนตลกค่าง และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 2 ทางด้านลบ คือ กลิ่นผลิตภัณฑ์นม กลิ่นรสหวานโดยรวม รสเค็ม และความรู้สึกเคลือบปาก ทั้งนี้องค์ประกอบหลักที่ 2 เป็นกลุ่มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีระดับความเข้มแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างตัวอย่างคู่ก็ แต่ไม่สามารถสรุปแนวโน้มของผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางประสาทสัมผัสในกลุ่มนี้ได้อย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.17 และ 4.18)

การจัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี agglomerative hierarchical cluster analysis โดยจัดกลุ่มคู่ก็เนยที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พบว่าสามารถจัดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (cluster 1) ประกอบด้วยคู่ก็เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 และกลุ่มที่ 2 (cluster 2) ประกอบด้วยคู่ก็เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ร้อยละ 80 และ 100 (ภาพที่ 4.19) โดยจะเห็นว่าคู่ก็ทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (ภาพที่ 4.17 และ 4.18) โดยเมื่อเปรียบเทียบคู่ก็เนยทั้ง 2 กลุ่ม จะพบว่าคู่ก็ในกลุ่มที่ 2 ที่มีระดับการทดแทนที่สูงกว่า จะมีขนาดใหญ่กว่า มีสีเหลืองและผิวหน้าเรียบน้อยกว่า มีกลิ่นหวานโดยรวม กลิ่นวานิลลา กลิ่นรสผลิตภัณฑ์นม และรสหวานมากกว่า ส่วนเนื้อสัมผัสจะมีความแข็ง ความแน่นเนื้อ การดูดน้ำและความหยาบของมวลขณะเคี้ยว การเกาะติดฟันและอุณหภูมิติดค่างหลังจากกลืนตัวอย่างน้อยกว่า แต่มีความเปรี้ยวมากกว่า ละลายในปากได้เร็วกว่า ให้ความรู้สึกแห้งในปากหลังกลืนตัวอย่างและความรู้สึกตลกค่างของรสหวานมากกว่าคู่ก็ในกลุ่มที่ 1



ภาพที่ 4.19 การจัดกลุ่มตัวอย่างคุกกี้เนยที่ทดแทนด้วยแป้งสาคุ 6 ระดับ ด้วยวิธีวิเคราะห์กลุ่มแบบ agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้ค่าระดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

4.3.3.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คนต่อคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 - 100 พบว่า ผู้ที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 15 - 24 ปี เป็นนักศึกษากำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มีรายได้อยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท (ตารางที่ 4.29) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับแสดงดังตารางที่ 4.30 พบว่า คะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความแน่นเนื้อ การละลายในปาก เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมของคุกกี้มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน โดยเริ่มมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 80 ขึ้นไป ขณะที่คะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นรสและความแข็งของคุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุทุกตัวอย่างไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 80 คุกกี้จะเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5 - 6 (บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย)

ตารางที่ 4.29 เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ของผู้เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

(N=100)	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	33	33
หญิง	67	67
อายุ		
15-24 ปี	70	70
25-34 ปี	13	13
35-44 ปี	13	13
45-54 ปี	4	4
การศึกษา		
มัธยมศึกษา	10	10
อนุปริญญา	1	1
ปริญญาตรี	83	83
ปริญญาโท	6	6
อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	58	58
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	20	20
พนักงานบริษัทเอกชน	1	1
ธุรกิจส่วนตัว	6	6
รับจ้างทั่วไป	2	2
อื่นๆ	13	13
รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	36	36
5,001 - 10,000 บาท	45	45
10,001 - 15,000 บาท	7	7
15,001 - 20,000 บาท	7	7
20,001 - 25,000 บาท	4	4
สูงกว่า 25,001 บาท ขึ้นไป	1	1

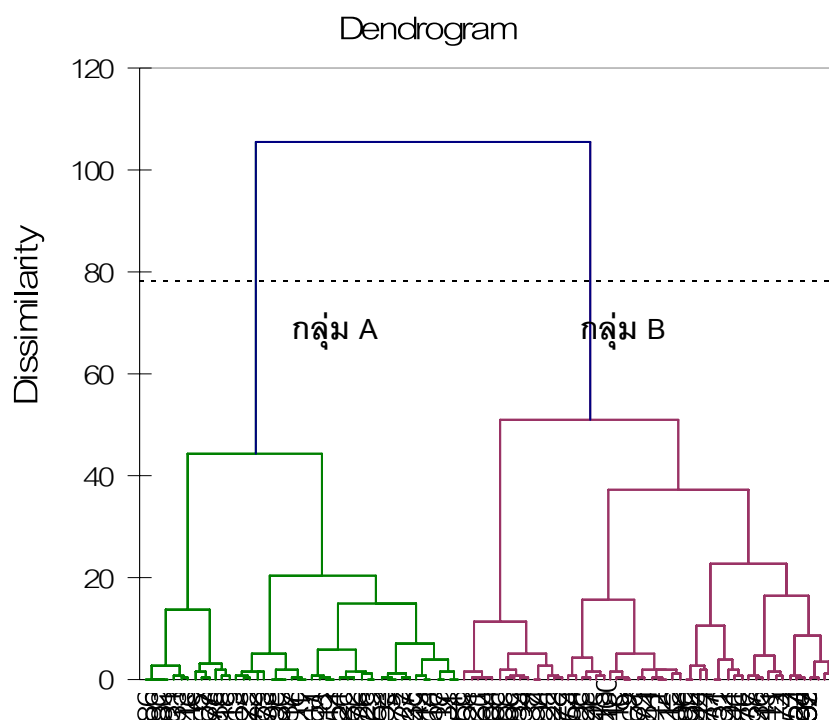
ตารางที่ 4.30 คะแนนการยอมรับด้านต่างๆ ของคูกี้เนยที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

การยอมรับ ด้านต่างๆ	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาकु					
	0	20	40	60	80	100
ลักษณะปรากฏ	6.40 ± 1.39^a	6.06 ± 1.63^{ab}	6.19 ± 1.55^a	6.17 ± 1.49^a	5.77 ± 1.60^b	5.42 ± 1.66^c
สี	6.49 ± 1.26^a	6.10 ± 1.53^{bc}	6.32 ± 1.45^{ab}	6.15 ± 1.43^{abc}	5.95 ± 1.60^c	5.94 ± 1.55^c
กลิ่นรส ^{ns}	6.01 ± 1.72	6.01 ± 1.69	6.15 ± 1.52	5.71 ± 1.77	5.99 ± 1.65	5.79 ± 1.82
รสชาติ	6.18 ± 1.74^a	6.16 ± 1.58^a	6.27 ± 1.46^a	5.92 ± 1.69^{ab}	5.84 ± 1.76^{ab}	5.61 ± 2.02^c
ความแข็ง ^{ns}	6.85 ± 8.34	6.20 ± 1.61	6.45 ± 1.51	6.25 ± 1.67	6.04 ± 1.84	5.81 ± 1.96
ความแน่นเนื้อ	6.11 ± 1.64^{ab}	6.25 ± 1.50^{ab}	6.46 ± 1.48^a	6.21 ± 1.75^{ab}	5.80 ± 1.83^b	5.31 ± 2.10^c
การละลายในปาก	6.00 ± 1.69^{ab}	6.07 ± 1.51^{ab}	6.41 ± 1.43^a	6.27 ± 1.54^a	5.97 ± 1.80^{ab}	5.65 ± 2.16^c
เนื้อสัมผัสโดยรวม	6.13 ± 1.55^{ab}	6.25 ± 1.58^{ab}	6.49 ± 1.39^a	6.06 ± 1.69^{ab}	6.01 ± 1.74^b	5.36 ± 2.05^c
ความชอบโดยรวม	6.20 ± 1.73^a	6.04 ± 1.60^{ab}	6.31 ± 1.32^a	6.00 ± 1.71^{ab}	5.87 ± 1.79^{ab}	5.64 ± 1.93^b

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

การจัดกลุ่มผู้บริโภคนจำนวน 100 คน ด้วยวิธี agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้คะแนนความชอบโดยรวม เพื่อจัดกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมที่มีแนวโน้มคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พบว่า สามารถจัดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม A เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อคูกี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาकु โดยคูกี้ที่มีระดับการทดแทนสูงสุดที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ คูกี้ที่ระดับการทดแทนร้อยละ 60 ซึ่งผู้บริโภคนกลุ่มนี้คิดเป็นร้อยละ 46 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด ส่วนกลุ่ม B เป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาकु ซึ่งคาดว่าระดับการทดแทนสูงสุดที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คือ การทดแทนที่ระดับร้อยละ 100 ผู้บริโภคนกลุ่มนี้คิดเป็นร้อยละ 54 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด (ภาพที่ 4.20 และตารางที่ 4.31) ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับเพศและอายุของผู้บริโภคแต่ในละกลุ่ม แสดงดังตารางที่ 4.32 จะเห็นได้ว่า ผู้บริโภคกลุ่ม A และ B มีแนวโน้มการให้คะแนนความชอบโดยรวมต่อคูกี้แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถจัดกลุ่มผู้บริโภคได้อย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาในด้านเพศและอายุ



ภาพที่ 4.20 การจัดแบ่งกลุ่มผู้บริโภคด้วยเทคนิค agglomerative hierarchical cluster analysis โดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อคุกกี้เนย

ตารางที่ 4.31 คะแนนความชอบโดยรวมต่อคุกกี้เนยที่ใช้แบ่งสาขาทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ ของผู้บริโภค 2 กลุ่ม

ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาลี	คะแนนความชอบโดยรวมของกลุ่มผู้บริโภค	
	กลุ่ม A (n=46)	กลุ่ม B (n=54)
0	6.80 ± 1.34^a	5.68 ± 1.86^c
20	6.61 ± 1.25^{ab}	5.56 ± 1.71^c
40	6.15 ± 1.49^b	6.44 ± 1.14^{ab}
60	6.02 ± 1.63^b	5.98 ± 1.77^{bc}
80	4.61 ± 1.69^c	6.94 ± 0.99^a
100	4.91 ± 2.14^c	6.26 ± 1.48^b

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.32 เพศและอายุของผู้บริโภค 2 กลุ่ม

(N=100)	ความถี่ (ร้อยละในแต่ละกลุ่มตามแนวนอน)	
	ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=46)	ผู้บริโภคกลุ่ม B (n=54)
เพศ		
ชาย	13(39.40)	20(60.60)
หญิง	33(49.25)	34(50.75)
อายุ		
15-24 ปี	33(47.14)	37(52.86)
25-34 ปี	6(46.15)	7(53.84)
35-44 ปี	6(46.15)	7(53.84)
45-54 ปี	1(25.00)	3(75.00)

4.3.3.3 การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคด้วยเทคนิค internal preference mapping

การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยรวม และผู้บริโภคในกลุ่ม A และ B โดยการสร้างแผนผังความชอบด้วยวิธี internal preference mapping ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.21 - 4.23

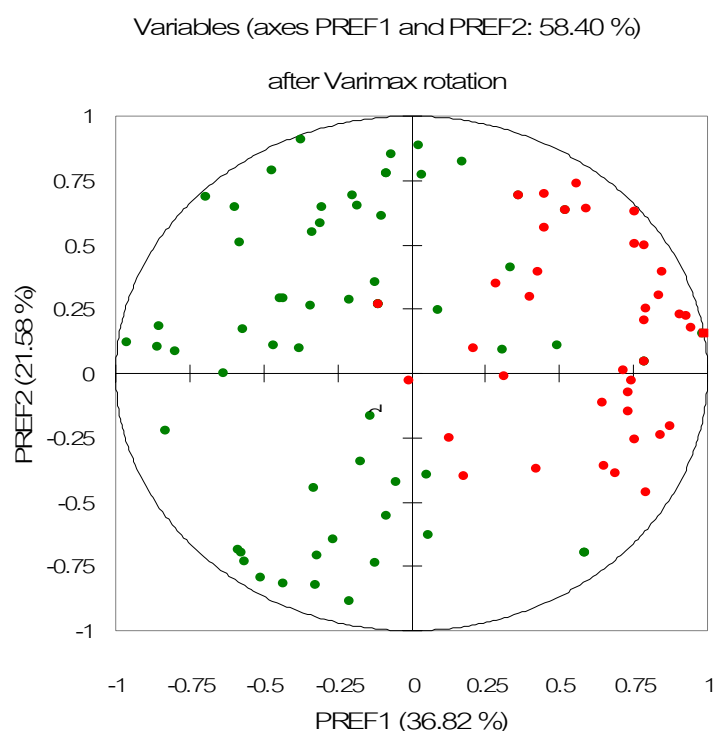
ตารางที่ 4.33 น้ำหนักปัจจัย (factor loading) ของลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่ใช้
แบ่งสาขาคู่ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคแผนผังความชอบ
(internal preference mapping)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PREF)	
	PREF 1	PREF 2
<u>ลักษณะปรากฏ</u>		
สีเหลือง (yellow color)	0.737	0.240
ขนาดของตัวอย่าง (size)	-0.907	-0.362
ความเรียบ (surface smoothness)	1.811	0.388
<u>กลิ่น</u>		
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.116	0.035
หวานโดยรวม (sweet aroma)	-0.178	0.098
แป้ง (starchy)	0.641	0.085
วานิลลา (vanilla)	-0.065	-0.144
<u>กลิ่นรส</u>		
ผลิตภัณฑ์นม (dairy product)	-0.457	-0.082
หวานโดยรวม (sweet aromatic)	-0.144	0.001
แป้ง (starchy)	0.723	-0.084
หวาน (sweet)	-0.244	-0.046
เค็ม (salty)	-0.116	0.035
<u>เนื้อสัมผัส</u>		
<u>ขณะกัดครั้งแรก</u>		
ความแข็ง (hardness)	1.098	0.167
ความกรอบ (crispness)	-0.031	0.074
ความเปราะ (fracturability)	-0.834	-0.310
ความแน่นเนื้อ (denseness)	1.390	0.440
ขนาดของชิ้น (particle size)	0.488	0.324

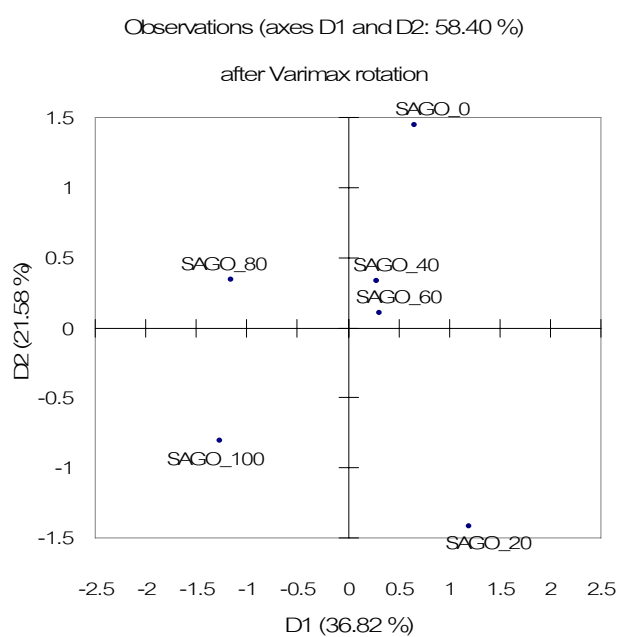
ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	องค์ประกอบหลัก (PREF)	
	PREF 1	PREF 2
ขณะเคี้ยว		
การดูดน้ำ (moisture absorption)	0.178	-0.098
การละลาย (rate of melt)	-0.865	-0.320
ความหยาบ (roughness of mass)	0.545	0.014
ผงละเอียด (powdery)	-0.522	-0.227
จำนวนการเคี้ยว (chew count)	0.590	0.264
หลังกลืน		
การเกาะติดฟัน (tooth packing)	0.127	0.081
อนุภาคตกค้าง (amount of residue)	0.223	0.236
ความแห้ง (dryness)	-0.309	-0.191
การเคลือบปาก (mouth coating)	-0.031	-0.010
ความรู้สึกตกค้าง		
หวาน (sweet)	-0.065	-0.144
ความฝืด (astringency)	-0.292	-0.189
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภค	0.175	0.116
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภคกลุ่ม A	0.861	0.150
คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของผู้บริโภคกลุ่ม B	-0.409	0.088
ความแปรปรวนที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	36.82	21.58
ความแปรปรวนทั้งหมดที่สามารถอธิบายได้ (ร้อยละ)	58.40	

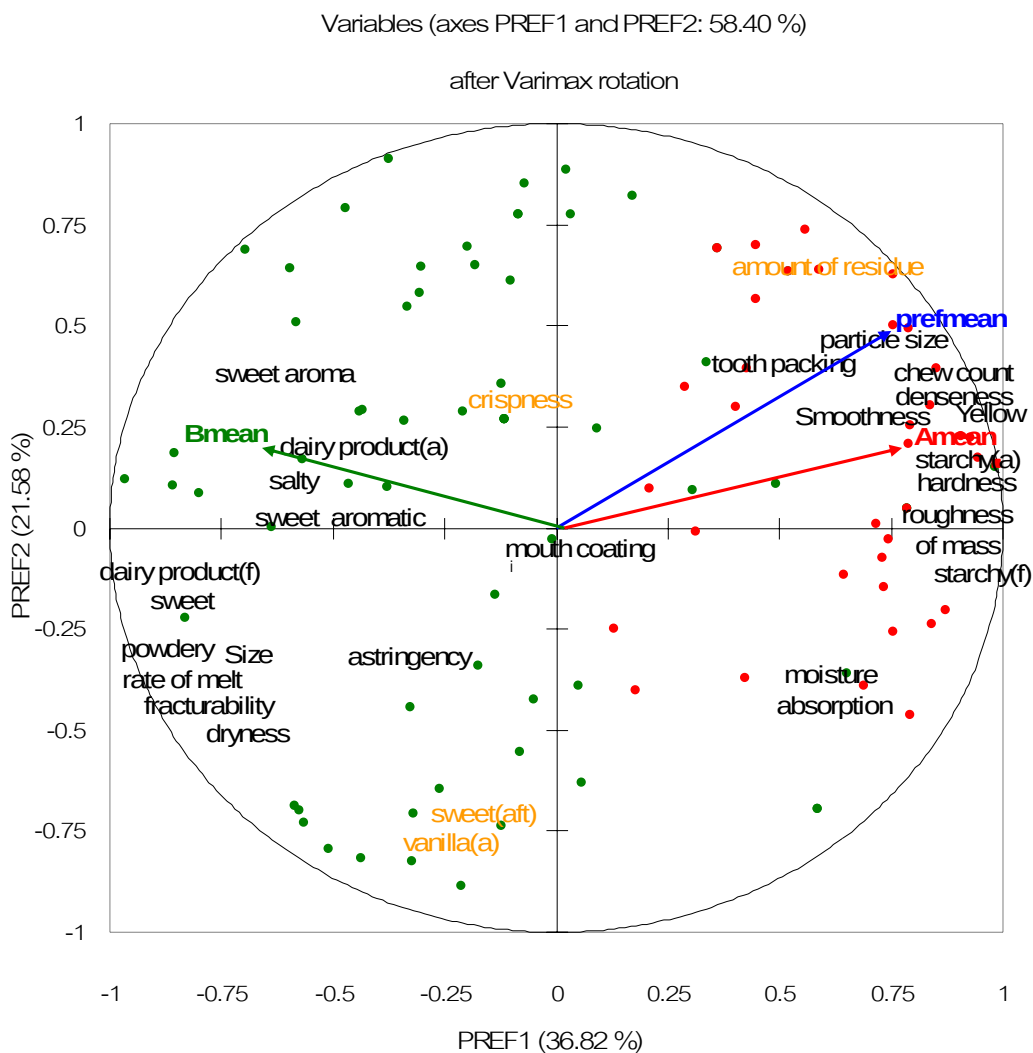
หมายเหตุ ค่า factor loading ของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำกับด้วยแถบสีเทาจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF 1) และที่กำกับแถบสีส้มจะมีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF 2)



ภาพที่ 4.21 ผู้บริโภคกลุ่ม A และกลุ่ม B บนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF 1) และ
 แกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2) ของแผนผังความชอบ
 (● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=46) และ ● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม B (n=54))



ภาพที่ 4.22 ตำแหน่งของคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆบนแกนองค์ประกอบ
 หลักที่ 1 (PREF 1) และแกนองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF 2) ของแผนผังความชอบ



ภาพที่ 4.23 แผนผังความชอบของคะแนนความชอบโดยรวมของกลุ่มผู้บริโภคกับลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยบนแกนองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) และแกนองค์ประกอบที่ 2 (PREF2)

หมายเหตุ (● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม A (n=46) และ ● คือ ผู้บริโภคกลุ่ม B (n=54))

(a) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น (aroma)

(f) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส (flavor)

(aft) คือ ลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกตกค้าง

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีดำ คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1)

ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่พิมพ์สีส้ม คือ ลักษณะที่มีความสัมพันธ์สูงกับองค์ประกอบหลักที่ 2 (PREF2)

Amean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่ม A

Bmean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคกลุ่ม B

Prefmean คือ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผู้บริโภคทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ข้างต้นดังภาพที่ 4.21 - 4.23 สามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคทั้งกลุ่ม A (n=46) และ B (n=54) จะชอบคุกกี้ที่มีระดับความเข้มข้นของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบที่ 2 (PREF2) ทางด้านบวกสูง คือ ชอบคุกกี้ที่มีความกรอบมาก แต่จะไม่ชอบคุกกี้ที่มีระดับความเข้มข้นของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบที่ 2 (PREF2) ทางด้านลบสูง คือ ไม่ชอบคุกกี้ที่มีกลิ่นวานิลลาและรสหวานตกค้างมาก

อย่างไรก็ตามผู้บริโภคกลุ่ม A และ B จะให้คะแนนความชอบโดยรวมต่างกันในเรื่องลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) โดยผู้บริโภคกลุ่ม B จะให้คะแนนความชอบโดยรวมสูง ถ้าคุกกี้ที่มีระดับความเข้มข้นของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านลบสูง นั่นคือ ชอบคุกกี้ที่มีขนาดใหญ่ มีกลิ่นผลิตภัณฑ์นม กลิ่นรสผลิตภัณฑ์นม กลิ่นหวานโดยรวม รสหวานและรสเค็มสูง มีความเปราะมาก ละลายอย่างรวดเร็วในปาก ให้ความรู้สึกเป็นผงละเอียดในขณะเคี้ยว และให้ความรู้สึกความแห้งหลังกลืน แต่จะไม่ชอบคุกกี้ที่มีระดับความเข้มข้นของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านบวกสูง นั่นคือ ไม่ชอบคุกกี้ที่มีผิวสีเหลือง ผิวหน้าเรียบมาก มีกลิ่นแป้งและกลิ่นรสแป้งมาก มีความแข็ง ความแน่นเนื้อ การดูดน้ำ และความหยาบของมวลมาก โดยผู้บริโภคกลุ่ม B จะชอบคุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ระดับร้อยละ 80 และ 100 ในขณะที่ผู้บริโภคกลุ่ม A จะให้คะแนนความชอบโดยรวมในทางตรงกันข้ามกับผู้บริโภคกลุ่ม B คือ ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านบวกสูง แต่ไม่ชอบคุกกี้ที่มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบหลักที่ 1 (PREF1) ทางด้านลบสูง โดยผู้บริโภคกลุ่ม A จะชอบคุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุที่ระดับร้อยละ 0, 20, 40 และ 60

จากการทดลองข้างต้นที่กล่าวมา จึงเลือกคุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 60 และ 100 ไปทำการทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจซื้อต่อไป โดยใช้ผู้บริโภคจำนวนมากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนผู้บริโภคให้การยอมรับคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 60 และ 100 ใกล้เคียงกัน โดยจำนวนผู้บริโภคให้การยอมรับคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 60 เป็นระดับการทดแทนสูงสุดที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คิดเป็นร้อยละ 46 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบ และจำนวนผู้บริโภคที่คาดว่าจะให้ยอมรับคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 100 เป็นระดับการทดแทนสูงสุดที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ คิดเป็นร้อยละ 54 ของผู้เข้าร่วมการทดสอบ

4.3.4 การยอมรับและความสนใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยชนิดหั่น (slice cookies) ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 60 และ 100

จากการทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุร้อยละ 60 และ 100 โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ชอบรับประทานคุกกี้ จำนวน 200 คน พบว่า ผู้ที่เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 75 มีช่วงอายุ 15-24 ปี มากที่สุด คือ ร้อยละ 58 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 25-34 ปี ร้อยละ 20.5 มีการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 81 รองลงมาคือ ระดับปริญญาโท ร้อยละ 12.5 อาชีพนักศึกษา ร้อยละ 54 รองลงมา คือ ข้าราชการ ร้อยละ 33 รายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท ร้อยละ 40.5 รองลงมา คือ ช่วงน้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 26.5 (ตารางที่ 4.34) ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานคุกกี้เนยมากที่สุด รองลงมาคือ คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ และ คุกกี้ช็อกโกแลตตามลำดับ มีความถี่ในการรับประทานคุกกี้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอาทิตย์ละครั้งและซื้อผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ร้านเบเกอรี่ทั่วไป ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการเลือกซื้อคุกกี้ในด้านรสชาติมากที่สุด รองลงมา คือ ความสวยงาม/น่ารับประทานของตัวผลิตภัณฑ์ ราคา รูปแบบ ลักษณะบรรจุภัณฑ์ ความสะดวกในการซื้อ คุณค่าทางโภชนาการ ยี่ห้อ และการโฆษณาตามลำดับ (ตารางที่ 4.35) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ การละลายในปาก ความแข็ง ความแน่นเนื้อ เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมต่อคุกกี้เนยที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งสาคุร้อยละ 60 สูงกว่าที่ระดับการทดแทนร้อยละ 100 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยคุกกี้เนยที่ระดับการทดแทนร้อยละ 60 มีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 6 - 7 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏ ขณะที่คุกกี้เนยที่ระดับการทดแทนร้อยละ 100 มีคะแนนการยอมรับในทุกๆ ด้านอยู่ในช่วง 5 - 6 อยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย (ตารางที่ 4.36)

ส่วนผลการประเมินการยอมรับและตัดสินใจซื้อต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ระดับการทดแทนร้อยละ 60 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 90.5 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และมีผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 63 ตั้งใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นเมื่อผู้บริโภคได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุกกี้ที่ทดสอบว่า เป็นคุกกี้ที่ใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งสาลี โดยแป้งสาคุนั้นเป็นแป้งที่ผลิตได้ภายในประเทศ ในขณะที่แป้งสาลีต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จากนั้นจึงประเมินการตัดสินใจซื้ออีกครั้งหนึ่ง พบว่า ร้อยละของผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากร้อยละ 63 เป็นร้อยละ 71.5 และเมื่อเปรียบเทียบราคาของคุกกี้ที่บรรจุภาชนะในถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP) น้ำหนัก 75 กรัม จำนวน 15 ชิ้น จำหน่ายในราคา 25 บาท กับคุณภาพของคุกกี้ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 82 คิดว่าราคาเหมาะสมกับคุณภาพ (ตารางที่ 4.37)

ขณะที่ผลการประเมินการยอมรับ และตัดสินใจซื้อต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ระดับการทดแทนร้อยละ 100 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 70 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และมีผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 42.5 ตั้งใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นเมื่อผู้บริโภคได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุกกี้ที่ทดสอบว่า เป็นคุกกี้ที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลี โดยแป้งสาคูนั้นเป็นแป้งที่ผลิตได้ภายในประเทศ แต่แป้งสาลีต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จากนั้นจึงประเมินการตัดสินใจซื้ออีกครั้งหนึ่ง พบว่า ร้อยละของผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบราคาของคุกกี้ที่บรรจุภาชนะในถุงพลาสติกชนิด polypropylene (PP) น้ำหนัก 75 กรัม จำนวน 15 ชิ้น จำหน่ายในราคา 25 บาท กับคุณภาพของคุกกี้ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 56.5 คิดว่าราคาเหมาะสมกับคุณภาพ (ตารางที่ 4.37)

ตารางที่ 4.34 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจากการทดสอบการยอมรับ
ผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 60 และ 100

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	50	25.0
หญิง	150	75.0
อายุ		
15-24 ปี	116	58.0
25-34 ปี	41	20.5
35-44 ปี	24	12.0
45-54 ปี	17	8.5
55-64 ปี	2	1.0
การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	4	2.0
มัธยมศึกษา	4	2.0
อนุปริญญา	5	2.5
ปริญญาตรี	162	81.0
ปริญญาโท	25	12.5

ตารางที่ 4.34 (ต่อ)

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ
อาชีพ		
นิสิต/นักศึกษา	108	54.0
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	66	33.0
พนักงานบริษัทเอกชน	3	1.5
ธุรกิจส่วนตัว	6	3.0
รับจ้างทั่วไป	2	1.0
อื่นๆ	15	7.5
รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	53	26.5
5,001 - 10,000 บาท	81	40.5
10,001 - 15,000 บาท	26	13.0
15,001 - 20,000 บาท	16	8.0
20,001 - 25,000 บาท	9	4.5
25,001 - 30,000 บาท	5	2.5
30,001 - 35,000 บาท	4	2.0
สูงกว่า 35,001 บาท ขึ้นไป	6	3.0

ตารางที่ 4.35 ข้อมูลกลุ่มผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจากการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค
ต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ใช้แป้งสาคูทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 60 และ 100

(N=200)	ความถี่	ร้อยละ/ลำดับความสำคัญ*
ชนิดของคุกกี้ที่ชอบรับประทาน		
คุกกี้เนย	122	61.3
คุกกี้กาแฟ	44	22.1
คุกกี้ช็อกโกแลต	104	52.3
คุกกี้น้ำตาล	10	5.0
คุกกี้วานิลลา	51	25.6
คุกกี้ชาเขียว	12	6.0
คุกกี้เนยถั่ว	38	19.1
คุกกี้ช็อกโกแลตชิพ	110	55.3
คุกกี้หน้าผลไม้	42	21.1
คุกกี้ธัญพืช	49	24.6
อื่นๆ	2	1.0
ความถี่ในการรับประทานคุกกี้		
ทุกวัน	1	0.5
2-3 วัน/ครั้ง	32	16.0
4-5 วัน/ครั้ง	24	12.0
อาทิตย์ละครั้ง	62	31.0
เดือนละครั้ง	45	22.5
มากกว่า 1 เดือน/ครั้ง	18	9.0
อื่นๆ	18	9.0
สถานที่ที่ซื้อคุกกี้		
ร้านเบเกอรี่ทั่วไป	171	85.5
ซูเปอร์มาร์เก็ต	69	34.5
ร้านสะดวกซื้อ (เช่น เซเว่นอีเลฟเว่น)	84	42.0
แผงลอย	7	3.5
อื่นๆ	5	2.5

ตารางที่ 4.35 (ต่อ)

(N=200)	ร้อยละ/ลำดับความสำคัญ*
ปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อคุกกี้*	
รสชาติ	1
ความสวยงาม / น่ารักประทานของผลิตภัณฑ์	2
ราคา	3
รูปแบบลักษณะบรรจุภัณฑ์	4
คุณค่าทางโภชนาการ	6
ความสะดวกในการซื้อ	5
ยี่ห้อ	7
การโฆษณา	8

ตารางที่ 4.36 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ใช้แบ่งสาตุทดแทนแป้งสาลี
ร้อยละ 60 และ 100

การยอมรับด้านต่างๆ	ร้อยละการทดแทนด้วยแป้งสาตุ	
	60	100
ลักษณะปรากฏ	5.98 ± 1.40 ^a	5.39 ± 1.60 ^b
สี	6.40 ± 1.40 ^a	5.87 ± 1.51 ^b
กลิ่นรส	6.68 ± 1.25 ^a	5.91 ± 1.66 ^b
รสชาติ	6.79 ± 1.34 ^a	5.84 ± 1.79 ^b
ความแข็ง	6.74 ± 1.23 ^a	5.70 ± 1.80 ^b
ความแน่นเนื้อ	6.57 ± 1.31 ^a	5.33 ± 1.91 ^b
การละลายในปาก	6.62 ± 1.28 ^a	5.78 ± 1.95 ^b
เนื้อสัมผัสโดยรวม	6.68 ± 1.31 ^a	5.64 ± 1.75 ^b
ความชอบโดยรวม	6.74 ± 1.24 ^a	5.80 ± 1.68 ^b

a, b, c,... หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ 4.37 ทศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์คูกี้เนยที่ใช้แบ่งสาकुทดแทนแบ่งสาลีร้อยละ 60 และ 100

(N=200)	ร้อยละของผู้บริโภคที่ระดับ การทดแทนด้วยแบ่งสาकुต่างๆ	
	60	100
การยอมรับผลิตภัณฑ์คูกี้ช็อกโกแลตชิพก่อนให้ข้อมูล		
ยอมรับ	90.5	70.0
ไม่ยอมรับ	9.5	30.0
การตัดสินใจซื้อก่อนให้ข้อมูล		
ซื้อ	63.0	42.5
ไม่ซื้อ	37.0	57.5
การตัดสินใจซื้อหลังให้ข้อมูล		
ซื้อ	71.5	42.0
ไม่ซื้อ	28.5	58.0
ความเหมาะสมของราคาต่อคุณภาพ		
ราคาต่ำกว่าคุณภาพ	5.0	7.0
ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ	82.0	56.5
ราคาสูงกว่าคุณภาพ	13.0	36.5