

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ซึ่งนำแป้งข้าวที่ยังคงคุณค่าทางโภชนาการมาผสมในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ เพื่อทดแทนไขมันบางส่วน เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิจัยการใช้แป้งข้าวพันธุ์เหลืองประทิว 123 (Leaung prataw 123 rice flour: LPRF123) และข้าวหอมมะลิ 105 (Thai jasmine 105 rice flour: TJRF105) ทำการไม่เปียก และไม่ผสม เพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ แสดงผลดังนี้

ผลการศึกษาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาหาร จำนวน 5 คน ด้วยวิธี 9-Point hedonic scale test ดังตารางที่ 4.1 และภาพผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้

คุณลักษณะ	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส			
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4
ลักษณะปรากฏ	6.40 ^b ± 0.55	6.80 ^{ab} ± 0.45	7.40 ^a ± 0.45	7.20 ^a ± 0.55
สี	5.60 ^b ± 0.89	6.00 ^b ± 1.23	7.60 ^a ± 0.55	7.40 ^a ± 0.55
กลิ่น	7.00 ^a ± 0.45	6.60 ^a ± 0.55	4.80 ^b ± 1.10	7.40 ^a ± 0.45
รสชาติ	6.80 ^{bc} ± 0.45	7.40 ^{ab} ± 0.55	6.20 ^c ± 0.55	7.80 ^a ± 0.55
ความข้นหนืด ^{ns}	6.80 ± 0.55	7.00 ± 1.34	7.40 ± 0.55	7.20 ± 0.55
ความเรียบเนียน ^{ns}	7.40 ± 0.45	7.00 ± 0.45	7.60 ± 0.55	7.20 ± 0.55
ความชอบโดยรวม	6.40 ^b ± 0.55	6.80 ^{ab} ± 0.45	6.20 ^b ± 0.45	7.40 ^a ± 0.55

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

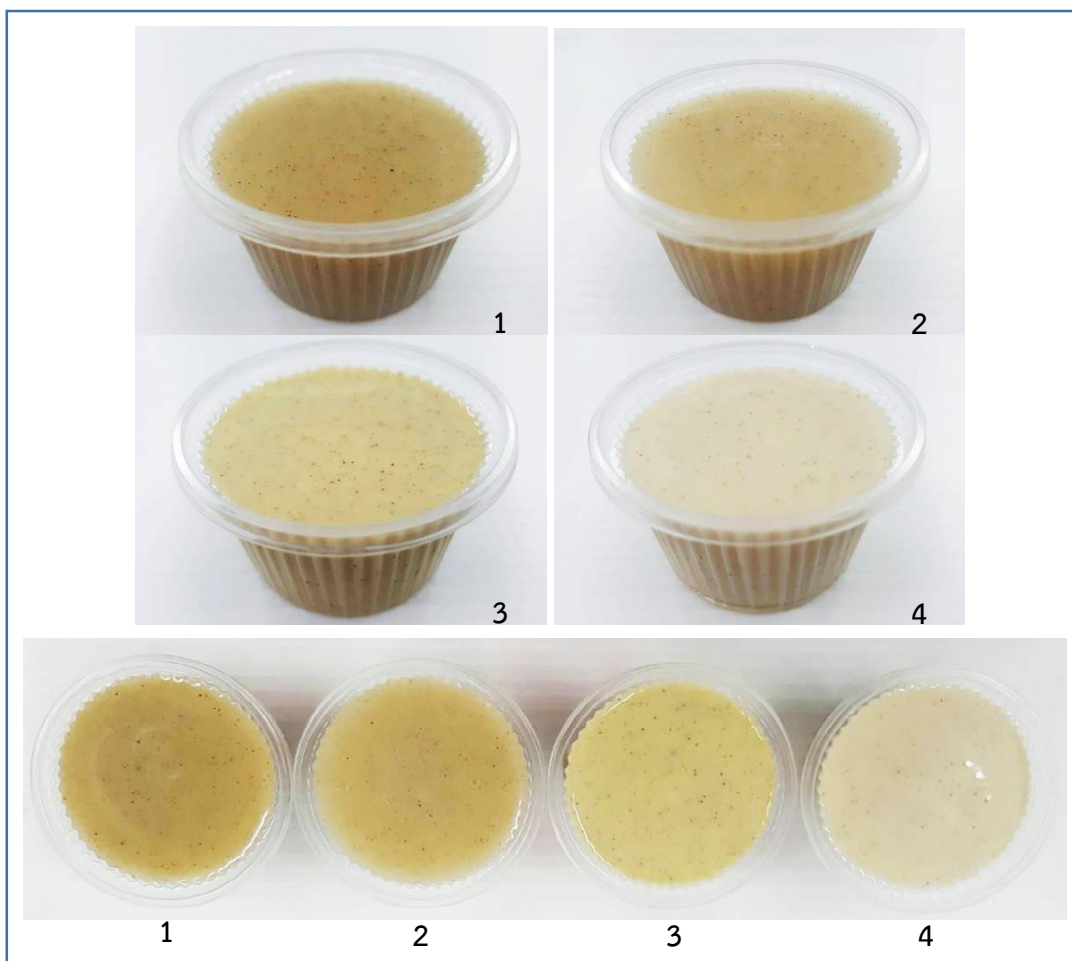
: อักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

: ตำรับที่ 1 มนตรี สกุลแก้ว (2543)

: ตำรับที่ 2 พจนีย์ บุญมา และคณะ (2550)

: ตำรับที่ 3 ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ (2551)

: ตำรับที่ 4 จำลองลักษณ์ หุ่นชื่น และคณะ (2554)



ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ตำรับพื้นฐาน

หมายเหตุ: ตำรับที่ 1 มนตรี สกุลแก้ว (2543) : ตำรับที่ 2 พจนีย์ บุญมา และคณะ (2550)
ตำรับที่ 3 ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ (2551) : ตำรับที่ 4 จำลองลักษณะ หุ่นขึ้น และคณะ (2554)

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่าตำรับพื้นฐานที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ ทั้ง 4 ตำรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำรับที่ 2, 3 และ 4 มีค่าคะแนนสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนความชอบปานกลางถึงชอบมาก เท่ากับ 6.80 ± 0.45 , 7.40 ± 0.45 และ 7.20 ± 0.55 คะแนน ตามลำดับ และตำรับที่ 1 มีค่าคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6.40 ± 0.55 คะแนน เนื่องจากตำรับที่ 1 มีปริมาณของพริกไทยดำป่นและมัสตาร์ดครีมปริมาณสูง จึงทำให้มีสีและปริมาณพริกไทยดำป่นปรากฏมากกว่าตำรับอื่น

ด้านสี พบว่าตำรับพื้นฐานที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำรับที่ 3 และ 4 มีค่าคะแนนสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เท่ากับ 7.60 ± 0.55 และ 7.40 ± 0.55 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากตำรับที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีออกเหลืองจากน้ำตาลทรายไม่ฟอกสีและมัสตาร์ดครีมเป็นส่วนผสม ส่วนตำรับที่ 4 จะไม่มีมัสตาร์ดเป็นส่วนผสม ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีสีขาวครีมจากเต้าหู้ถั่วเหลือง รองลงมาคือ ตำรับที่ 1 และ 2 ซึ่งทั้งสองสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 5.60 ± 0.89 และ 6.00 ± 1.23 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากตำรับที่ 1 ผลิตภัณฑ์จะมีสีเหลืองออกน้ำตาลจากส่วนผสม

ของมัสตาร์ดครีมและพริกไทยดำป่นในปริมาณสูงที่ร้อยละ 0.43 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำกว่าตำรับอื่น และตำรับที่ 2 ผลิตภัณฑ์จะมีสีครีม-เหลืองอ่อน เนื่องจากส่วนผสมส่วนใหญ่จะไม่มีสี ได้แก่ เต้าหัวถั่วเหลือง น้ำส้มสายชู น้ำตาลทรายขาว มีเพียงมัสตาร์ดครีมที่ร้อยละ 1 เท่านั้น

ด้านกลิ่น พบว่าตำรับพื้นฐานที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำรับที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนทางด้านกลิ่นเฉลี่ยสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.00 ± 0.00 , 6.60 ± 0.55 และ 7.40 ± 0.55 คะแนน ตามลำดับ และตำรับที่ 3 มีค่าคะแนนต่ำที่สุด เท่ากับ 4.80 ± 1.10 คะแนน เนื่องจากตำรับที่ 1, 2 และ 4 มีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูหมักในปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ 1 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นของน้ำส้มสายชู ส่วนตำรับที่ 3 มีส่วนผสมของเต้าหัวถั่วเหลืองมากกว่าตำรับอื่นเมื่อเทียบกับส่วนผสม 100 กรัม ส่งผลให้มีกลิ่นของเต้าหัวแรงจนเกินไป อีกทั้งยังมีส่วนผสมของน้ำมันมะกอก ซึ่งจะให้กลิ่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ เมื่อส่วนผสมดังกล่าวผสมกัน จึงทำให้มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

ด้านรสชาติ พบว่าตำรับพื้นฐานที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำรับที่ 2 และ 4 มีคะแนนทางด้านรสชาติเฉลี่ยสูง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.40 ± 0.55 และ 7.80 ± 0.55 คะแนน ตามลำดับ รองลงมา คือ ตำรับที่ 1 มีค่าคะแนนเท่ากับ 6.80 ± 0.45 ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่ 2 และตำรับที่ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 6.20 ± 0.55 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับที่ 2 เช่นเดียวกัน เนื่องจากตำรับที่ 2 และ 4 มีรสหวาน เปรี้ยว และเค็ม ในปริมาณพอดี มีปริมาณพริกไทยดำป่นปริมาณต่ำ จึงทำให้ไม่เผ็ดร้อนเกินไป ส่วนตำรับที่ 3 มีคะแนนความชอบต่ำ เนื่องจากมีน้ำส้มสายชูหมัก น้ำตาลทรายขาว ปริมาณน้อยกว่าตำรับอื่น แต่จะมีปริมาณพริกไทยดำป่นสูง อีกทั้งกลิ่นน้ำมันมะกอกที่มีรสชาติเฉพาะ จึงทำให้ค่าคะแนนความชอบต่ำที่สุด

ด้านความข้นหนืดและด้านความเรียบเนียน พบว่าผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ โดยคุณลักษณะด้านความข้นหนืดมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.00-7.60 คะแนน และคุณลักษณะทางด้านความเรียบเนียนมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 6.80-7.40 คะแนน

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าตำรับพื้นฐานที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านความชอบโดยรวมแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยตำรับที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูง มีค่าเท่ากับ 7.40 ± 0.55 คะแนน ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับที่ 2 มีค่าคะแนนเท่ากับ 6.80 ± 0.45 รองลงมา คือ ตำรับที่ 1 และ 3 ซึ่งทั้งสองสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนเท่ากับ 6.40 ± 0.55 และ 6.20 ± 0.45 คะแนน ตามลำดับ แต่จะพิจารณาเลือกตำรับที่ 4 เนื่องจากตำรับที่ 4 มีค่าคะแนนความชอบทางด้านสีสูงแตกต่างกับตำรับที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าคุณลักษณะด้านอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน แต่ระดับคะแนนอยู่ในระดับความชอบที่สูงกว่า

ดังนั้นจึงเลือกตำรับที่ 4 ซึ่งได้รับค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.20 ± 0.55 , 7.40 ± 0.55 , 7.40 ± 0.55 , 7.80 ± 0.55 , 7.40 ± 0.55 , 7.60 ± 0.55 และ 7.40 ± 0.55 คะแนน ตามลำดับ

ผลของชนิดปลายข้าวและวิธีการโม่ที่เหมาะสม

นำปลายข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ มาทำการผลิตเป็นแป้งข้าวด้วยวิธีการโม่เปียกและโม่ผสม จากนั้นนำแป้งข้าวเหลืองประทิว 123 (LPRF123) และแป้งข้าวหอมมะลิ 105 (TJRF105) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าว แสดงผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ร้อยละของการละลายและกำลังการพองตัว

สิ่งทดลอง	ร้อยละของการละลาย (%Solubility)	กำลังการพองตัว (Swelling power)	ค่า A_w
LPRF123 โม่เปียก	$4.41^c \pm 0.29$	$15.85^b \pm 0.18$	$0.332^a \pm 0.002$
LPRF123 โม่ผสม	$3.73^d \pm 0.18$	$15.25^c \pm 0.29$	$0.314^d \pm 0.002$
TJRF105 โม่เปียก	$9.63^a \pm 0.20$	$20.40^a \pm 0.18$	$0.321^b \pm 0.001$
TJRF105 โม่ผสม	$8.55^b \pm 0.35$	$20.21^a \pm 0.10$	$0.318^c \pm 0.002$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของการละลาย กำลังการพองตัวของ LPRF 123 และ TJRF105 พบว่าเม็ดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (TJRF105 ทั้งโม่เปียกและโม่ผสม) มีการละลาย และกำลังการพองตัวสูงกว่าเม็ดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (LPRF123 ทั้งโม่เปียกและโม่ผสม) แสดงดังตารางที่ 4.3 ซึ่งเม็ดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีอะไมโลสที่เกาะอยู่กับไขมัน ไปขัดขวางหรือยับยั้งการพองตัวและการเป็นเจลของแป้ง (Singh *et al.*, 2006) นอกจากนี้ Lii *et al.* (1996) ได้ทำการศึกษาในแป้งข้าวเหนียว ที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ พบว่ามีกำลังการพองตัวสูงกว่าแป้งข้าว Indica และการที่เม็ดแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง มีผลทำให้โครงสร้างของเม็ดแป้งเป็นร่างแห และมีความแข็งแรงมากขึ้น การพองตัวจึงต่ำ

ค่า A_w พบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณความชื้น คือ แป้งที่ผ่านการโม่เปียกจะมีความชื้นหลงเหลืออยู่มากกว่าโม่ผสมเนื่องจากผ่านกระบวนการผลิตแตกต่างกัน โดยแป้งทั้ง 2 ชนิดที่ผ่านการโม่เปียก มีค่าเท่ากับ 0.321-0.332 ส่วนวิธีการโม่ผสม มีค่าเท่ากับ 0.314-0.318

ตารางที่ 4.3 ผลทางเคมีของแป้งข้าวเหลืองประทิว 123 (LPRF123) และแป้งข้าวหอมมะลิ 105 (TJRF105) ที่มีการไม่แตกต่างกัน

ค่าทางเคมี (ร้อยละ)	LPRF123		TJRF105	
	ไม่เปียก	ไม่ผสม	ไม่เปียก	ไม่ผสม
ความชื้น	9.47 ^a ±0.07	9.17 ^c ±0.06	9.37 ^b ±0.03	9.30 ^b ±0.02
โปรตีน	9.98 ^c ±0.06	10.91 ^a ±0.10	8.60 ^c ±0.06	10.12 ^b ±0.05
ไขมัน ^{ns}	0.23±0.01	0.27±0.01	0.21±0.01	0.30±0.01
เส้นใย	0.53 ^d ±0.05	0.95 ^a ±0.03	0.63 ^c ±0.06	0.78 ^b ±0.01
เถ้า	0.39 ^b ±0.01	0.42 ^a ±0.01	0.38 ^c ±0.01	0.40 ^b ±0.01
คาร์โบไฮเดรต ^{ns}	79.8±0.55	77.28±1.87	78.41±0.71	78.21±1.75
อะไมโลส	28.86 ^a ±0.02	28.82 ^a ±0.06	16.86 ^c ±0.12	17.33 ^b ±0.15

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันตามแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

: LPRF123: Leuang pratew 123 rice flour

: TJRF105: Thai jasmine 105 rice flour

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแป้ง LPRF123 และ TJRF105 ที่มีกระบวนการผลิตแตกต่างกัน ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า มีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลส โดยมีรายละเอียดดังนี้

ปริมาณความชื้น พบว่าชนิดแป้งและกระบวนการผลิตที่ต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยแป้งที่ผ่านการไม่เปียกจะมีแนวโน้มของปริมาณความชื้นสูงกว่าการไม่ผสม เนื่องจากในกระบวนการไม่เปียกจะมีการแช่ข้าวก่อนนำไปโม่พร้อมกับน้ำอีกครั้ง ส่วนการไม่ผสมจะผ่านการแช่ข้าว อบ และบดเป็นผง จะเห็นได้ว่าความชื้นของแป้งที่ไม่ผสมจะมีความชื้นต่ำกว่า เนื่องจากข้าวที่ได้ก่อนนำไปบดจะมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า จึงทำให้ใช้ระยะเวลาในการโม่ยาวนานกว่า มีผลทำให้เกิดความร้อนในระหว่างโม่ น้ำที่อยู่ในเมล็ดข้าวจึงระเหยออกไปสูงกว่าข้าวที่ผ่านการไม่เปียก สอดคล้องกับงานวิจัยของ สวนิต อิชยาวณิษฐ์ และคณะ (2547) อ้างถึง Chen *et al.* (1999) พบว่าความชื้นของแป้งข้าวเหนียวจะลดลงตามจำนวนรอบของการโม่แห้งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณความชื้นของแป้งเหล่านี้จะไม่มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้ง (Young *et al.*, 1995) โดยปกติความชื้นของแป้งจะไม่เกินร้อยละ 14 ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของ LPRF123 และ TJRF105 โม่แห้ง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.51 และ 7.43 ตามลำดับ

ปริมาณโปรตีน จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของ LPRF123 และ TJRF105 ไม่แห้ง พบว่ามีปริมาณโปรตีน คิดเป็นร้อยละ 13.83 และ 11.29 ตามลำดับ และเมื่อผ่านการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า TJRF105 และ LPRF123 โม่เปียก จะมีปริมาณโปรตีนต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 8.60 ± 0.06 และ 9.98 ± 0.06 ตามลำดับ ส่วนวิธีการโม่ผสมจะทำให้ปริมาณโปรตีนของ LPRF123 และ TJRF105 คิดเป็นร้อยละ 10.91 ± 0.10 และ 10.12 ± 0.05 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโม่เปียก และโม่ผสมมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง โดยปกติแบ่งข้าวจะมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 7-8 (กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2543)

ปริมาณไขมัน จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของ LPRF123 และ TJRF105 ไม่แห้ง พบว่ามีปริมาณโปรตีน คิดเป็นร้อยละ 0.75 และ 0.36 ตามลำดับ และเมื่อผ่านการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.21-0.30 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโม่เปียกและโม่ผสม มีผลทำให้ปริมาณไขมันลดลงไม่แตกต่างกันสอดคล้องกับ Yu *et al.* (2012) พบว่าแบ่งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง และอะไมโลสต่ำ มีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

ปริมาณเส้นใย จากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยของ LPRF123 และ TJRF105 ไม่แห้ง พบว่ามีปริมาณเส้นใย คิดเป็นร้อยละ 1.15 และ 1.33 ตามลำดับ และเมื่อผ่านการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า LPRF123 โม่เปียก มีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.53 ± 0.05 รองลงมาคือ TJRF105 โม่เปียก คิดเป็นร้อยละ 0.95 ± 0.03 ส่วนการโม่ผสมมีผลทำให้ปริมาณเส้นใยเหลือมากกว่าการโม่เปียก แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโม่เปียกและโม่ผสม มีผลทำให้ปริมาณเส้นใยลดลง

ปริมาณเถ้า จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของ LPRF123 และ TJRF105 ไม่แห้ง พบว่ามีปริมาณเถ้า คิดเป็นร้อยละ 0.45 และ 0.41 ตามลำดับ และเมื่อผ่านการโม่ที่แตกต่างกัน พบว่า TJRF105 โม่เปียก มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.38 ± 0.01 รองลงมาคือ LPRF123 โม่เปียกและ TJRF105 โม่ผสม ซึ่งทั้งสองสิ่งทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คิดเป็นร้อยละ 0.39 ± 0.01 และ 0.40 ± 0.01 ตามลำดับ ส่วน LPRF123 ที่ผ่านการโม่ผสม มีค่าปริมาณเถ้าหลงเหลือสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.42 ± 0.01 เนื่องจากแบ่งดังกล่าวมีปริมาณเถ้าเริ่มต้นสูงอยู่แล้ว จึงทำให้กระบวนการโม่ผสมทำให้มีปริมาณเถ้าเหลือสูงสุด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตโม่เปียกและโม่ผสม มีผลทำให้ปริมาณเถ้าลดลง

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด พบว่าชนิดข้าวและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ไม่มีมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยข้าวที่นำมาทำการทดลองจะเป็นแบ่งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ (TJRF105) และปริมาณอะไมโลสสูง (LPRF123) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yu *et al.* (2012) ศึกษาปริมาณคาร์โบไฮเดรตในแบ่งและสตาร์ชระหว่างข้าวปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกัน ได้แก่ พันธุ์ข้าว 4 สายพันธุ์ ได้แก่ Waxy rice มีปริมาณอะไมโลสต่ำมาก Mali rice มีปริมาณอะไมโลสต่ำ Daohuaxiang rice มีปริมาณอะไมโลสปานกลาง และ Simiao rice มีปริมาณอะไมโลสสูง พบว่าปริมาณอะไมโลสที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกัน ซึ่งในข้าวสารจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 76.70-78.40 (งามชื่น คงเสรี, 2541) เมื่อเปรียบเทียบกับสตาร์ชข้าว พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต และปริมาณอะไมโลสมีค่าสูงกว่าแบ่งฟลาว์ (Lu *et al.*, 2009) เนื่องจากโปรตีนและไขมันถูกกำจัดไปบางส่วน

ปริมาณอะไมโลส พบว่า LPRF123 ที่ผ่านการไม่เปียกและไม่ผสม มีปริมาณอะไมโลสสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.86 ± 0.02 และ 28.82 ± 0.06 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างจาก TJRF105 ไม่เปียกและไม่ผสม คิดเป็นร้อยละ 16.86 ± 0.12 และ 17.33 ± 0.15 สอดคล้องกับงานวิจัยของรุจิราปริษา (2550) และไชยรัตน์ เพ็ชรชลาณวัฒน์ และคณะ (2548) พบว่าแป้งข้าวหอมมะลิมีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 16-17 และวิชัย หิรัญยูปกรณ์ และคณะ (2543) ศึกษาชนิดข้าว 8 สายพันธุ์ พบว่าข้าวหอมมะลิ 105 มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 12.4 ซึ่งมีปริมาณอะไมโลสต่ำที่สุดใน 8 สายพันธุ์ และข้าวเหลืองประทิว 123 มีปริมาณอะไมโลส เท่ากับร้อยละ 27.6

รุ่งทิพา วันสุขศรี และคณะ (2548) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติโครงสร้าง สมบัติทางเคมีฟิสิกส์และลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลสตาร์ชที่สกัดจากข้าวไทย จำนวน 16 สายพันธุ์ โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสและโครงสร้างอะไมโลเพกทิน พบว่าข้าวหอมมะลิ 105 จัดอยู่ในกลุ่มอะไมโลสสูงและข้าวเหลืองประทิว 105 จัดอยู่ในกลุ่มข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง ดังนั้นผลการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลสจึงสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

จะเห็นได้ว่าวิธีไม่แห้งจะทำให้มีองค์ประกอบทางเคมี (ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า) หลงเหลือมากกว่าการไม่ผสมและไม่เปียก (Chen *et al.*, 1999) จากการทดลองพบว่า การไม่ผสมจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงกว่าการไม่เปียก โดยจะไปลดความชื้นหนืดและขัดขวางการเกิดเจลของแป้ง มีผลทำให้ LPRF123 ไม่ผสมมีความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ต่ำที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดค่าความหนืดของแป้งข้าวด้วยเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA)

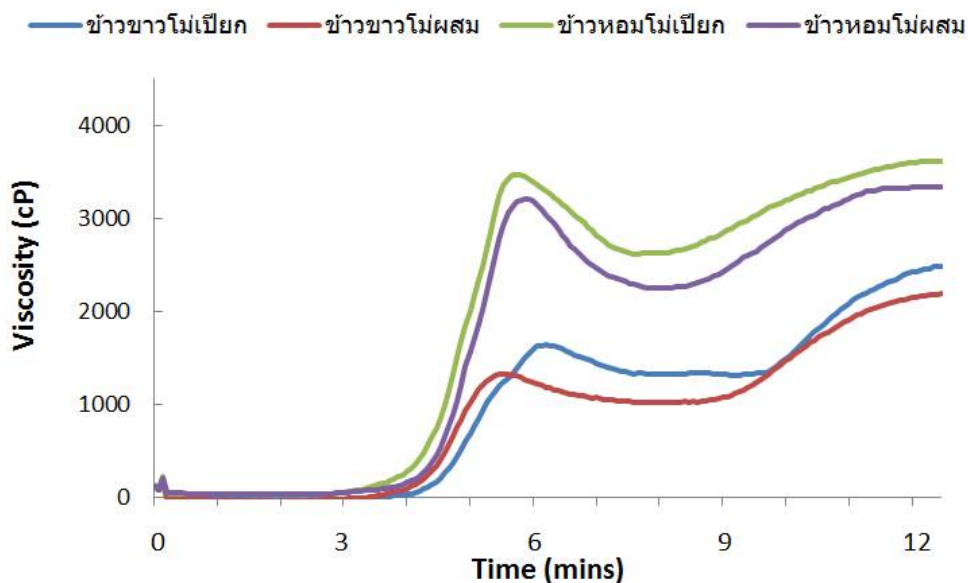
ค่าการวิเคราะห์	LPRF123		TJRF105	
	ไม่เปียก	ไม่ผสม	ไม่เปียก	ไม่ผสม
Peak viscosity (RVU)	$1625^c \pm 18.45$	$1358^d \pm 27.50$	$3488^a \pm 17.52$	$3255^b \pm 18.03$
Trough (RVU)	$1301^c \pm 14.00$	$1040^d \pm 22.34$	$2620^a \pm 8.00$	$2246^b \pm 16.50$
Breakdown (RVU)	$324^c \pm 5.13$	$318^c \pm 5.67$	$868^b \pm 9.54$	$1015^a \pm 7.00$
Final viscosity (RVU)	$2481^c \pm 44.50$	$2229^d \pm 29.28$	$3619^a \pm 12.58$	$3346^b \pm 30.92$
Setback (RVU)	$1180^a \pm 6.81$	$1189^a \pm 9.54$	$999^c \pm 5.86$	$1100^b \pm 5.59$
Peak time (นาที)	$6.29^a \pm 0.03$	$5.64^d \pm 0.02$	$5.86^c \pm 0.02$	$6.10^b \pm 0.02$
Pasting temp (°C)	$89.07^a \pm 0.02$	$84.74^b \pm 0.04$	$76.90^d \pm 0.05$	$82.83^c \pm 0.19$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันตามแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: LPRF123: Leuang pratw 123 rice flour

: TJRF105: Thai jasmine 105 rice flour



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าความหนืด (Apparent viscosity) ของแป้งข้าวและวิธีการโมที่แตกต่างกันด้วยเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA)

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2 แสดงค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ความคงทนต่อการกวน (Trough) ช่วงความหนืดลดลง (Break down) ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) ความหนืดกลับคืน (Setback) เวลาความหนืดสูงสุด (Peak time) และอุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืด (Pasting temperature) ดังนี้

ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) พบว่า TJRF105 มีความหนืดสูงสุดมากกว่า LPRF123 (Yu *et al.*, 2012; รุ่งทิวา วันสุขศรี, 2548) โดยแป้งที่ผลิตจาก TJRF105 โมเปียกจะให้ความหนืดสูงสุดเท่ากับ 3488 ± 17.52 RVU รองลงมาคือ TJRF105 โมผสม เท่ากับ 3255 ± 18.03 RVU ส่วน LPRF123 โมเปียก เท่ากับ 1625 ± 18.45 RVU และวิธีการโมผสมมีความหนืดสูงสุดต่ำที่สุด เท่ากับ 1358 ± 27.50 RVU แสดงให้เห็นว่าแป้งที่ปริมาณอะไมโลสต่ำ มีค่าความหนืดสูงสุดสูงที่สุด ซึ่ง TJRF105 มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 6-18 ส่วน LPRF123 มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 28-29 แสดงดังตารางที่ 4.3 ซึ่งข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่างกันมีผลต่อความหนืดสูงสุดสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย หิรัญยูปกรณ์ และคณะ (2543) ทำการศึกษาข้าว 8 สายพันธุ์ พบว่า แป้งจากข้าวหอมมะลิมีปริมาณอะไมโลสต่ำที่สุดและมีความหนืดของการพองตัวสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแป้งข้าว 8 สายพันธุ์ นอกจากนี้ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่คงเหลือหลังจากการโมที่แตกต่างกัน มีผลต่อค่าความหนืดสูงสุด จึงทำให้วิธีการโมเปียกมีค่าความหนืดสูงสุดสูงกว่าวิธีการโมผสมในแป้งทั้ง 2 ชนิด

ความหนืดต่ำสุด (Trough) บ่งบอกถึงค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งที่เกิดจากการให้ความร้อนและแรงกวนที่ใช้ในการผสม พบว่าแป้งที่ผลิตจาก TJRF105 มีความหนืดต่ำสุดสูงกว่า LPRF123 โดย TJRF105 ทั้งการโมเปียกมีค่าความหนืดต่ำสุดสูงที่สุด เท่ากับ 2620 ± 8.00 RVU รองลงมาคือ วิธีการโมผสม เท่ากับ 2246 ± 16.50 RVU ตามลำดับ ส่วน LPRF123 ไม่มีการเปียกและไม่ผสม เท่ากับ 1301 ± 14.00 และ 1040 ± 22.34 RVU ตามลำดับ

ความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (Break down) แสดงถึงค่าของการแตกตัวสูงที่สุด พบว่า TJRF105 มีค่าการแตกตัวสูงที่สุดสูงกว่า LPRF123 โดย TJRF105 ไม่เปียกและไม่ผสม เท่ากับ 868 ± 9.54 และ 1015 ± 7.00 RVU ตามลำดับ ส่วน LPRF123 ไม่เปียกไม่ผสม มีค่าเท่ากับ 324.33 ± 5.13 และ 318.67 ± 5.67 RVU ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรทิพย์ ดวงวรรณะ และมาศอุบล ทองงาม (2559) ได้ทำการศึกษาข้าว 3 สายพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน พบว่าสมบัติด้านความหนืดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณอะไมโลส โดยแบ่งข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะมีค่าการแตกตัว (Break down) ต่ำ

ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) เกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อทำการลดอุณหภูมิลงทำให้โมเลกุลของแป้งเกิดการจัดเรียงตัวอีกครั้ง ถ้ามีความชื้นมากจะเกิดการรวมตัวเป็นเจล ทำให้ความหนืดสุดท้ายเพิ่มขึ้น คำนี้นี้ใช้ในการอธิบายลักษณะความหนืดหรือเจลที่เกิดขึ้นหลังการให้ความร้อนและทำให้เย็น (หนูเดือน สาระบุตร, 2552) พบว่าแป้งที่ผลิตจาก TJRF105 ทั้งไม่เปียกและไม่ผสมมีค่าความหนืดสุดท้ายสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 3619 ± 12.58 และ 3346 ± 30.92 RVU ตามลำดับ ส่วน LPRF123 ทั้งการไม่เปียกและไม่ผสม มีค่าเท่ากับ 2481 ± 44.50 และ 2229 ± 29.28 RVU ตามลำดับ

ความหนืดกลับคืน (Setback) แสดงถึงค่าการเกิด Retrogradation ของแป้งที่เย็นตัวลง พบว่า LPRF123 ไม่เปียกและไม่ผสม จะให้ความหนืดกลับคืนสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เท่ากับ 1180-1189 RVU รองลงมา คือ TJRF105 ไม่ผสม มีค่าเท่ากับ 1100 ± 5.59 RVU และวิธีการไม่เปียกมีความหนืดกลับคืนต่ำที่สุด เท่ากับ 999 ± 5.86 RVU แสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ จะมีค่า Setback ต่ำ แสดงถึงการเกิด Retrogradation ต่ำ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลส (Varavinit *et al.*, 2003; Lu *et al.*, 2009) และแป้งข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีค่า Retrogradation สูงตามไปด้วย (Yu *et al.*, 2009)

จะเห็นได้ว่าค่า Setback และ Retrogradation จะแปรตามกับปริมาณอะไมโลส สอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย หิรัญยูปกรณ์ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาร่วม 8 สายพันธุ์ พบว่าแป้งจากข้าวหอมมะลิมีปริมาณอะไมโลสต่ำที่สุดจะมีความหนืดเมื่อเย็นตัวลงต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับแป้งข้าว 8 สายพันธุ์

เวลาที่ความหนืดสูงสุด (Peak time) พบว่าแป้งที่ผลิตจาก LPRF123 ไม่เปียกและไม่ผสม ใช้เวลาที่ความหนืดสูงที่สุด เท่ากับ 6.29 ± 0.03 และ 5.64 ± 0.02 นาที ส่วน TJRF105 ไม่เปียกและไม่ผสม ใช้เวลาเท่ากับ 5.86 ± 0.02 และ 6.10 ± 0.02 นาที ตามลำดับ

อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืด (Pasting temperature) พบว่า TJRF105 ไม่เปียกจะมีอุณหภูมิในการเกิดความหนืดต่ำที่สุด เท่ากับ 76.90 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ TJRF105 ไม่ผสม เท่ากับ 82.83 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า LPRF123 (ปริมาณอะไมโลสสูง) มีค่า Pasting temperature สูงกว่า TJRF105 เท่ากับ 84.74-89.07 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ Yu *et al.* (2012); ศันสนีย์ อุดมระติ และคณะ (2546); รุ่งทิพา วันสุขศรี และคณะ (2548) พบว่าข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีค่า Pasting temperature สูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสที่ต่ำ อาจเป็นผลมาจากแป้งข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูง มีโอกาสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับไขมัน ทำให้โมเลกุลอะไมโลสมีลักษณะเป็นเกลียวม้วน มีผลทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลในตัวในเซชันจึงสูงกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ

จากการวัดความหนืดของแป้งข้าวและวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน จะพิจารณาเลือก TJRF105 เนื่องจากมีค่าความหนืดสูงที่สุดสูงกว่า LPRF123 เมื่อปล่อยให้เย็นจะมีค่า Retrogradation ต่ำกว่า LPRF123 และเมื่อพิจารณาวิธีการโม่ที่แตกต่างกัน พิจารณาเลือกวิธีการโม่ผสม ถึงแม้ว่าจะมีค่าความหนืดสูงที่สุด (Peak viscosity) เท่ากับ 3255 ± 18.03 RVU รองจากวิธีการโม่เปียกที่มีค่าเท่ากับ 3488 ± 17.52 RVU แต่วิธีการโม่ผสมจะใช้น้ำในกระบวนการผลิตน้อยกว่าการโม่เปียกจึงสามารถลดต้นทุนในการผลิตและลดเกิดการสูญเสียผลผลิตแป้งบางส่วนไปกับน้ำที่ใช้ในระหว่างกระบวนการน้ำในส่วนนี้เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของน้ำ (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2541) อีกทั้งการโม่เปียกยังมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก ทำให้การผลิตล่าช้า โดยผู้วิจัยจึงเลือก TJRF105 โม่ผสม เพื่อศึกษาปริมาณการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ต่อไป

ผลของปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิ 105 (TJRF105) ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้

นำ TJRF105 โม่ผสม มาทำการเตรียมเป็นเจลแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 เพื่อทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ โดยแปรระดับแตกต่างกัน ได้แก่ ที่ร้อยละ 20, 40, 60, 80 และ 100 เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม จากนั้นตรวจคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่ทดแทน TJRF105 โม่ผสม ในปริมาณแตกต่างกัน

ปริมาณ แป้งข้าว (ร้อยละ)	ค่าสี			ความหนืด (เซนติพอยส์)
	L*	a*	b*	
0	$65.49^a \pm 0.21$	$0.84^a \pm 0.09$	$9.85^a \pm 0.28$	$2718^a \pm 57.69$
20	$58.12^b \pm 0.21$	$0.57^b \pm 0.08$	$8.60^b \pm 0.10$	$2636^b \pm 72.95$
40	$52.07^c \pm 0.26$	$0.33^c \pm 0.05$	$7.97^c \pm 0.15$	$2463^c \pm 67.36$
60	$47.18^c \pm 0.13$	$-0.73^d \pm 0.15$	$7.57^d \pm 0.06$	$2317^d \pm 81.84$
80	$44.67^d \pm 0.15$	$-0.87^d \pm 0.12$	$6.47^d \pm 0.06$	$2280^e \pm 62.41$
100	$43.13^e \pm 0.21$	$-1.13^e \pm 0.12$	$5.67^e \pm 0.12$	$2201^f \pm 66.53$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b และ f ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

: L* = (ความสว่าง), a* = ค่าสีแดง(+) จนถึงสีเขียว(-), b* = ค่าสีเหลือง(+) จนถึงสีน้ำเงิน(-)

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่า L^* (ความสว่าง) a^* ค่าสีแดง-สีเขียว b^* ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน และค่าความหนืด (เซนติพอยส์) พบว่า

ค่า L^* (ความสว่าง) พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มี TJRF105 ไม่ผสมทดแทนไขมันในปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าความสว่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 โดยที่ร้อยละ 0 มีค่า L^* สูงสุด เท่ากับ 65.49 ± 0.21 และมีค่า L^* ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้ง ตามลำดับ โดยเติมเจลแบ่งลงไปในผลิตกัณฑ์ ซึ่งเกิดจากเม็ดแป้งได้รับความร้อน เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและจะพองตัวสูงสุดเรียกว่า เจลาตินในเซชัน ผลิตกัณฑ์จะมีลักษณะข้นหนืดขึ้นและเมื่อปล่อยให้ผลิตกัณฑ์เย็นตัวจะเกิดการคืนตัวของเม็ดแป้ง เรียกว่า รีโทรกราเดชัน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อปล่อยให้มีความหนืดต่ำลง โมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันและจับตัวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่โดยเปลี่ยนจากลักษณะการกระจายตัวของโมเลกุลมาเป็นส่วนที่เป็น Crystallite ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นต่ำ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเหล่านี้จะทำให้เกิดลักษณะตะกอนขุ่นขาว น้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นสูง จำนวนโมเลกุลที่การจัดเรียงตัวใหม่มีมากและระหว่างเคลื่อนที่เข้ามาจับกันจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น (มาโนชญ์ สุธีรพัฒนานนท์, 2558) แสดงให้เห็นว่าเจลแบ่งที่เติมลงไปจะเป็นแป้งที่เย็นตัวแล้วจะมีลักษณะทึบแสง มีผลทำให้ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้มีค่า L^* ลดลง

ค่า a^* พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มี TJRF105 ไม่ผสมทดแทนไขมันในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่า a^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 โดยที่ร้อยละ 0 มีค่า a^* สูงที่สุด เท่ากับ 0.84 ± 0.09 และค่า a^* จะลดลง เมื่อปริมาณแป้งเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ (ร้อยละ 100 เท่ากับ -1.13 ± 0.12)

ค่า b^* พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มี TJRF105 ไม่ผสมทดแทนไขมันในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลทำให้ค่า b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 โดยที่ร้อยละ 0 มีค่า b^* สูงที่สุด เท่ากับ 9.85 ± 0.28 และค่า b^* จะลดลง เมื่อปริมาณแป้งเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งสูงขึ้นตามลำดับ มีผลทำให้ค่า $L^*a^*b^*$ มีค่าลดลงตามลำดับ ซึ่งผลิตกัณฑ์ที่ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม คือ ตัวอย่างที่ไม่มีการเติมแป้ง) จะมีลักษณะปรากฏมันวาวของน้ำมัน มีสีขาวออกเหลืองจากสีของน้ำมันพืชซึ่งมีแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุและสีของน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ส่วนผลิตกัณฑ์ที่มีการเติมแป้งข้าวในปริมาณเพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนปริมาณน้ำมัน มีผลทำให้ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้มีลักษณะปรากฏที่ไม่มันวาว ทึบแสงและสีของผลิตกัณฑ์มีสีขาวเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันลดลง อีกทั้งปริมาณแป้งข้าวเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

ความหนืด (เซนติพอยส์) พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มี TJRF105 ไม่ผสมทดแทนไขมันในปริมาณที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าความหนืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.5 โดยที่ร้อยละ 0 มีค่าความหนืดสูงที่สุดเท่ากับ $2,718 \pm 57.69$ และมีค่าความหนืดลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้ง เนื่องจากเมื่อลดปริมาณน้ำมัน ปริมาณแป้งจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งจะมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันในผลิตกัณฑ์น้ำสลัด โดยเม็ดไขมันและเม็ดแป้งจะกระจายตัวปนกันและแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดไขมัน น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีเม็ดไขมันขนาดเล็กและมีปริมาณมาก กระจายตัวสม่ำเสมอ ทำให้น้ำสลัดที่ได้มีความหนืดมาก แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณน้ำมันลดลง มีผลทำให้ความ

หนืดลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากน้ำมันมีผลต่อความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์น้ำสลัด ความสามารถในการอิมัลซิไฟเออร์ในไขมันหรือน้ำมัน เช่น ในน้ำสลัดจะเป็นการกีดขวางการรวมตัวกันของหยดน้ำมันจากเม็ดแป้งที่พองตัว แต่แป้งก็จะไปช่วยคุณสมบัติด้านความหนืดและอุ้มน้ำ เพื่อไม่ให้น้ำสลัดเกิดการแยกชั้น

จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ จะมีความหนืดเริ่มต้นต่ำกว่าน้ำสลัดชั้น จากงานวิจัยของ วรางคณา สงวนพงษ์ และคณะ (2545) น้ำสลัดไขมันเต็ม มีค่าความหนืด 27,745.00 เซนติพอยส์ เนื่องจากน้ำสลัดไขมันเต็มจะมีส่วนผสม คือ ไข่แดง ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ดี แต่ในน้ำสลัดเต้าหู้ จะมีส่วนผสมของเต้าหู้ถั่วเหลืองเป็นหลักและไม่มีส่วนผสมของไข่แดง ซึ่งเต้าหู้ถั่วเหลืองทำจาก ถั่วเหลืองแห้ง จากการรายงานของกองโภชนาการ กรมอนามัย (2535) พบว่าถั่วเหลืองแห้งมีปริมาณ เลซิทีน 2.11 มิลลิกรัม แต่เมื่อนำมาผลิตเป็นเต้าหู้ถั่วเหลือง เลซิทีนส่วนนี้จะลดลง ซึ่งสูญเสียไปจาก กระบวนการผลิต อีกทั้งในตำรับที่คัดเลือกไม่มีส่วนผสมของมัสตาร์ดซึ่งมัสตาร์ดยังทำหน้าที่เป็น อิมัลซิไฟเออร์เช่นเดียวกัน ดังนั้นน้ำสลัดเต้าหู้จึงมีค่าความหนืดน้อยกว่าน้ำสลัดชนิดชั้นตามท้องตลาด ทั่วไป

ตารางที่ 4.6 ผลทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่ทดแทน TJRF105 โม้ผสม ในปริมาณแตกต่างกัน

TJRF105 (ร้อยละ)	ค่าทางเคมี						
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย ^{ns}	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	ค่า pH
0	38.55 ^f ±0.45	6.26 ^d ± 0.07	15.28 ^f ±0.15	1.37±0.12	1.16 ^e ±0.02	37.37 ^a ±0.34	3.33 ^f ±0.01
20	52.97 ^e ±0.78	6.38 ^c ± 0.02	12.33 ^e ±0.12	1.38±0.23	1.37 ^d ±0.02	25.57 ^b ±0.72	3.40 ^e ±0.01
40	55.64 ^d ±0.36	6.47 ^b ± 0.02	9.24 ^d ± 0.10	1.41±0.15	1.44 ^c ±0.01	25.79 ^b ±0.30	3.42 ^d ±0.01
60	59.13 ^c ±0.45	6.50 ^{ab} ±0.02	6.74 ^c ± 0.17	1.40±0.12	1.42 ^c ±0.01	24.81 ^{bc} ±0.50	3.44 ^c ±0.01
80	63.43 ^b ±0.84	6.53 ^{ab} ±0.03	2.85 ^b ± 0.23	1.38±0.03	1.46 ^b ±0.01	24.35 ^{cd} ±0.78	3.47 ^b ±0.01
100	66.72 ^a ±0.57	6.56 ^a ± 0.01	0.32 ^a ± 0.03	1.41±0.15	1.64 ^a ±0.01	23.36 ^d ± 0.61	3.48 ^a ±0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b,... และ f ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ปริมาณความชื้น พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนไขมันด้วย TJRF105 โมผสม มีผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มี TJRF105 ร้อยละ 100 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.72 ± 0.57 และปริมาณความชื้นจะลดลง เมื่อปริมาณ TJRF105 ลดลง เนื่องจากเจลแบ่งที่ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ เตรียมจากการที่นำแป้งละลายในน้ำและเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำจนถึงอุณหภูมิที่แป้งเกิดเจลเรียกว่า เจลาติไนเซชัน ซึ่งเม็ดแป้งเกิดการพองตัวและอุ้มน้ำ ดังนั้นเมื่อทำการทดแทนไขมันด้วยเจลแบ่งจึงเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำส่วนหนึ่ง น้ำส่วนนี้จึงมีผลต่อความชื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งตามลำดับ

เมื่อเพิ่มปริมาณเจลแบ่ง TJRF105 โมผสม สูงขึ้นจากร้อยละ 0-100 พบว่าปริมาณโปรตีนและปริมาณเถ้า สูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากแบ่งจะมีส่วนประกอบของโปรตีน และเถ้า ร้อยละ 10.12 และ 0.40 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 แต่มีผลทำให้ปริมาณไขมันลดลงตามลำดับ โดยที่ร้อยละ 0 มีปริมาณไขมันร้อยละ 15.28 ± 0.15 และเมื่อทดแทนเจลแบ่งร้อยละ 100 พบว่ามีปริมาณไขมันลดลงเป็นร้อยละ 0.32 ± 0.03 เนื่องจากเมื่อทำการเพิ่มปริมาณแบ่งลงในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ ปริมาณน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนผสมจะลดลงตามลำดับเช่นเดียวกันและปริมาณเส้นใย พบว่าทุกสิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งลงในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ ส่งผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณเจลแบ่งลงในผลิตภัณฑ์ มีผลต่อปริมาณความชื้นสูงขึ้นจากร้อยละ 38.55 ± 0.45 เป็น 66.72 ± 0.57 เนื่องจากเจลแบ่งเกิดจากการพองตัวและอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้างของเม็ดแป้ง อีกทั้งพบว่าปริมาณเจลแบ่งที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า pH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.33-3.48 เนื่องจากแบ่งข้าวเจ้ามี pH เท่ากับ 6.27 (หนูเดือน สาระบุตร, 2552) จึงทำให้น้ำสลัดเต้าหู้มีค่า pH สูงขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทน TJRF105 ในปริมาณแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 60	ร้อยละ 80	ร้อยละ 100
ลักษณะปรากฏ	$7.86^a \pm 0.67$	$7.68^a \pm 0.68$	$7.62^a \pm 0.73$	$7.58^{ab} \pm 0.72$	$7.28^{bc} \pm 0.78$	$7.04^c \pm 0.83$
สี	7.74 ± 0.63	7.70 ± 0.65	7.70 ± 0.72	7.62 ± 0.64	7.52 ± 0.68	7.44 ± 0.84
กลิ่น	$7.34^{ab} \pm 0.69$	$7.52^a \pm 0.94$	$7.24^{ab} \pm 0.76$	$7.14^b \pm 1.03$	$6.62^c \pm 0.73$	$6.28^d \pm 1.01$
รสชาติ	$7.54^a \pm 0.73$	$7.44^a \pm 0.64$	$7.38^{ab} \pm 0.61$	$7.02^b \pm 0.76$	$6.38^c \pm 1.15$	$5.50^d \pm 0.89$
ความข้นหนืด	$7.76^a \pm 0.74$	$7.68^{ab} \pm 0.68$	$7.62^{ab} \pm 0.73$	$7.40^{bc} \pm 0.76$	$7.26^c \pm 0.83$	$7.12^c \pm 1.12$
ความเรียบเนียน	$7.48^a \pm 0.65$	$7.42^a \pm 0.70$	$7.28^{ab} \pm 0.54$	$7.10^b \pm 0.84$	$7.00^b \pm 0.95$	$6.24^c \pm 0.63$
ความชอบโดยรวม	$7.50^a \pm 0.71$	$7.42^{ab} \pm 0.70$	$7.38^{ab} \pm 0.66$	$7.18^b \pm 0.66$	$6.86^c \pm 0.73$	$6.06^d \pm 0.71$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการทดแทนเจลแบ่งข้าวหอมมะลิในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่ร้อยละ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 โดยประเมินทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวมโดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนและหาค่าแตกต่างทางสถิติ เพื่อคัดเลือกปริมาณที่เหมาะสมที่ผู้ทดสอบชิมยอมรับสูงที่สุด พบว่า

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนระหว่าง 7.58-7.86 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมากถึงมากที่สุดและที่ร้อยละ 80 มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับที่ร้อยละ 60 มีค่าคะแนนเท่ากับ 7.28 ± 0.78 และที่ร้อยละ 100 มีค่าคะแนนต่ำที่สุด เท่ากับ 7.04 ± 0.83 คะแนน อยู่ในระดับความชอบปานกลาง แสดงให้เห็นว่าการทดแทนปริมาณเจลแบ่งที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากปริมาณแบ่งเมื่อเพิ่มมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ไม่เรียบเนียน มีฟองอากาศเล็กน้อยและมีลักษณะไม่มันเงา เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันลดลง

ด้านสี พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยมีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.44-7.74 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมาก แสดงให้เห็นว่าการทดแทนปริมาณแบ่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่สามารถบอกความแตกต่างได้

ด้านกลิ่น พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่นแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยที่ร้อยละ 20 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) กับที่ร้อยละ 0 และ 40 มีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.24-7.52 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมาก และค่าคะแนนความชอบจะลดลงเมื่อทดแทนแบ่งข้าวเพิ่มขึ้น เนื่องจากในตัวของแบ่งข้าวจะมีกลิ่นของข้าวหอมประกอปกกับน้ำสลัดที่ทำการศึกษาคือเป็นน้ำสลัดเต้าหู้ จึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณแบ่งข้าว มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์กลิ่นหอมฉุนมากขึ้น

ด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยที่ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.22-7.50 คะแนน อยู่ในระดับความปานกลางถึงชอบมาก รองลงมาคือ ที่ร้อยละ 80 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.42 ± 1.16 คะแนน อยู่ในระดับชอบปานกลาง และที่ร้อยละ 100 มีค่าคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด เท่ากับ 5.56 ± 0.64 คะแนน อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

แสดงให้เห็นว่าการทดแทนปริมาณเจลแบ่งข้าวที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากปริมาณเจลแบ่งที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติของแบ่งชัดเจนขึ้นประกอปกกับกลิ่นเต้าหู้ฉ่ำเหลืองที่มีกลิ่นฉ่ำ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อัตราส่วนดังกล่าวผู้บริโภคมีการยอมรับลดลง

ด้านความชื้นหนืด พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านความชื้นหนืดแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยที่ร้อยละ 0, 20 และ 40 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.62-7.76 คะแนน และที่ร้อยละ 100 มีค่าคะแนนต่ำที่สุด เท่ากับ 7.12 ± 1.12 คะแนน แสดงให้เห็นว่าเมื่อทดแทนเจลแบ่งข้าวที่สูงขึ้นมีผลทำให้ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดมีความเป็นอิมัลชันน้อยลง โดยน้ำสลัดเต้าหู้ที่ไม่มีการทดแทนแบ่งข้าวมีค่าความหนืด เท่ากับ 2718 ± 57.69 เซนติพอยส์

ด้านความเรียบเนียน พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านความเรียบเนียนแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยที่ร้อยละ 0, 20 และ 40 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 7.28-7.48 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมากและที่ร้อยละ 60 และ 80 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) เท่ากับ 7.10 ± 0.84 และ 7.00 ± 0.95 คะแนน และที่ร้อยละ 100 มีค่าคะแนนต่ำที่สุด เท่ากับ 6.24 ± 0.63 คะแนน อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย

แสดงให้เห็นว่าการทดแทนปริมาณเจลแบ่งข้าวเพิ่มขึ้นมีผลต่อการยอมรับคุณลักษณะทางด้านความชื้นหนืดและความเรียบเนียนของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากปริมาณแบ่งที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตกัณฑ์มีความเป็นอิมัลชันน้อยลง มีผลทำให้ความหนืดและความเรียบเนียนลดลง นอกจากนี้ลักษณะของน้ำสลัดจะเริ่มมีฟองอากาศ เมื่อสัมผัสไม่เรียบเนียน มันวาว

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตกัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวแตกต่างกัน มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านความชอบโดยรวมแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.7 โดยการทดแทนปริมาณแบ่งข้าวที่ร้อยละ 0, 20 และ 40 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.38-7.50 คะแนน อยู่ในระดับความชอบมาก รองลงมาคือ ร้อยละ 60, 80 และ 100 ตามลำดับ มีค่าคะแนนเท่ากับ 7.18 ± 0.66 , 6.86 ± 0.73 และ 6.06 ± 0.71 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการทดแทนเจลแบ่งข้าวที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบชิมลดลง โดยพิจารณาเลือกการทดแทนเจลแบ่ง TJRF105 ที่ร้อยละ 40 เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ

การวิเคราะห์คุณภาพ		ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ
ด้านกายภาพ	ค่า L*	51.87±0.28
	ค่า a*	0.35±0.07
	ค่า b*	7.56±0.15
	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	2435±86.53
ด้านเคมี	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.38±0.01
	โปรตีน (ร้อยละ)	6.28±0.03
	ไขมัน (ร้อยละ)	9.16±0.05
	เส้นใย (ร้อยละ)	1.41±0.10
	เถ้า (ร้อยละ)	1.47±0.03
	ความชื้น (ร้อยละ)	55.56±0.34
	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	26.12±0.50
	ค่าความหนืด (ร้อยละ)	26.12±0.50
ด้านจุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม
	ยีสต์และรา (CFU/g)	น้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม
	สแตปิโลคอคคัส ออเรียส	ไม่พบ
	เอสเชอริเชีย โคไล (MPN/g)	ไม่พบ

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำสลัด (2547) กำหนดมาตรฐานของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สแตปิโลคอคคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม และเอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งงานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่ทดแทนด้วยเจลแบ่งที่ร้อยละ 40 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา สแตปิโลคอคคัส ออเรียส และเอสเชอริเชีย โคไล แสดงดังตารางที่ 4.8 ไม่เกินมาตรฐาน ถือว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีความความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานทั้งหมด

ตารางที่ 4.9 ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการและพลังงานทั้งหมด (100 กรัม)

คุณค่าทางโภชนาการ และพลังงานทั้งหมด	น้ำสลัดดำรับพื้นฐาน	น้ำสลัดดำหู้พลังงานต่ำ
พลังงาน (Energy)	391.40 กิโลแคลอรี	297.40 กิโลแคลอรี
น้ำ (Water)	43.00 กรัม	43.90 กรัม
โปรตีน (Protein)	1.70 กรัม	2.20 กรัม
ไขมัน (Fat)	35.70 กรัม	21.90 กรัม
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	18.10 กรัม	24.40 กรัม
ใยอาหาร (Dietary fiber)	0.10 กรัม	0.30 กรัม
วิตามินเอ (Vit.A)	-	-
แคโรทีน (Carotene)	-	-
วิตามินอี (Vit.E)	-	-
วิตามินบีหนึ่ง (Vit.B1)	-	-
วิตามินบีสอง (Vit.B2)	-	-
วิตามินบีหก (Vit.B6)	-	-
วิตามินซี (Vit.C)	-	-
โซเดียม (Sodium)	407.10 มิลลิกรัม	407.40 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม (Potassium)	80.70 มิลลิกรัม	86.70 มิลลิกรัม
แคลเซียม (Calcium)	13.50 มิลลิกรัม	15.30 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม (Magnesium)	-	-
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	33.00 มิลลิกรัม	43.50 มิลลิกรัม
เหล็ก (Iron)	0.60 มิลลิกรัม	0.80 มิลลิกรัม
สังกะสี (Zinc)	0.20 มิลลิกรัม	0.20 มิลลิกรัม

จากตารางที่ 4.9 แสดงคุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์น้ำสลัดดำหู้ดำรับพื้นฐานกับน้ำสลัดดำหู้พลังงานต่ำ พบว่า เมื่อทำการทดแทนเจลแป้งข้าวหอมมะลิที่ร้อยละ 40 สามารถลดพลังงานจาก 391.4 เป็น 297.4 กิโลแคลอรี และปริมาณไขมันลดลงจาก 35.7 เป็น 21.9 กรัม แสดงให้เห็นว่าการทดแทนเจลของแป้งข้าวสามารถลดพลังงานและปริมาณไขมันได้ในระดับหนึ่ง และผลิตภัณฑ์น้ำสลัดดำหู้พลังงานต่ำจะมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัสและธาตุเหล็ก สูงกว่าน้ำสลัดดำหู้ดำรับพื้นฐาน เนื่องจากสารอาหารเหล่านี้มีอยู่ในแป้งข้าว เมื่อนำมาทดแทนน้ำมันจึงทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดดำหู้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ผลการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ

นำผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำที่ได้รับการยอมรับสูงสุด มาทดสอบชิมจากผู้บริโภค 100 คน โดยทดสอบชิมเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่รับประทานดั้งเดิมกับตำรับพลังงานต่ำ ข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มผู้บริโภค ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคต่อการใช้แป้งข้าวหอมทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 4.10-4.11

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มผู้บริโภค

หัวข้อ	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	55	55
	หญิง	45	45
ช่วงอายุ	15 – 25 ปี	48	48
	26 – 36 ปี	15	15
	37 – 47 ปี	28	28
	48 – 60 ปี	9	9
ศาสนา	พุทธ	90	90
	คริสต์	10	10
	อิสลาม	-	-
	อื่นๆ	-	-
สถานะภาพ	โสด	55	55
	สมรส	45	45
	หย่า	-	-
	หม้าย	-	-
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษา	8	8
	ปริญญาตรี	66	66
	ประกาศนียบัตร	-	-
	ปริญญาโทหรือสูงกว่า	26	26

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของกลุ่มผู้บริโภค (ต่อ)

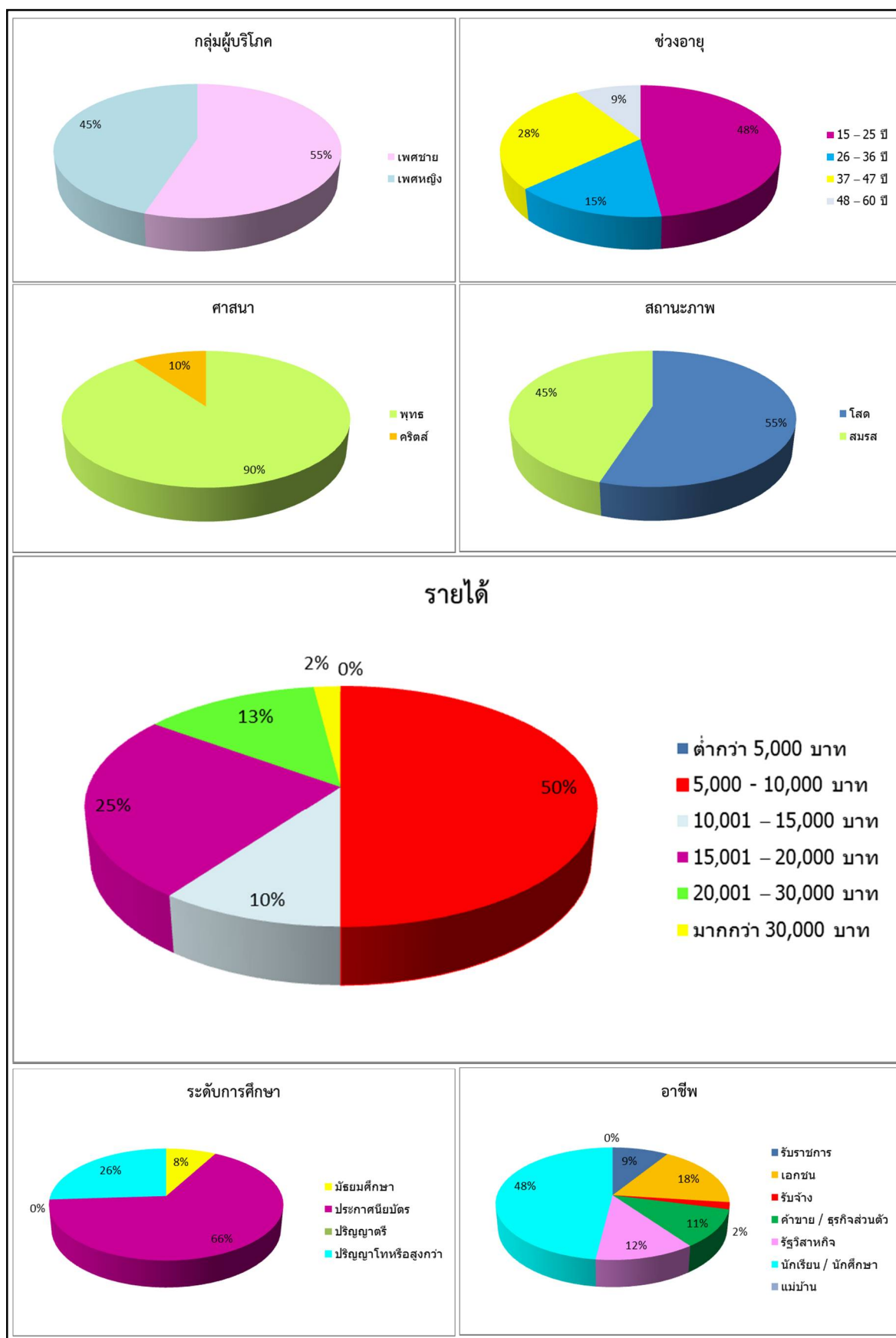
หัวข้อ	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
อาชีพ	รับราชการ	22	22
	เอกชน	58	58
	รับจ้าง	12	12
	แม่บ้าน	8	8
รายได้	ต่ำกว่า 5,000 บาท	-	-
	5,000 - 10,000 บาท	50	50
	10,001 - 15,000 บาท	10	10
	15,001 - 20,000 บาท	25	25
	20,001 - 30,000 บาท	13	13
	มากกว่า 30,000 บาท	2	2

กลุ่มผู้บริโภคเป็นเพศชายและเพศหญิง รวมทั้งหมดจำนวน 100 คน เพศชายจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 55 หญิงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 45

กลุ่มผู้บริโภคมีอายุระหว่าง 15-20 ปี จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 48 อายุระหว่าง 26-36 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 15 อายุระหว่าง 37-47 ปี จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 28 และอายุระหว่าง 48-60 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 9 นับถือศาสนาพุทธ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ศาสนาคริสต์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10

กลุ่มสถานภาพโสด จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 55 สมรส จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 45 การศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 66 การศึกษาระดับปริญญาโทหรือสูงกว่าจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 26 และระดับมัธยมศึกษา จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8 อาชีพทำงานเอกชน จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 58 อาชีพรับราชการ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 22 อาชีพรับจ้าง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 12 อาชีพค้าขาย จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8

กลุ่มรายได้ 5,000-10,000 บาท จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รายได้ 10,001-15,000 บาท จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 10 รายได้ 15,001-20,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 25 รายได้ 20,001-30,000 บาท จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 13 และมากกว่า 30,000 บาท จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคต่อการใช้แป้งข้าวทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ

ลักษณะข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ท่านรู้จักน้ำสลัดเต้าหู้หรือไม่		
รู้จัก	71	71
ไม่รู้จัก	29	29
หมายเหตุ : ถ้าไม่รู้จัก ข้ามไปข้อ 4		
2. ถ้าท่านรู้จัก ท่านเคยรับประทานน้ำสลัดเต้าหู้หรือไม่		
เคย	43	60.56
ไม่เคย	28	39.44
หมายเหตุ : ถ้าไม่เคย ข้ามไปข้อ 4		
3. ท่านรับประทานสลัดกับน้ำสลัดเต้าหู้มีความถี่แค่ไหน		
สัปดาห์ละครั้ง	6	13.95
2-3 ครั้งต่อเดือน	21	48.84
เดือนละครั้ง	10	23.26
อื่นๆ	6	13.95
4. ถ้าท่านไม่รู้จัก และไม่เคยรับประทาน ท่านจะทดลองรับประทานน้ำสลัดเต้าหู้หรือไม่		
ทดลอง	57	100
ไม่ทดลอง	-	-
หมายเหตุ : ถ้าไม่ทดลอง ให้หยุดทำแบบสอบถาม		
5. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้		
เห็นด้วย	99	99
ไม่เห็นด้วย	1	1
6. ถ้ามีผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำวางจำหน่าย ท่านจะเลือกซื้อหรือไม่		
ซื้อ	99	99
ไม่ซื้อ	1	1
หมายเหตุ : ถ้าไม่ซื้อ ให้หยุดทำแบบสอบถาม		
7. เหตุใดที่ทำให้ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ		
รสชาติแปลกใหม่	12	12.12
ลดปริมาณแคลอรีและพลังงานในการบริโภคเพื่อควบคุมน้ำหนัก	55	55.56
ลดปริมาณแคลอรีและพลังงานในการบริโภคเพื่อป้องกันการเกิดโรค	15	15.15
มีคุณค่าทางโภชนาการ	17	17.17
อื่นๆ		

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคต่อการใช้แป้งข้าวหอมทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ (ต่อ)

ลักษณะข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
8. ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ควรเป็นแบบใด		
ขวดแก้ว	44	44.44
ขวดพลาสติก	5	5.05
ถุงหรือซองพลาสติก	12	12.12
กระปุกพลาสติก	8	8.08
กระปุกแก้ว	30	30.30
อื่นๆ	-	-
9. ท่านต้องการปริมาณการบรรจุของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำต่อหน่วยเท่าไร		
200 มิลลิลิตร	67	67.68
250 มิลลิลิตร	27	27.27
300 มิลลิลิตร	5	5.05
350 มิลลิลิตร	-	-
อื่นๆ	-	-
10. ท่านต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ในราคาเท่าไร ต่อ 1 หน่วยที่ท่านเลือกข้อ 9.		
60 บาท	88	88.89
80 บาท	8	8.08
100 บาท	3	3.03
120 บาท	-	-
อื่นๆ	-	-
11. ท่านคิดว่าถ้ามีผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยแป้งข้าวหอมมะลิผลิตจำหน่ายจริง ท่านต้องการเลือกซื้อรับประทานจากที่ใด		
ห้างสรรพสินค้า	66	66.67
ร้านสะดวกซื้อ	27	27.27
ตลาดสด	6	6.06
อื่นๆ	-	-

จากตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลการเก็บข้อมูลของผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภค รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ คิดเป็นร้อยละ 71 ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ คิดเป็นร้อยละ 29 กลุ่มที่รู้จักเคยรับประทาน ร้อยละ 43 มีความถี่ไม่การรับประทาน 2-3 ครั้งต่อเดือนสูงสุด คิดเป็น

ร้อยละ 21 ไม่เคยรับประทาน คิดเป็นร้อยละ 28 ส่วนกลุ่มที่ไม่รู้จักและไม่เคยรับประทาน ยังต้องการทดลองรับประทานน้ำสลัดเต้าหู้ คิดเป็นร้อยละ 100

กลุ่มผู้บริโภคเห็นด้วยกับการที่จะใช้แบ่งข้าวทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้ คิดเป็นร้อยละ 99 และไม่เห็นด้วย คิดเป็นร้อยละ 1 และถ้ามีวางจำหน่ายผู้บริโภคจะซื้อ คิดเป็นร้อยละ 99 และไม่ซื้อ คิดเป็นร้อยละ 1 การที่เลือกซื้อจะมีเหตุผลหลายประการดังนี้ รสชาติแปลกใหม่ คิดเป็นร้อยละ 12 ลดปริมาณแคลอรีและพลังงานในการบริโภคเพื่อควบคุมน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ 55 ลดปริมาณแคลอรีและพลังงานในการบริโภคเพื่อป้องกันการเกิดโรค คิดเป็นร้อยละ 15 มีคุณค่าทางโภชนาการ คิดเป็นร้อยละ 17

กลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ คือ แบบขวดแก้วทรงสูง คิดเป็นร้อยละ 44.44 ขนาดบรรจุปริมาณ 200 กรัม คิดเป็นร้อยละ 67.68 ราคา 60 บาท เป็นร้อยละ 88.89 โดยมีการวางจำหน่ายที่ห้างสรรพสินค้า คิดเป็นร้อยละ 66.67

ตารางที่ 4.12 ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ

คุณลักษณะ ^{ns}	ค่าเฉลี่ยการทดสอบ	
	ตำรับพื้นฐาน	ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ
ลักษณะปรากฏ	7.47±0.63	7.38±0.78
สี	7.33±0.74	7.29±0.86
กลิ่น	7.38±0.71	7.41±0.77
รสชาติ	7.38±0.62	7.33±0.65
ความข้นหนืด	7.26±0.65	7.29±0.72
ความเรียบเนียน	7.40±0.64	7.36±0.63
ความชอบโดยรวม	7.41±0.59	7.33±0.64

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.12 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด ความเรียบเนียน และความชอบโดยรวม จากผู้บริโภค 100 คน โดยเปรียบเทียบตำรับพื้นฐานกับตำรับที่มีการทดแทนเจลแบ่งข้าวหอมมะลิที่ร้อยละ 40 พบว่าทุกคุณลักษณะผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตำรับพื้นฐาน