

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

องค์ประกอบทางเคมีของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

เมื่อนำเนื้อจากผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีให้ผล
ดังตาราง 10

ตาราง 10 องค์ประกอบทางเคมีของแก้วมังกรเนื้อแดง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	86.82±0.54
โปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	1.21±0.07
ไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	0.12±0.01
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	8.74±0.12
ใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	2.35±0.15
เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	0.76±0.04
ฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100กรัมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง)	43.19±2.55
เบต้าไซยานิน (มิลลิกรัม/100กรัมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง)	13.1±0.68
ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	48.13±0.60
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัมเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง)	41

จากตาราง 10 แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงมีปริมาณใยอาหารสูงกว่า(2.35กรัม/100กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว (2.14กรัม/100กรัม), ทูเรียน(1.87กรัม/100กรัม), ฝรั่ง (2.70กรัม/100กรัม), ลองกอง(0.19กรัม/100กรัม), มะม่วง(0.86กรัม/100กรัม) และสับปะรด (0.92กรัม/100กรัม) (Nitithan, Komindr, and Nichachotsalid, 2004) สำหรับปริมาณฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้น Mahatanatawee, et al. (2003) พบว่าแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงมีปริมาณฟีนอลทั้งหมดสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแอปเปิ้ล ลิ้นจี่ แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว มะม่วงสุก มะม่วงดิบ ละครุด ฝรั่ง ลองกองและมะละกอดิบตามลำดับ และแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงมีฤทธิ์ในการ

ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าลิ้นจี่ แก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว มะม่วงสุก ละครุด ฝรั่ง ลองกอง และมะละกอ ดิบตามลำดับ นอกจากนี้แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงยังมีสารเบต้าไซยานินซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Wu, et al., 2006)

ผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงและผลไม้ที่อยู่ในสายพันธุ์ *Opuntia* จะพบรงควัตถุหลักคือ เบต้าไซยานินโดยชนิดของเบต้าไซยานินที่พบในผลแก้วมังกรได้แก่ betanin, sobetanin, phyllocactin, hylocerenin, isophyllocactin และ isohylocerenin การสกัดผลไม้ในสายพันธุ์ *Opuntia* ด้วยน้ำจะได้ปริมาณเบต้าไซยานินสูงกว่าการสกัดด้วยเอทานอลและซีเตรทฟอสเฟต บัฟเฟอร์ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.5 ทั้งนี้ *O. stricta* จะมีปริมาณเบต้าไซยานินสูงที่สุดคือ 80.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเนื้อผลไม้ (Castellar, et al., 2003) ซึ่งมีค่าสูงกว่าแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ที่ใช้ในการศึกษานี้ จากการศึกษาของ Wu, et al. (2006) ได้หาปริมาณเบต้าไซยานินในแก้วมังกร เนื้อแดง มีค่าเท่ากับ 10.3 ± 0.22 มิลลิกรัม/100 กรัมเนื้อแก้วมังกรแดง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษานี้ที่มีค่าเท่ากับ 13.1 มิลลิกรัม/100 กรัมเนื้อแก้วมังกรแดง

การวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วย DPPH assay นั้นถูกใช้อย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบความสามารถของสารประกอบที่เป็นอนุมูลอิสระหรือ hydrogen donors เพื่อหาฤทธิ์ ในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งทำให้เกิดสารที่ไม่เป็นพิษและยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิปิด โดย $\text{DPPH radical} + \text{RH} \longrightarrow \text{DPPH} + \text{R radical}$ (ประสาร สวัสดิ์ซัง, 2550) จากการทดลองของ Li, et al. (2006) ในการหาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโปรตีนจากถั่วเขียว มีค่า ร้อยละ 85.82 ซึ่งมีค่าสูงกว่าแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงซึ่งมีค่า ร้อยละ 48.13 ± 0.6

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ สุกัญญา ขันติมงคล และอรสา สุริยาพันธ์ (2550) เกี่ยวกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอแช่ดำนพบว่าสารสกัดจากเมล็ด มะละกอแช่ดำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 84.70) สูงกว่าแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (ร้อยละ 48.13 ± 0.6) และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำอ้อยความเข้มข้น ร้อยละ 1 พบว่ามีค่า ร้อยละ 10-13 ซึ่งแปรไปตามพันธุ์อ้อย แต่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลทั้งหมด (Kadam, et al., 2007) โดยมีค่าฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าในแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง และจากการศึกษาของ Samarth, et al. (2007) พบว่าฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของพืชต่าง ๆ ได้แก่ ต้นเสฉุน ผักขม ผักกาดขาวปลี ฝรั่งแห้ง สาหร่ายเกลียวทอง มีค่าเท่ากับร้อยละ 92.9 ± 1.86 , 75.8 ± 1.62 , 91.7 ± 1.55 , 93.9 ± 1.68 และ 68.7 ± 0.41 ตามลำดับ จะเห็นว่าพืชเหล่านี้มี ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสารสกัดจากเนื้อแก้วมังกรแดงในการศึกษานี้

การศึกษาปริมาณเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่เหมาะสมในไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

1. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรที่เหมาะสม

เมื่อนำไอศกรีมที่มีส่วนผสมของเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ 10, 20 และ 30 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ผลดังตาราง 11



จากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานที่มีแก้วมังกรเนื้อแดงเป็นส่วนผสมร้อยละ 10, 20 และ 30 พบว่าคะแนนความชอบความเรียบเนียนของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรร้อยละ 10 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากปริมาณไขมันมีผลต่อความเรียบเนียนของไอศกรีม ถ้าปริมาณไขมันสูง ขนาดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีมจะลดลงจึงทำให้ไอศกรีมมีความเรียบเนียนสูงขึ้น (Marshall and Arbuckle, 1996) ดังนั้น ไอศกรีมที่มีเนื้อแก้วมังกรร้อยละ 30 จะมีสัดส่วนของไขมันในไอศกรีมต่ำกว่าสูตรที่ใช้เนื้อแก้วมังกรร้อยละ 10 และ 20 จึงทำให้มีความเรียบเนียนน้อยกว่า คะแนนความชอบสีของไอศกรีมแก้วมังกรสูตรร้อยละ 10 มีคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรร้อยละ 20 และ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าผู้ทดสอบชิมไม่ชอบเล็กน้อยในไอศกรีมสีชมพูอ่อน แต่ชอบปานกลางในไอศกรีมสีชมพูค่อนข้างเข้ม คะแนนความชอบกลิ่นรสไอศกรีมแก้วมังกรสูตรร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรร้อยละ 10 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อแก้วมังกรทำให้ปริมาณไขมันในสูตรลดลงระยะเวลาในการรับรู้กลิ่นรสก็จะลดลงเช่นกัน เพราะสารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่จะละลายในไขมัน คะแนนความชอบความมัน ความเหนียวหนืด และการละลายในปาก ของสูตรร้อยละ 10, 20 และ 30 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบรวมสูตร ร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสูตรร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรร้อยละ 10 และ 30 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน สี กลิ่นรส และความชอบรวมแล้ว ไอศกรีมที่ใส่เนื้อแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 20 มีความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวดีที่สุด จึงเลือกใช้ไอศกรีมสูตรดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

การใช้ผลไม้ที่หั่นเป็นชิ้นใหญ่หรือทำเป็นผลไม้บด จะทำให้การกระจายของเนื้อผลไม้ดี ให้ลักษณะทั่วไปที่ดี มีเนื้อสัมผัส รสชาติ เป็นที่ต้องการ ผลไม้ที่ใช้ในสูตรไอศกรีมทั่วไป มีปริมาณไขมันแปรไม่แน่นอน เช่น แอปเปิ้ล, แอปปริคอต และลูกพีชใช้ร้อยละ 20-25, กล้วยร้อยละ 18-20, เบอร์รี่และบลูเบอร์รี่ร้อยละ 20, เชอร์รี่และสตรอเบอร์รี่ร้อยละ 15-20, สลัดผลไม้ร้อยละ 15, องุ่นและลูกพลัมร้อยละ 25, สับปะรดร้อยละ 12-15, ราสเบอร์รี่ร้อยละ 10-12 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสูตรแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้ในการศึกษานี้คือร้อยละ 10, 20 และ 30 (Marshall and Arbuckle, 1996)

ความสามารถในการรับความรู้สึกเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับผู้บริโภคไอศกรีม ผู้บริโภคไม่ชอบไอศกรีมที่ต้องเคี้ยวแต่ชอบไอศกรีมที่มีความนุ่มเนียนเมื่อสัมผัสกับเพดานปาก ความเย็นของไอศกรีมเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคโดยเฉพาะในฤดูร้อน (Marshall and Arbuckle, 1996)

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ต่อไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานที่มีแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเป็นส่วนผสม ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

ปัจจัยที่ทดสอบทาง ประสาทสัมผัส	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของไอศกรีมสูตร		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
ความเรียบเนียน	0.003*	0.453*	0.021*
สี	0.199*	0.308*	0.043*
กลิ่นรส	0.167*	0.297*	0.051*
ความมัน	0.027*	0.202*	0.020*
ความเหนียวหนืด	0.124*	0.318*	0.265*
การละลาย	0.024*	0.116*	0.134*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตาราง 12 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม พบว่าสัมประสิทธิ์เพียร์สันระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานที่มีแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเป็นส่วนผสมร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่าเป็นบวก สามารถสรุปได้ว่า คะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน

สี กลิ่นรส ความมัน ความเหนียวหนืด และการละลาย มีผลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแก้ว
มังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. สมบัติทางเคมี-กายภาพของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐาน

เมื่อนำไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรพื้นฐานที่เติมเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ

10, 20 และ 30 ไปศึกษาสมบัติทางเคมี-กายภาพให้ผลดังตาราง 13



ตาราง 13 สมบัติทางเคมี-กายภาพของไอศกรีมแก้มังกรพันธุ์เนื้อแดงที่มีการเติมเนื้อแก้มังกรพันธุ์เนื้อแดงปริมาณต่าง ๆ

ไอศกรีม เติมแก้มังกรเนื้อแดง (ร้อยละ)	ความเป็น กรด-ด่าง	ความหนืด** (Cp)	โอเวอร์รัน (ร้อยละ)	อัตรา การละลาย (ร้อยละ/นาที)	ค่าสี	
					L*	a* b*
10	6.14±0.01 ^a	416±1.08 ^c	56.28±1.83 ^a	1.15±0.01 ^a	51.44±0.49 ^a	29.89±0.28 ^c 7.89±0.08 ^a
20	6.00±0.01 ^b	528±0.81 ^b	42.62±2.44 ^b	0.85±0.01 ^b	43.32±0.83 ^b	35.25±0.63 ^b 3.68±0.30 ^b
30	5.83±0.01 ^c	647±0.75 ^a	35.15±2.44 ^c	0.48±0.01 ^c	40.47±0.82 ^c	39.6±0.28 ^a 1.63±0.14 ^c

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

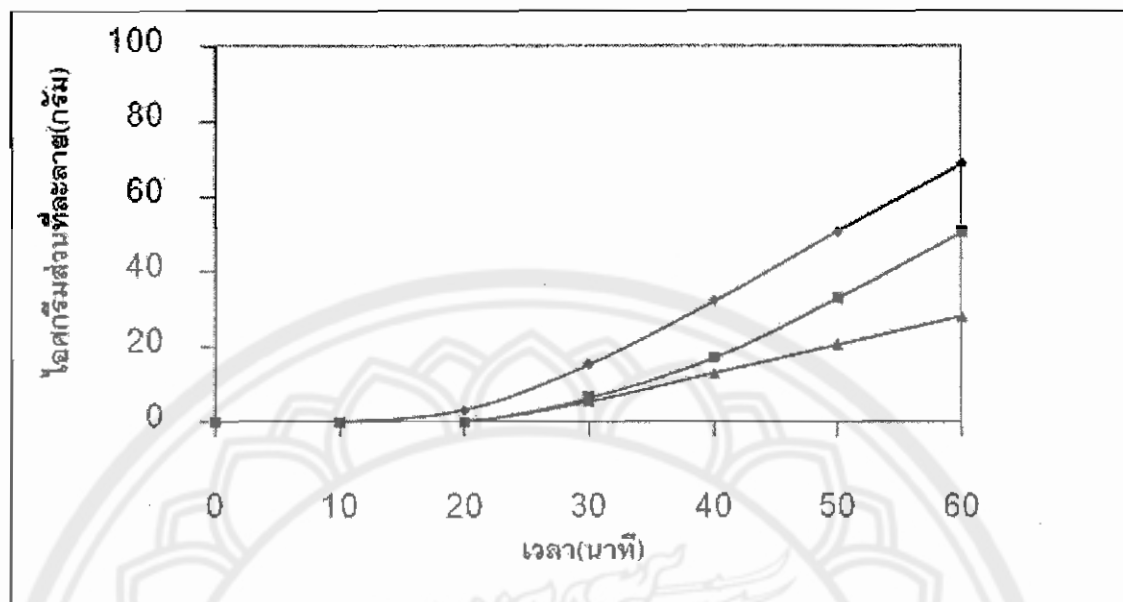
** ความเร็วรอบ 12 rpm, อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ Spindle เบอร์ 3

จากตาราง 13 ค่าความเป็นกรด-ด่างของไศศกริมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) พบว่าเมื่อปริมาณเนื้อแก้วมังกรในไศศกริมเพิ่มขึ้น จะทำให้ของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Marshall and Arbuckle, 1996) โดยไศศกริมแก้วมังกรสูตรร้อยละ 10, 20 และ 30 มีปริมาณของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันเท่ากับ 11.65, 11.78 และ 11.89 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันที่เหมาะสมในการผลิตไศศกริมอยู่ในช่วงร้อยละ 8-15 (วรรณาดังเจริญชัย และวิบูลศักดิ์ กาวิละ, 2531)

จากตาราง 13 ค่าความหนืดของไศศกริมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ร้อยละของเนื้อแก้วมังกรในไศศกริมเพิ่มขึ้นค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อแก้วมังกรที่เพิ่มขึ้นทำให้ของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันในไศศกริมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ไศศกริมมีการจับตัวแน่นหรือมีความหนืดมากขึ้น (Marshall and Arbuckle, 1996)

จากตาราง 13 ค่าโอเวอร์รันของไศศกริมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยร้อยละของเนื้อแก้วมังกรในไศศกริมเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าโอเวอร์รันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากความหนืดของส่วนผสมไศศกริมมีผลต่อค่าโอเวอร์รันของไศศกริม เมื่อความหนืดของไศศกริมสูงขึ้น ปริมาณของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันเพิ่มขึ้นตามปริมาณเนื้อแก้วมังกรแดงที่ใส่ลงไปทำให้การตีปั่นอากาศเข้าไปในโครงสร้างไศศกริมลดลงส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันของไศศกริมลดลง (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ปิยนุสรณ์ น้อยดวง และสรินญา กิตติเจริญญาณ์ (2550) ที่ศึกษาการผลิตไศศกริมรสใบเตย โดยใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว และแปรปริมาณ 3 ระดับ คือร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 โดยน้ำหนัก/น้ำหนัก พบว่าเมื่อปริมาณของผงเมือกจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นไศศกริมจะมีความหนืดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และทำให้โอเวอร์รันและอัตราการละลายลดลง

จากตาราง 13 ค่าอัตราการละลายของไศศกริมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรควบคุมร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งแสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 อัตราการละลายของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรควบคุมที่เติมเนื้อแก้วมังกรแดงร้อยละ 10 (◆) ร้อยละ 20 (■) ร้อยละ 30 (▲)

จากภาพ 3 เมื่อปริมาณเนื้อแก้วมังกรในไอศกรีมเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการละลายน้อยลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณแก้วมังกรที่เพิ่มขึ้นทำให้ของแข็งในนมไม่รวมไขมันมากขึ้น ความหนืดจึงเพิ่มขึ้นและอัตราการละลายช้าลง (Marshall and Arbuckle, 1996)

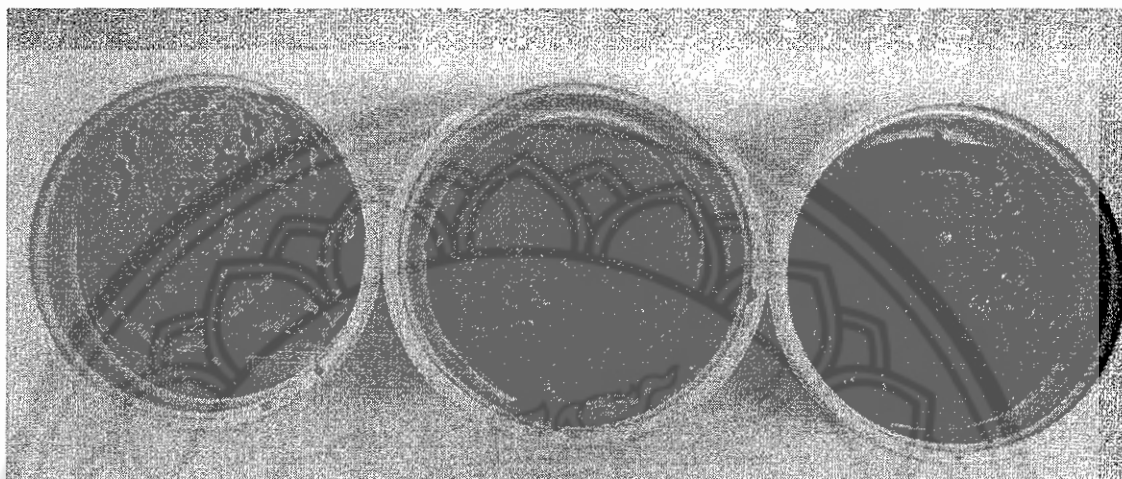
จากการวิเคราะห์หีสของไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 10, 20 และ 30 พบว่า ไอศกรีมมีค่าความสว่าง (L^*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 10 มีค่าความสว่างสูงที่สุด รองลงมาคือไอศกรีมสูตรร้อยละ 20 และ 30 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณแก้วมังกรที่มากขึ้นทำให้ความสว่างของไอศกรีมลดลง

โทนสีแดง (a^*) ของไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย ($P \leq 0.05$) ไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 30 มีค่าโทนสีแดงสูงที่สุด รองลงมาคือไอศกรีมสูตรร้อยละ 20 และ 10 เนื่องจากปริมาณเนื้อแก้วมังกรเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณเบต้าไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วงแดงเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้โทนสีแดงเพิ่มขึ้นด้วย จากการศึกษาของ Castellar, et al. (2003) ที่เก็บรักษา *O. stricta* ด้วยค่าความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ณ อุณหภูมิ 4 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าเบต้าไซยานินมีความเสถียรสูงสุดต่อการเก็บรักษาที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5 และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับผล

การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 30 ที่ให้โทนสีแดงสูงที่สุดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.83 ± 0.01 ส่วนความเสถียรของรงควัตถุเบต้าไซยานินต่อความร้อนที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 3-7 ณ อุณหภูมิ 50 และ 90 องศาเซลเซียส พบว่าสารสกัดมีความเสถียรที่ 50 องศาเซลเซียสมากกว่าที่ 90 องศาเซลเซียส และความเสถียรสูงสุดจะอยู่ที่ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4 และ 5 ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลของสารสกัดจากหัวบีทสีแดงที่มีความไวต่อความร้อนและมีความเสถียรที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5 (Von Elbe, Schwartz, and Hildenbrand, 1981)

โทนสีเหลือง (b^*) ของไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรเนื้อแดงร้อยละ 10 มีค่าโทนสีเหลืองสูงที่สุด รองลงมาคือไอศกรีมสูตรร้อยละ 20 และ 30 ตามลำดับ จะเห็นว่ปริมาณเนื้อแก้วมังกรเพิ่มขึ้นโทนสีเหลืองจะมีค่าลดลง ทศพร เกษมภักดี, ปิยพร เลิศธนะแสงธรรม และอรนาฏ พัฒนกุลพงศ์ (2547) ศึกษาสีของโยเกิร์ตที่เติมโยอาหารผงจากเปลือกแก้วมังกรในปริมาณต่างกัน เมื่อปริมาณแก้วมังกรผงที่เติมลงในโยเกิร์ตมีปริมาณเพิ่มขึ้น จะทำให้ความสว่างของโยเกิร์ตลดลง แต่มีโทนสีแดงที่เด่นชัดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาสีของการเติมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงลงในไอศกรีม แต่ในส่วนการศึกษาโยเกิร์ตโทนสีเหลืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงมีโทนสีเหลืองลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อแก้วมังกรอาจเนื่องมาจากมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และแหล่งที่มาของวัตถุดิบที่แตกต่างกันจึงทำให้โทนสีเหลืองมีความแตกต่างกัน นอกจากนั้นค่าโทนสีเหลือง (b^*) ที่ลดลง (เข้าใกล้ลบ) แสดงถึง ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำเงินมากขึ้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากทฤษฎีการผสมสีแล้ว สีแดงที่เพิ่มขึ้นผสมกับสีน้ำเงินที่มากขึ้นจะให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ออกโทนสีชมพูเข้มไปจนถึงสีม่วง ซึ่งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

ลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่เติมเนื้อแก้วมังกรร้อยละ 10, 20 และ 30 มีความแตกต่างกันดังภาพ 4



ก

ข

ค

ภาพ 4 ความแตกต่างของลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่เติมเนื้อแก้วมังกรร้อยละ 10 (ก), 20 (ข) และ 30 (ค)

3. สมบัติทางเคมีของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรที่ผ่านการคัดเลือกด้วยวิธีประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่เติมเนื้อแก้วมังกรแดงในสูตรร้อยละ 20 ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีให้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 สมบัติทางเคมีของไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่มีแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ 20

องค์ประกอบทางเคมี	ไอศกรีมสูตรพื้นฐาน ที่มีแก้วมังกร ร้อยละ 20	ไอศกรีม สูตรทั่วไป	เนื้อแก้วมังกร พันธุ์เนื้อแดง
ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	63.42±0.54	63.2	86.82±0.54
โปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	6.02±0.20	4.5	1.21±0.07
ไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	8.33±0.03	10.6	0.12±0.01
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	20.79±0.21	20.8	8.74±0.12
ใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	0.28±0.17	-	2.35±0.15
เถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	1.16±0.04	-	0.76±0.04
ฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100กรัมไอศกรีม)	8.84±0.50	-	43.19±2.55
เบต้าไซยานิน (มิลลิกรัม/100กรัมไอศกรีม)	2.68±0.05	-	13.1±0.68
ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	9.6±1.89	-	48.13±0.60
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	164.21	193	41

เมื่อเปรียบเทียบส่วนประกอบของไอศกรีมที่เติมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ 20 กับ ไอศกรีมทั่วไป (Marshall and Arbuckle, 1996) จะพบว่า ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง ร้อยละ 20 มีความชื้นและคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรทั่วไป ส่วนโปรตีนของไอศกรีม

แกวมังกรพันธุ์เนื้อแดง สูตรร้อยละ 20 มีปริมาณสูงกว่าสูตรทั่วไป แต่มีไขมันและค่าพลังงานน้อยกว่า ไอศกรีมทั่วไปมีส่วนประกอบที่เป็นของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมันสูงซึ่งเป็นโปรตีนนมร้อยละ 34-36 โดยมีกรดอะมิโนจำเป็นคือทริปโตเฟนและไลซีน ที่มีปริมาณสูงและมีความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนประกอบของโปรโตพลาสซึม ทั้งนี้บทบาทที่สำคัญของโปรตีนนมคือมีการย่อยและดูดซึมได้ดีกว่าโปรตีนชนิดอื่นประมาณร้อยละ 5-6 ปริมาณโปรตีนในไอศกรีมคำนวณได้จากค่าไนโตรเจนในอาหาร โดยทั่วไปมักพบว่ามีไนโตรเจนในไอศกรีมประมาณร้อยละ 16 คิดเป็นโปรตีนร้อยละ 6.25 แต่ปริมาณโปรตีนที่ยอมรับได้คือร้อยละ 6.35 (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับโปรตีนที่พบในไอศกรีมแกวมังกรพันธุ์เนื้อแดงคือร้อยละ 6.02

ส่วนประกอบไขมันในนม ส่วนประกอบหลักคือ ไตรกรีเซอไรด์ (กรดไขมัน) ประมาณร้อยละ 95.8 ไขมันเป็นตัวนำพากลิ่นรส ทำให้มีความลิ้นในปากและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของของหวานชนิดแข็ง ทั้งนี้ไอศกรีมแกวมังกรเนื้อแดงที่ได้มีไขมันร้อยละ 8.33 ± 0.03 ส่วนประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตในไอศกรีม ประกอบด้วย แป้ง เด็กซ์ทริน เซลลูโลสและน้ำตาล โดยผันแปรตามชนิดของวัตถุดิบ คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานและความร้อนให้แก่ร่างกาย มีน้ำตาลหลายชนิดถูกใช้ในการทำไอศกรีม โดยทั่วไปใช้ซูโครสหรือไดแซ็กคาไรด์ซึ่งมาจากอ้อยหรือหัวบีท และน้ำตาลในผลไม้ส่วนใหญ่จะเป็นซูโครส, ฟรุคโตส, กลูโคสและอินเวอร์ทซูการ์ แลคโตสเป็นน้ำตาลในนม เป็นไดแซ็กคาไรด์ซึ่งมีปริมาณมากกว่าหนึ่งในสามของ ของแข็งในนม ในไอศกรีมทั่วไปมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 20 (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยไอศกรีมแกวมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20.79 ± 0.21

จากตาราง 10 และ 14 ปริมาณฟีนอลทั้งหมด เบต้าไซยานินและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในไอศกรีมแกวมังกรเนื้อแดงร้อยละ 20 มีค่าน้อยกว่าผลแกวมังกรเนื้อแดงสด ประมาณ 5 เท่า การใช้เนื้อแกวมังกรพันธุ์เนื้อแดงร้อยละ 20 ในไอศกรีม หมายถึงการใช้เนื้อแกวมังกรแดง 1/5 ของ 100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับผลของปริมาณฟีนอลทั้งหมด ปริมาณเบต้าไซยานินและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในไอศกรีมมีเพียง 1/5 เท่าของที่พบในผลแกวมังกรพันธุ์เนื้อแดงสด แสดงว่ากระบวนการแปรรูปขั้นตอนในการเตรียมส่วนผสมไอศกรีมได้ทำลายสมบัติดังกล่าวไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนค่าพลังงานที่ได้จากไอศกรีมแกวมังกรเนื้อแดง (182.21 กิโลแคลอรี/100 กรัม) มีค่าต่ำกว่าไอศกรีมสูตรทั่วไป (193 กิโลแคลอรี/100 กรัม) (Marshall and Arbuckle, 1996)

3. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตในไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

3.1 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D

เมื่อนำไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาเติมสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ชนิด N-LITE D ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีม มาทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ผลดังตาราง 15



ตาราง 15 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมัทกรพันธุ์เนื้อแดงสุตรใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D

ไอศกรีมแก้วมัทกรเนื้อแดง						
ร้อยละ 20 ที่เติมสารทดแทนไขมัน						
N-LITE D (ร้อยละ)						
	ความเรียบเนียน	สี	กลิ่นรส	ความมัน	ความเหนียวหนืด	ความชอบรวม
1	6.80±1.49 ^b	7.34±1.21 ^{ns}	6.94±1.13 ^{ns}	7.18±1.25 ^a	6.58±1.46 ^{ns}	7.18±1.19 ^b
3	7.24±1.24 ^a	7.40±1.34	7.36±1.12	7.04±1.04 ^a	6.72±1.4	8.12±0.90 ^a
5	7.42±1.20 ^a	7.44±1.36	7.22±1.18	6.77±1.16 ^b	6.84±1.33	7.46±1.15 ^b

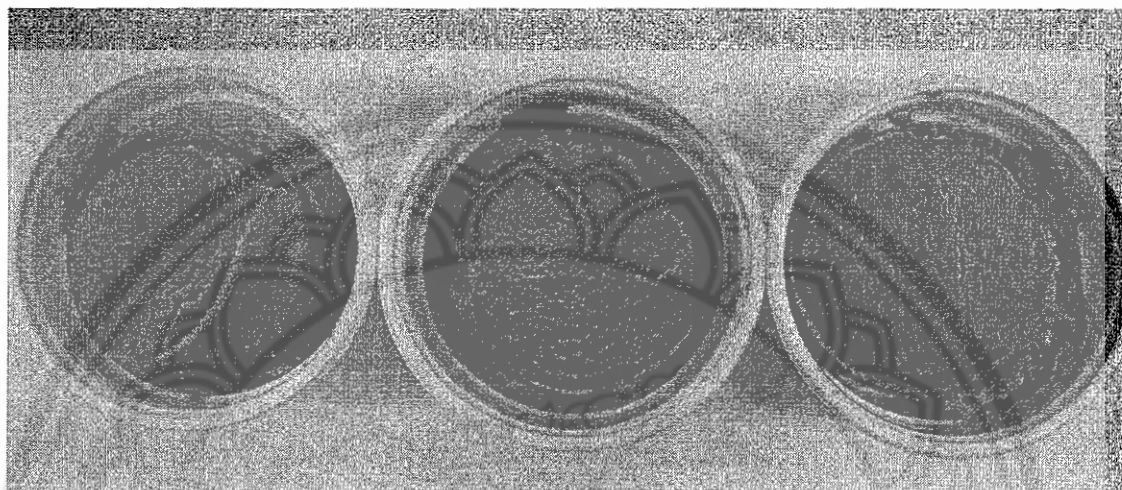
^{ns} ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 คือ ไม่ชอบมาก คะแนน 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย คะแนน 5 คือ ไม่รู้ดีกว่าชอบหรือไม่ชอบ คะแนน 6 คือ ชอบเล็กน้อย คะแนน 7 คือ ชอบปานกลาง คะแนน 8 คือ ชอบมาก คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด

จากตาราง 15 ผลประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าคะแนนความเรียบเนียน และการละลายในปากของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง สูตรใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรร้อยละ 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คะแนนความชอบสีกลิ่นรส ความเหนียวหนืด ของไอศกรีมสูตรร้อยละ 1, 3 และ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คะแนนความชอบความมันสูตรร้อยละ 1 และ 3 มีคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรร้อยละ 1 กับ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบรวมสูตรร้อยละ 3 มีคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรร้อยละ 1 กับ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากสมบัติของสารทดแทนไขมัน N-LITE D มีองค์ประกอบของ maltodextrin และเป็นสตาร์ชดัดแปร (modified starch) คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและกายภาพจากเดิมด้วยความร้อนและ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสมบัติทางเคมี และ/หรือทางกายภาพจากเดิมด้วยความร้อนและ/หรือเอนไซม์ และ/หรือ สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม โดยสมบัติของสารทดแทนไขมันชนิด N-LITE D มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของหวานแช่แข็งและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม จะช่วยให้ลักษณะที่เป็นครีมข้น มัน เหมือนไขมัน และเพิ่มความรู้สึกในปากโดยมีลักษณะเป็นวุ้นบาง ๆ เนื่องจากมีการแข็งตัวของเจล และยังเพิ่มสมบัติการละลายให้ดีขึ้นทำให้เป็นที่น่าพอใจของผู้บริโภค และไม่มีลักษณะขมหลังการรับประทาน (Adapa, et al., 2000) และการที่สารทดแทนไขมันให้ความรู้สึกในการรับประทานใกล้เคียงกับไขมันได้เนื่องมาจากปกติลิ้นของมนุษย์รับรู้รสชาติของอาหารที่มีรูปร่างและขนาดแน่นอนได้ในลักษณะที่เป็นอนุภาครวม ๆ มากกว่าเป็นอนุภาคเดี่ยว อนุภาคที่ขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตร ให้ความรู้สึกลิ้นไหลได้ ในขณะที่อนุภาคขนาดใหญ่กว่า 3.0 ไมโครเมตร ให้ความรู้สึกเป็นผงหรือเม็ดหยاب ส่วนอนุภาคที่มีขนาดระหว่าง 0.1-3.0 ไมโครเมตร ลิ้นจะรับรู้ได้ให้ความรู้สึกคล้ายครีม (Anne and Jewell, 1990) และเมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน ความมัน การละลาย และความชอบรวมแล้ว ไอศกรีมที่ใส่เนื้อแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 มีความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวดีที่สุด จึงเลือกใช้ไอศกรีมสูตรดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีความแตกต่างกันดังภาพ 5



ก

ข

ค

ภาพ 5 ความแตกต่างของลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1 (ก), 3 (ข) และ 5 (ค)

ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ต่อไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) แสดงดังตาราง 16

ตาราง 16 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบ
ด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

ปัจจัยที่ทดสอบทาง ประสาทสัมผัส	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของไอศกรีมสูตร		
	N-LITE D ร้อยละ 1	N-LITE D ร้อยละ 3	N-LITE D ร้อยละ 5
ความเรียบเนียน	0.439*	0.251*	0.481*
สี	0.494*	0.431*	0.483*
กลิ่นรส	0.750*	0.750*	0.812*
ความมัน	0.561*	0.431*	0.630*
ความเหนียวหนืด	0.562*	0.434*	0.584*
การละลาย	0.396*	0.486*	0.608*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตาราง 16 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม พบว่าสัมประสิทธิ์เพียร์สันระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีค่าเป็นบวก สามารถสรุปได้ว่า คะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน สี กลิ่นรส ความมัน ความเหนียวหนืด และ การละลาย มีผลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D สูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH

เมื่อนำไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกมาเติมสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ชนิด ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีม แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ผลดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเอตกรีมแก้วมังก์รพันธุ์เนอแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH

เอตกรีมแก้วมังก์รเนอแดง		คะแนน*				
ร้อยละ 20 ที่เติมสารทดแทนไขมัน						
ALPHA TAPIOCA STARCH (ร้อยละ)	ความเรียบเนียน	สี	กลิ่นรส	ความมัน	ความเหนียวหนืด	การละลายรวม
1	7.56±1.03 ^{ns}	7.21±1.12 ^{ns}	7.44±1.09 ^a	7.12±1.36 ^{ns}	7.02±1.36 ^{ns}	7.32±1.42 ^{ns}
3	7.38±1.23	7.11±1.09	6.61±1.31 ^b	7.02±1.31	6.99±1.52	7.26±1.31
5	7.34±1.53	7.01±1.50	6.59±1.32 ^b	6.99±1.45	6.98±1.69	7.21±1.23
						8.28±0.90 ^a
						6.52±0.61 ^b
						4.38±1.00 ^c

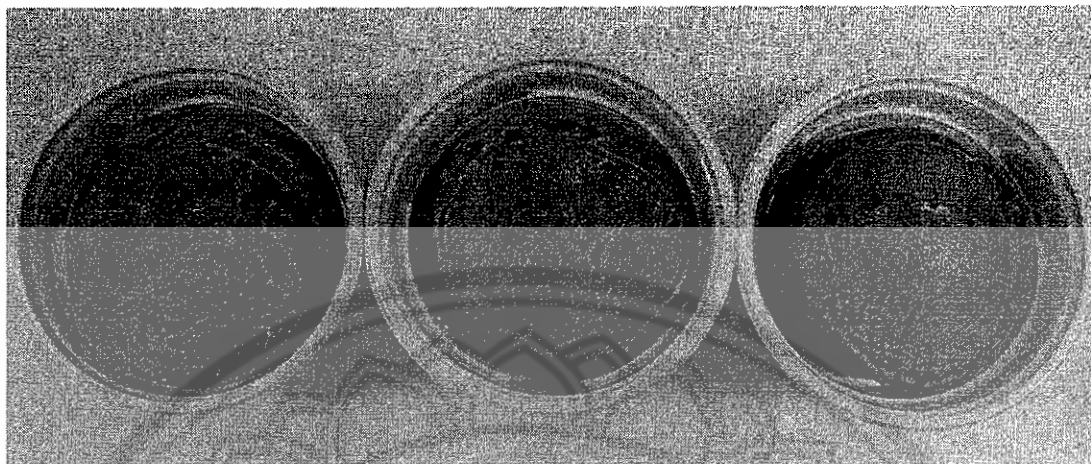
^{ns} ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 คือ ไม่ชอบมาก คะแนน 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย คะแนน 5 คือ ไม่รู้สีกว่าชอบหรือไม่ชอบ คะแนน 6 คือ ชอบเล็กน้อย คะแนน 7 คือ ชอบปานกลาง คะแนน 8 คือ ชอบมาก คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด

จากตาราง 17 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าคะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน สี ความมัน ความเหนียวหนืด และการละลายในปากของไอศกรีมร้อยละ 1, 3 และ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของไอศกรีมสูตรร้อยละ 1 มีคะแนนสูงกว่าสูตรร้อยละ 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องจากสารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่ละลายได้ในไขมันนม เช่นกลิ่นวานิลลา โดยไขมันทำหน้าที่เป็น ตัวพา (carrier) ให้สารให้กลิ่นรสเข้าไปในปาก เมื่อสารเหล่านั้นระเหยจึงทำให้เกิดการรับรู้กลิ่นรสเหล่านั้นขึ้น หากปริมาณไขมันมีไม่เพียงพอแล้ว สารให้กลิ่นรสจึงระเหยอย่างรวดเร็วภายในปาก ทำให้สามารถรับรู้กลิ่นรสนั้นได้อย่างรวดเร็วและระยะเวลาในการรับรู้กลิ่นรสนั้นก็ลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน (Labell, 1991) ดังเช่น การทดลองของ Li, Marshall, and Heyman (1997) ซึ่งวัดปริมาณวานิลลิน (vanillin; 4-hydroxybenzaldehyde) ในไอศกรีมที่ระดับไขมันนมตั้งแต่ ร้อยละ 0.5-10 พบว่าปริมาณวานิลลินอิสระลดลงเมื่อปริมาณไขมันนมในไอศกรีมสูงขึ้น และจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ชิมที่ผ่านการฝึกฝน พบว่าเมื่อปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมสูงขึ้น ระยะเวลาในการรับรู้กลิ่นวานิลลานั้นขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 ให้กลิ่นรสดีกว่า ร้อยละ 2 และ 3 เนื่องจากมีไขมันนมสูงสุด และคะแนนความชอบรวมของไอศกรีมสูตรร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรร้อยละ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สมบัติของสารทดแทนไขมันชนิด ALPHA TAPIOCA STARCH เป็นสตาร์ชดัดแปรจากแป้งมันสำปะหลัง ทำให้เกิดความข้นและความคงตัวในไอศกรีม และช่วยให้ไอศกรีมเกิดการเกาะตัวดีขึ้น ทำให้มีอัตราการคืนตัวต่ำ เมื่อสุกจะมีความใสเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส และความชอบรวมแล้ว ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 มีความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวดีที่สุด จึงเลือกใช้ไอศกรีมสูตรดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีความแตกต่างกันดังภาพ 6



ก

ข

ค

ภาพ 6 ความแตกต่างของลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้
สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 (ก) 3 (ข) และ 5 (ค)

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบด้าน
ต่าง ๆ ของของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ต่อไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่
ใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์
เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) แสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบ
ด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

ปัจจัยที่ทดสอบทาง ประสาทสัมผัส	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของไอศกรีมสูตร		
	ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1	ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 3	ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 5
ความเรียบเนียน	0.418*	0.605*	0.242*
สี	0.313*	0.400*	0.643*
กลิ่นรส	0.637*	0.715*	0.241*
ความมัน	0.571*	0.428*	0.133*
ความเหนียวหนืด	0.675*	0.735*	0.231*
การละลาย	0.527*	0.533*	0.237*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตาราง 18 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม พบว่าสัมประสิทธิ์เพียร์สันระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีค่าเป็นบวก สามารถสรุปได้ว่าคะแนนความชอบโดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน สี กลิ่นรส ความมัน ความเหนียวหนืด และการละลาย มีผลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน ALPHA TAPIOCA STARCH สูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

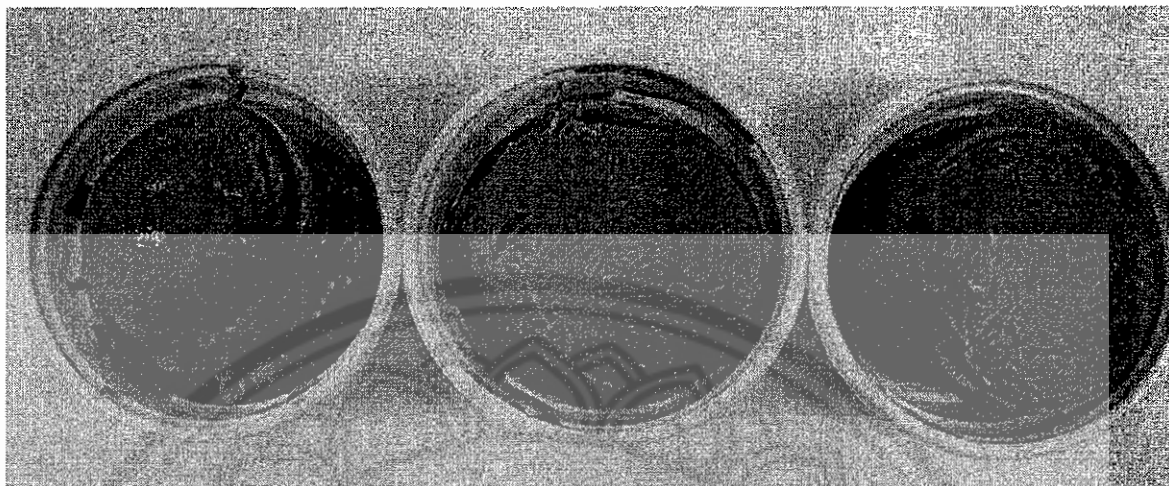
3. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO GR

เมื่อนำไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาเติมสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ชนิด BENEIO GR ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีม แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ผลดังตาราง 19

จากตาราง 19 ประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO GR ร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่าคะแนนความเรียบเนียน ดี ความมัน ความเหนียวหนืด ของไอศกรีมแก้วมังกรสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO GR สูตรร้อยละ 1, 3 และ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและการละลายในปากของไอศกรีมสูตรร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบต่ำกว่าสูตรร้อยละ 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบรวมของไอศกรีมสูตรร้อยละ 3 มีคะแนนสูงกว่าสูตรร้อยละ 1 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสมบัติของสารทดแทนไขมัน BENEIO GR สอดคล้องกับการศึกษาของ มาลี จีรวงศ์ศรี (2538) คือสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้ให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีขึ้น แต่มีผลกระทบต่อรสชาติของอาหาร (off flavor) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะการผลิต หรือมีการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงส่วนผสมของไอศกรีม เช่น การนำสารทดแทนไขมันมาใช้ทดแทนไขมันนมที่เป็นองค์ประกอบหลักของไอศกรีม จึงมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับของผู้บริโภค (Berger, 1997) ซึ่งในการทดลองด้านประสาทสัมผัสการทดลองนี้ไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO GR ปริมาณที่เหมาะสมที่สุดคือ ร้อยละ 3 ของส่วนผสมไอศกรีมทั้งหมด และทำให้เกิดกลิ่นรสที่พึงประสงค์สูงที่สุด

สารทดแทนไขมัน BENEIO GR มีองค์ประกอบคือ Inulin กับ Oligofructose ซึ่งเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ ที่พืชเก็บไว้เป็นอาหาร พบในพืชมากกว่า 36,000 ชนิด เช่น รากต้นชิโครี เห็ดหัวหอม หัวกระเทียม กล้วย แต่ Inulin นี้ย่อยไม่ได้โดยน้ำย่อยในลำไส้ แต่สามารถย่อยได้โดยอาศัยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ จากการย่อย Inulin จะได้ fructose จากคุณสมบัติที่ Inulin ละลายน้ำได้ และมีความคงตัวที่อุณหภูมิสูง ไม่มีผลข้างเคียงกับระบบประสาทสัมผัส รสชาติหวานเล็กน้อย จึงมีการพัฒนานำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารเป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีม และเมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส การละลายและความชอบรวมแล้ว ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO GR ร้อยละ 3 มีความชอบในคุณลักษณะดังกล่าวดีที่สุด จึงเลือกใช้ไอศกรีมสูตรดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO-GR ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีความแตกต่างกันดังภาพ 7



ก

ข

ค

ภาพ 7 ความแตกต่างของลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO-GR ร้อยละ 1 (ก) 3 (ข) และ 5 (ค)

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ต่อไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน BENEIO-GR ร้อยละ 1, 3 และ 5 โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบรวมและคะแนนความชอบ
ด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง

ปัจจัยที่ทดสอบทาง ประสาทสัมผัส	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของไอศกรีมสูตร		
	BENEO-GR	BENEO-GR	BENEO-GR
	ร้อยละ 1	ร้อยละ 3	ร้อยละ 5
ความเรียบเนียน	0.484*	0.498*	0.335*
สี	0.350*	0.377*	0.348*
กลิ่นรส	0.639*	0.589*	0.534*
ความมัน	0.618*	0.738*	0.613*
ความเหนียวหนืด	0.764*	0.672*	0.668*
การละลาย	0.737*	0.774*	0.750*

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากตาราง 20 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความชอบโดยรวมกับ
คะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมพบว่าสัมประสิทธิ์เพียร์สันระหว่างคะแนนความชอบ
โดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สาร
ทดแทนไขมัน BENEO-GR ร้อยละ 1, 3 และ 5 มีค่าเป็นบวก สามารถสรุปได้ว่า คะแนนความชอบ
โดยรวมกับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ ของผู้ทดสอบชิม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนความชอบด้านความเรียบเนียน สี กลิ่นรส ความมัน
ความเหนียวหนืด และการละลาย มีผลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่
ใช้สารทดแทนไขมัน BENEO-GR สูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การเปรียบเทียบสมบัติของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานกับสูตรที่ใช้ สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตทั้งสามชนิด

1. การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานกับสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตทั้งสามชนิด

เมื่อนำไอศกรีมสูตรพื้นฐานกับสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENEIO GR ร้อยละ 3 มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ให้ผล ดังตาราง 21



ตาราง 21 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมัทกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐานกับสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D
ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENE GR ร้อยละ3

ไอศกรีมแก้วมัทกรเนื้อแดง	คะแนน*				
	ความเรียบเนียน	สี	กลิ่นรส	ความมัน	ความเหนียวหนืด
สูตรพื้นฐาน	6.24±1.48 ^{ab}	6.56±1.58 ^a	6.20±1.48 ^{ns}	6.22±1.72 ^{ns}	6.08±1.47 ^a
สูตร N-LITE D 3 %	6.70±1.31 ^a	6.80±1.59 ^a	6.22±1.56	6.52±1.50	6.44±1.53 ^a
สูตร ALPHA TAPIOCA STACH 1 %	5.98±1.55 ^b	6.34±1.35 ^a	5.82±1.21	6.06±1.42	5.86±1.46 ^{ab}
สูตร BENE GR 3 %	5.98±1.30 ^b	5.52±1.47 ^b	5.60±1.56	6.14±1.54	5.42±1.50 ^b
					6.38±1.32 ^a
					6.38±1.46 ^a
					6.18±1.38 ^{ab}
					5.64±1.37 ^b
					8.67±1.59 ^a
					8.72±1.51 ^a
					7.76±1.52 ^b
					6.88±1.56 ^c

^{ns} ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

^{a-c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* คะแนน 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 2 คือ ไม่ชอบมาก คะแนน 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง คะแนน 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย คะแนน 5 คือ ไม่รู้สึกว่าจะชอบหรือไม่ชอบ คะแนน 6 คือ ชอบเล็กน้อย คะแนน 7 คือ ชอบปานกลาง คะแนน 8 คือ ชอบมาก คะแนน 9 คือ ชอบมากที่สุด

จากตาราง 21 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรพื้นฐาน กับสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENEOL GR ร้อยละ 3 พบว่าคะแนนความเรียบเนียนสูตรพื้นฐานกับสูตร N-LITE D ร้อยละ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ N-LITE D ร้อยละ 3 มีคะแนนความชอบสูงกว่า ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENEOL GR ร้อยละ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ ความเรียบเนียนของ ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 กับ BENEOL GR ร้อยละ 3 ไม่แตกต่างกับสูตรพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คะแนนความชอบด้านสี สูตรพื้นฐาน, N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบสูงกว่า BENEOL GR ร้อยละ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คะแนนความชอบกลิ่นรสและความมัน สูตรพื้นฐานกับไอศกรีมสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันทั้งสามชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คะแนนความความเหนียวหนืด สูตรพื้นฐาน N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และความเหนียวหนืดของสูตร ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 กับ BENEOL GR ร้อยละ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนคะแนนด้านความชอบรวม สูตรพื้นฐาน กับสูตร N-LITE D ร้อยละ 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และมีคะแนนความชอบรวมสูงกว่าสูตร ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 กับ BENEOL GR ร้อยละ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ไขมันเป็นตัวหลักในการปากลิ้นรส ทำให้รับรู้กลิ่นรสที่มีความเข้มข้นต่ำ ถ้าไขมันถูกแทนที่ด้วยสารทดแทนไขมันในไอศกรีม สารทดแทนไขมันควรให้ลักษณะเนื้อสัมผัส ความรู้สึกทางปาก และหน้าที่ต่าง ๆ เหมือนไขมัน และควรนำปากลิ้นรสได้ดีเหมือนไขมันด้วย ซึ่งสอดคล้องกับไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ที่ให้ลักษณะของไอศกรีมไม่แตกต่างจากไอศกรีมสูตรพื้นฐาน และสารทดแทนไขมันที่สามารถนำมาใช้ในไอศกรีมได้คือ สารทดแทนไขมันที่ได้จากคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนซึ่งอยู่ในรูป lipophilic particle ซึ่งการแทนที่นี้จะมีอันตรกิริยาระหว่างอนุภาค เนื่องจากโครงสร้างที่ผิวมีลักษณะคล้ายไขมัน และเกิดปฏิกิริยากับพื้นผิวในปาก จึงเกิดการรับรู้ของสารขึ้น และโครงสร้างของไอศกรีมนั้นมีผลโดยตรงกับสมบัติทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีม ทั้งนี้เป็นผลมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในไอศกรีม เช่น ขนาดและปริมาณของผลึกน้ำแข็งและเซลล์อากาศ รวมถึงการกระจายของเม็ดไขมันในโครงสร้างของไอศกรีม (Marshall and Arbuckle, 1996) และในระหว่างการปั่นเป็นไอศกรีมมีการตีปั่นอากาศเข้าไปในไอศกรีมเกิดผลึกน้ำแข็งและการสูญเสียความคงตัวของเม็ด

ไขมันชั้น ซึ่งเมิดไขมันที่สูญเสียความคงตัวและเกิดการหลอมรวมบางส่วนเหล่านี้จะช่วยในการกักเก็บอากาศไว้ในโครงสร้างเมิดไขมันที่ถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนอีกชั้นหนึ่ง การทำหน้าที่ร่วมกันของโปรตีนนมและเมิดไขมันที่เกิดการหลอมรวมบางส่วนนี้ ทำให้ไอศกรีมมีโครงสร้างที่แข็งแรง (Goff and Jordan, 1989) ดังนั้นการเกิดโครงสร้างที่มีความคงตัวของไอศกรีมไขมันต่ำจึงเกิดได้ยาก เนื่องจากเกิดการเชื่อมต่อระหว่างเมิดไขมันได้น้อยในขณะที่มีปริมาณโปรตีนมากขึ้น โครงสร้างเปลี่ยนไปจึงมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีม (Adapa, et al., 2000) และไขมันเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการให้คุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสและรูปร่าง (body) ของไอศกรีม (Berger, 1997) โดยเฉพาะความเป็นครีมซึ่งเป็นลักษณะที่ได้จากไขมันนม โดยที่สารทดแทนไขมันนั้นสามารถทดแทนได้ยาก การเพิ่มปริมาณไขมันให้มากขึ้น ทำให้ความเป็นครีมและการเคลือบภายในปากมากขึ้น สามารถลดอัตราการละลาย ผลึกน้ำแข็งและความรู้สึกเย็น (coldness) ได้ (Stampanoni, Piccinalli, and Sigrist, 1996) เช่นเดียวกับการทดลองของ Guinard, et al. (1997) ซึ่งพบว่า ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันสูงจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ส่วนการลดปริมาณไขมันลงทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่ดีเกิดขึ้น เช่น มีเนื้อหยาบ เกิดผลึกน้ำแข็งมากขึ้น และเกิดการหดตัวของไอศกรีม (Bear, Wolkow, and Kasperson, 1997) แต่จากการทดลองนี้ไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน ชนิด N-LITE D ร้อยละ 3 จะให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด และใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานมากที่สุด ในด้านความเรียบเนียน สี กลิ่นรส ความมัน ความเหนียวหนืด การละลาย และความชอบรวม

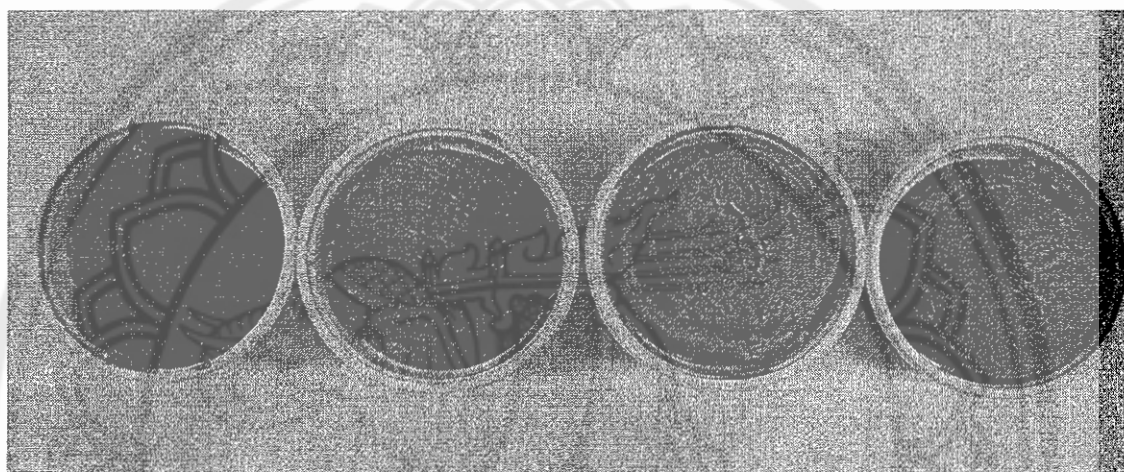
สารทดแทนไขมันที่ได้จากเวย์โปรตีน ให้คุณสมบัติของอาหารได้ใกล้เคียงกับเมิดไขมันเช่นเดียวกับสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่มีอนุภาคเป็นพวกที่ชอบน้ำมัน (lipophilic) (Schirle-Keller and Reineccius, 1992) ซึ่งสารทดแทนไขมันเหล่านี้ทนต่อการเกิดอันตรกิริยาระหว่างอนุภาค โดยพื้นผิวของอนุภาคคล้ายกับไขมันที่อยู่ในสภาพอิมัลชัน และให้ความรู้สึกดีในขณะรับประทาน ดังเช่น การทดลองของ Ohmes, Marshall, and Heymann (1998) ซึ่งพบว่าการใช้ซีมเพลส-100 แดรี่-โล (Dairy-Lo) ในไอศกรีมนั้นให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากไอศกรีมสูตรปกติ และการใช้โปรโล 11 (Prolo 11) ซึ่งเป็นสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนเช่นเดียวกันนั้นให้การละลายภายในปากช้าที่สุด แต่ให้ความรู้สึกเรียบเนียนและการเคลือบภายในปากมากที่สุด นอกจากนี้การใช้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนนี้ยังให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีมช็อกโกแลตชนิดไขมันต่ำและปราศจากไขมันใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรควบคุม (Prindivile, Marshall, and Heymann, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ที่ให้ผลทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกับ

ไอศกรีมสูตรพื้นฐาน และจากการศึกษานี้ได้ใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับการศึกษาของ Aime, et al. (2001) ในเรื่องการใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่เป็นสตาร์ชดัดแปรในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกลั่นวานิลลาชนิดลดไขมัน ทำให้ไอศกรีมสูตรที่มีปริมาณไขมันนมร้อยละ 5.0 ให้ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรควบคุมซึ่งมีไขมันนมร้อยละ 10.0 แต่ไอศกรีมสูตรที่มีไขมันนมร้อยละ 2.5 และร้อยละ 0.4 นั้นมีความเรียบเนียนและการเคลือบภายในปากน้อยกว่าไอศกรีมสูตรควบคุม และการแทนที่ไขมันนมในไอศกรีมด้วยเด็กซ์ทริน (dextrin) ทำให้ไอศกรีมเนื้อสัมผัสหยาบขึ้น (coarseness) และความเป็นเนื้อครีมลดลง (Specter and Setser, 1994) และการใช้มอลโตเด็กซ์ทริน (Maltodextrin) ในไอศกรีมที่มีไขมันนมน้อยกว่าร้อยละ 0.5 มีการละลายเร็วกว่าไอศกรีมสูตรควบคุมที่มีไขมันนม ร้อยละ 10 (Roland, Phillips, and Boor, 1999) แต่จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า ซิมเพลส-100 ไม่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นวานิลลา ทั้งนี้เนื่องจากอาจถูกบดบังด้วยกลิ่นรสอื่น (Ohmes, Marshall, and Heymann, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้ในกรณีของการผลิตไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนประเภทไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ชนิด คือ N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENEOL GR ร้อยละ 3 ที่ให้กลิ่นรสไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Prindiville, Marshall, and Heymann (1999) ที่ใช้สารทดแทนไขมันประเภทโปรตีน ซึ่งได้แก่ แครี-โล และซิมเพลส-100 ในไอศกรีมช็อกโกแลตชนิดไขมันต่ำและปราศจากไขมันนั้น ซิมเพลส-100 ทำให้ไอศกรีมที่ได้มีกลิ่นโกโก้ใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากกว่าไอศกรีมสูตรที่มีแครี-โล

อุราภรณ์ เรืองวัชรินทร์ (2548) ศึกษาการพัฒนาไอศกรีมดัดแปลงไขมันต่ำ โดยศึกษาชนิดและปริมาณของสารทดแทนไขมันได้ทั้งสิ้น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ แบ่งบุงปริมาณร้อยละ 5 และ 10 โปรตีนถั่วเหลือง ปริมาณร้อยละ 3 และ 6 และนำมาทดสอบลักษณะทางกายภาพด้านความหนืดพบว่า ชุดการทดลองที่ใช้แบ่งบุงปริมาณร้อยละ 10 มีความหนืดสูงที่สุด ด้านอัตราขึ้นฟูพบว่าชุดการทดลองที่ใช้แบ่งบุงในปริมาณร้อยละ 5 จะให้อัตราขึ้นฟูสูงที่สุด ด้านอัตราการหลอมละลาย พบว่าชุดทดลองที่ใช้แบ่งบุงปริมาณร้อยละ 10 หลอมละลายช้าที่สุด เมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale at 9-point มาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ด้านความเรียบเนียน ความมัน การหลอมละลาย ความหวาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ด้านกลิ่นและความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งแตกต่างจากไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมันนั้นไม่มีความแตกต่างกับสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ส่วนแบ่งบุงในปริมาณร้อยละ 10 มีการยอมรับสูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจาก

ไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงคือด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ให้การยอมรับสูงที่สุด

ลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรพื้นฐาน สูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน ภาพ N-LITE D ร้อยละ 3, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 และ BENEOL GR ร้อยละ 3 มีความแตกต่างกันดังภาพ.8



ภาพ 8 ความแตกต่างของลักษณะปรากฏของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงสูตรพื้นฐาน (ก), สูตรที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (ข), ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 (ค) และ BENEOL GR ร้อยละ 3 (ง)

2. องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3

เมื่อนำไอศกรีมแก้วมังกรที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐานให้ผลดังตาราง 22

ตาราง 22 สมบัติทางเคมีของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ	
	N-LITE D	สูตรพื้นฐาน
ความชื้น(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	66.97±0.15 ^{ns}	63.42 ± 0.54
โปรตีน(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	6.72±0.09 ^{ns}	6.02 ± 0.20
ไขมัน(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	4.23±0.01 ^{ns}	8.33 ± 0.03
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	18.5±0.18 ^{ns}	20.79 ± 0.21
ใยอาหาร(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	0.57±0.13 ^{ns}	0.28 ± 0.17
เถ้า(ร้อยละโดยน้ำหนัก/น้ำหนัก)	3.01±0.05 ^{ns}	1.16 ± 0.04
ฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100กรัม ไอศกรีม)	9.06±0.33 ^{ns}	8.84 ± 0.50
เบต้าไซยานิน (มิลลิกรัม/100กรัม ไอศกรีม)	2.71±0.02 ^{ns}	2.68 ± 0.05
ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ(ร้อยละ)	10.07±1.38 ^{ns}	9.6 ± 1.89
พลังงาน (กิโลแคลอรี/หนึ่งหน่วยบริโภค)	111.16 ^{ns}	131.37

^{ns} ตัวอักษรในแนวนอนแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตาราง 22 เมื่อเปรียบเทียบไอศกรีมที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 กับไอศกรีมสูตรพื้นฐานที่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 5 (Marshall and Arbuckle, 1996) พบว่าค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร เถ้า ฟีนอลทั้งหมด เบต้าไซยานิน ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และค่าพลังงาน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P>0.05$) กับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

เมื่อพิจารณาหลักเกณฑ์การกล่าวอ้างทางโภชนาการในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่องฉลากโภชนาการ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2541) ในงานวิจัยนี้ ไอศกรีมที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 จัดเป็น ไอศกรีมลดปริมาณพลังงานและไขมัน เนื่องจากอยู่ในเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการโดยใช้เงื่อนไขต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงและต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคที่แสดงบนฉลาก (หนึ่งหน่วยบริโภคของไอศกรีมเท่ากับ 80 กรัม) คือ ลดพลังงานเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยลดลงตั้งแต่ ร้อยละ 25 ขึ้นไป โดยไอศกรีมที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (111.16 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค) ลดพลังงานลงร้อยละ 25.26 เมื่อเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (131.37 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค) และอยู่ในเงื่อนไขของอาหารที่ลดปริมาณไขมันทั้งหมด คือลดไขมันทั้งหมดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยลดปริมาณไขมันทั้งหมดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง โดยไอศกรีมที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน มีการลดปริมาณไขมันทั้งหมดลงร้อยละ 49.09

3. สมบัติทางกายภาพของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3

เมื่อนำไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐานให้ผลดังตาราง

ตาราง 23 สมบัติทางเคมี-กายภาพของไอศกรีมแก้มังกรพันธุ์ออเดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน

ไอศกรีมแก้มังกรเนื้อออเดง ร้อยละ 20 ที่เติม สารทดแทนไขมัน (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง	ความหนืด** (Cp)	ไอเวอร์ริน (ร้อยละ)	อัตรา การละลาย (ร้อยละ/นาที)		ค่าสี	
						L*	a* b*
ไอศกรีมสูตรพื้นฐาน	6.00±0.01 ^{ns}	528±0.81 ^{ns}	42.62±2.44 ^{ns}	0.85±0.01 ^{ns}	43.32±0.83 ^{ns}	35.25±0.63 ^{ns}	3.68±0.30 ^{ns}
N-LITE D 3	6.04±0.01	552±0.95	40.15±1.27	0.87±0.01	63.25±0.17	23.55±0.02	8.53±0.08

^{ns} ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** ความเร็วรอบ 12 rpm , อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ Spindle เบอร์ 3

จากตาราง 23 สมบัติทางเคมี-กายภาพของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน ด้านค่าความเป็นกรด-ต่าง ความหนืด โอเวอร์รัน อัตราการละลาย และค่าสี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 มีความเป็นกรด (6.04 ± 0.01) น้อยกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (6.00 ± 0.01)

ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (552 ± 0.95) มีค่าความหนืดสูงกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (528 ± 0.81) แต่มีค่าโอเวอร์รัน (40.15 ± 1.27) ต่ำกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (42.62 ± 2.44) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Adapa, et al. (2000) ที่ศึกษาคุณสมบัติของการไหล โดยการใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตในไอศกรีมซึ่งมีผลทำให้คุณสมบัติด้านการไหล (rheology property) ของไอศกรีมเปลี่ยนแปลงไป โดยทำให้ไอศกรีมที่มีสารทดแทนไขมันมีความหนืดสูงกว่าเมื่อเทียบกับไอศกรีมสูตรปกติ และส่งผลทำให้ค่าโอเวอร์รันต่ำลง

ไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 มีค่าอัตราการละลาย (0.87 ± 0.01) ช้ากว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (0.85 ± 0.01) เนื่องจากคุณสมบัติสำคัญของสารทดแทนไขมัน N-LITE D คือไอศกรีมไขมันเต็มทั่วไปจะมีอัตราการละลายช้ากว่าไอศกรีมปราศจากไขมันและไอศกรีมไขมันต่ำ (Marshall and Arbuckle, 1996)

สมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมีความเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย เช่น น้ำหนักต่อปริมาตร (ค่าโอเวอร์รัน) ของผลิตภัณฑ์ การละลายที่ต้องไม่ละลายเร็วหรือช้าเกินไป รวมถึงความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม (ice cream mixes) ซึ่งส่งผลต่อการกักเก็บอากาศเข้าไปในส่วนผสมในระหว่างการตีขึ้น เมื่อความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมสูงขึ้น ซึ่งอาจได้มาจากการเพิ่มปริมาณของสารให้ความคงตัว หรือโปรตีน (Aguilera and Stanly, 1997) ทำให้การตีขึ้นอากาศเข้าไปในไอศกรีมลดลง ส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมลดลง (Marshall and Arbuckle, 1996) นอกจากนี้ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมนั้นขึ้นกับการสูญเสียความคงตัวของไขมัน (fat destabilization) หากเกิดการสูญเสียความคงตัวของไขมันแล้วเกิดการหลอมรวมบางส่วนได้ดี จะทำให้กักเก็บอากาศได้ดีด้วย (Stanley, Goff, and Smith, 1996)

ค่าสีของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 เปรียบเทียบกับไอศกรีมสูตรพื้นฐาน พบว่า

ค่าความสว่าง (L^*) ของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (63.25 ± 0.17) มีค่าสูงกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (43.32 ± 0.83) แสดงว่าปริมาณสารทดแทนไขมันมีผลทำให้ค่าความสว่างของไอศกรีมสูงขึ้น

โทนสีแดง (a^*) ของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (23.55 ± 0.02) มีค่าต่ำกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (35.25 ± 0.63) แสดงว่าปริมาณสารทดแทนไขมันมีผลทำให้ค่าโทนสีแดงลดลง

โทนสีเหลือง (b^*) ของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 (8.53 ± 0.08) มีค่าสูงกว่าไอศกรีมสูตรพื้นฐาน (3.68 ± 0.30) แสดงว่าปริมาณสารทดแทนไขมันมีผลทำให้ค่าโทนสีเหลืองเพิ่มขึ้น

4. สมบัติด้านจุลชีววิทยาของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3

เมื่อนำไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 ไปวิเคราะห์สมบัติด้านจุลชีววิทยาให้ผลดังตาราง 24

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3

จุลินทรีย์	ไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3	ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 222) พ.ศ. 2544 เรื่อง ไอศกรีม
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	190	<600,000
ยีสต์และรา (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Salmonella</i> (CFU/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
Coliforms	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ	ไม่พบ

เมื่อพิจารณาจากตาราง 24 ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ของไอศกรีมแก้วมังกรเนื้อแดงที่ใช้สารทดแทนไขมัน N-LITE D ร้อยละ 3 มีความสอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 222) พ.ศ.2544 เรื่อง ไอศกรีม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544) ทุกประเด็น คือ มีแบคทีเรียได้ไม่เกิน 600,000 ในอาหาร 1 กรัม ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในอาหาร 0.01 กรัม ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

เมื่อนำราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย นมขาดมันเนย น้ำตาล ครีมจากนํ้านมวัว หางนมผง พาลส์การ์ด® 5988 กลิ่นวานิลลา สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต คือ N-LITE D, ALPHA TAPIOCA STARCH และ BENEIO GR มาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ให้ผลดังตาราง 25

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐาน และสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดต่าง ๆ

สูตรไอศกรีม	ราคาดัชนีทุนการผลิตไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (ราคา/ไอศกรีม 1 ลิตร)
พื้นฐาน	61.36 บาท
N-LITE D ร้อยละ 3	62.40 บาท
ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1	59.06 บาท
BENEIO GR ร้อยละ 3	61.81 บาท

จากตาราง 25 ต้นทุนการผลิตไอศกรีมแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงสูตรพื้นฐาน ราคา 61.36 บาท/ไอศกรีม 1 ลิตร และสูตรที่ใช้สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรตชนิดต่าง ๆ คือ สูตร N-LITE D ร้อยละ 3 ราคา 62.40 บาท/ไอศกรีม 1 ลิตร, ALPHA TAPIOCA STARCH ร้อยละ 1 ราคา 59.06 บาท/ไอศกรีม 1 ลิตร และ BENEIO GR ร้อยละ 3 ราคา 61.81 บาท/ไอศกรีม 1 ลิตร ทั้งนี้เมื่อคำนวณเป็นร้อยละเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแล้วไอศกรีมสูตร N-LITE D มีราคาแพงกว่าร้อยละ 1.69 ไอศกรีมสูตร ALPHA TAPIOCA STARCH มีราคาถูกกว่าร้อยละ 3.89 และไอศกรีมสูตร BENEIO GR ราคาแพงกว่าร้อยละ 0.73