

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์



4.1 การสำรวจแหล่งผลิตและผลิตภัณฑ์น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว ในจังหวัดสมุทรสงคราม

จากการสำรวจแหล่งผลิตและการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว ในจังหวัดสมุทรสงครามทั้ง 3 อำเภอ คือ อำเภออัมพวา อำเภอบางคนที และ อำเภอเมือง สามารถเก็บตัวอย่างจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายทั้งหมด 24 ตัวอย่าง ดังนี้ อำเภออัมพวา 10 ตัวอย่าง อำเภอบางคนที 9 ตัวอย่าง และอำเภอเมือง 6 ตัวอย่าง ชื่อร้านหรือรายละเอียดอื่นของผู้จำหน่ายแสดง ในตารางที่ 4.1 ตัวอย่างดังกล่าวถูกเก็บบรรจุในถุงซิปล็อคและบรรจุในกล่องพลาสติกทึบแสงปิดเทปรอบฝาปิดไว้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี ชีวภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

4.2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ลักษณะปรากฏ

จากการวิเคราะห์ทางกายภาพโดยใช้การสังเกตจากลักษณะปรากฏโดยการนำตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวมาพิจารณาลักษณะปรากฏด้าน ขนาด รูปร่าง สี ลักษณะผิวเนื้อภายนอก และใช้มีดคมผ่าดูลักษณะผิวภายใน พบว่าน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวตามแหล่งท่องเที่ยวที่ชาวบ้านนำมาจำหน่ายมีลักษณะรูปร่างเป็นแบบปึกเป็นส่วนใหญ่ สำหรับในแหล่งผลิตที่เป็นชุมชนหรือกลุ่มแม่บ้าน จะมีทั้งแบบปึกแบบปึกและแบบหยอดหรือแบบก้อน แต่ก็ยังคงนิยมแบบปึกเช่นกัน รายละเอียดของแต่ละตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4.2 โดยน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่เป็นปึกใหญ่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนมากที่สุดคือ 17 เซนติเมตร ด้านล่างประมาณ 8.5 เซนติเมตร สูง 5.5 เซนติเมตร ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวในนี้ส่วนใหญ่เป็นปึกขนาดกลางมีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 14.5 เซนติเมตร ด้านล่างประมาณ 8.5 - 10 เซนติเมตร สูงประมาณ 5.5 เซนติเมตร และมีปึกขนาดเล็กลงมามีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน

ในช่วง 11-12 เซนติเมตร ด้านล่างประมาณ 7.5 - 8.0 เซนติเมตร สูงประมาณ 5 เซนติเมตร นอกจากนี้มีลักษณะเป็นถ้วยปากกว้างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 4.5 เซนติเมตร ส่วนล่างประมาณ 1.5 เซนติเมตร สูงประมาณ 2.5 เซนติเมตร สีเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม บางตัวอย่างสีก็ไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งปึกหรือทั้งก้อน ลักษณะผิวเนื้อภายนอกมีน้อยตัวอย่างที่มีลักษณะขึ้น ส่วนใหญ่จะค่อนข้างแข็ง จึงมีลักษณะขรุขระ ไม่เรียบเนียนตลอด บางตัวอย่างมีลายเส้นของผ้าขาวบางหรือแผ่นพลาสติกที่ใช้รองภาชนะเพื่อทำรูปร่างเป็นปึก บางตัวอย่างมีลักษณะบางส่วนสีค่อนข้างขาวกว่าส่วนอื่น ซึ่งเป็นลักษณะแห้งจนมีการเกิดผลึกน้ำตาล ลักษณะผิวภายในมีความชื้นมากกว่าผิวภายนอก บางตัวอย่างมีรูพรุน บางตัวอย่างมีลักษณะเป็นทราย

ค่า a_w การดูดกลืนแสง การทะลุผ่านของแสงและค่าสี

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้ค่าของ Water activity (A_w) และค่าการดูดกลืนแสง (transmittance และ absorbance) แสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าค่า A_w ไม่แตกต่างกันมาก โดยอยู่ในช่วง 0.62 – 0.79 โดยผู้ผลิตจะเกี่ยวให้น้ำตาลมะพร้าวให้แห้งระดับหนึ่ง เพื่อให้อายุการเก็บนานขึ้น

จากตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวจำนวน 24 ตัวอย่าง เมื่อนำมาเตรียมเป็นสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 10 (w/v) และนำมาวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงที่ระดับความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.2 น้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวทั้งหมดมีค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.18 ถึง 1.97 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าการดูดกลืนแสงจะมีผลสอดคล้องกับค่าสี โดยถ้าวัดค่าการดูดกลืนแสงมีค่าน้อย ค่า L^* จะมีค่ามาก ในทำนองเดียวกันการวิเคราะห์ค่าการทะลุผ่านของแสงในตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยว (ภาพที่ 4.3) โดยทางทฤษฎีกำหนดว่า เมื่อค่าการทะลุผ่านของแสงมีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีความใส เห็นได้ว่าค่าการทะลุผ่านของแสงในตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.3153 ถึง 45.5649 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าการทะลุผ่านของแสงมีค่าสอดคล้องกับค่าการดูดกลืนแสงโดยเมื่อค่าการทะลุผ่านของแสงเพิ่มมากขึ้นค่าการดูดกลืนแสงจะลดน้อยลง อย่างไรก็ตามค่าการดูดกลืนแสงและการทะลุผ่านของแสงของแต่ละตัวอย่างอาจมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากระบวนการผลิตน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยว ทั้งนี้อาจเกิดการปนเปื้อนของเศษผงและซากแมลงในขั้นตอนการเก็บน้ำตาลสด และระหว่างการเกี่ยวเป็นน้ำตาลเข้มข้น ซึ่งเมื่อนำมาเตรียมเป็นสารละลายอาจมีการสลายตัวเป็นตะกอนแขวนลอย ทำให้เกิดลักษณะขุ่นขึ้นได้

การวิเคราะห์ค่าความแข็ง (hardness) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer) ใน
เทอมของ peak และ Fmax แสดงในตารางที่ 4.4 รวมทั้งค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสีให้ค่า L, a และ b
แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รหัสตัวอย่างนำตาลมะพร้าวเดี่ยว ชื่อร้าน เครื่องหมายการค้า ผู้จำหน่าย ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์

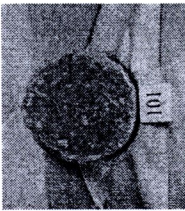
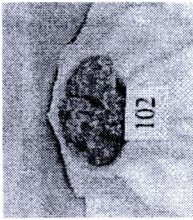
ลำดับ	รหัส	ชื่อร้าน/ ชื่อผู้หอ	ที่อยู่	ชื่อผู้ขาย	เบอร์โทรศัพท์
1	101	เตาทีวี	ต.บางพรม อ.บางคนที	คุณสาตี เนตรสกุลณี	034-761614
2	102				
3	201	-	วัดเจริญสุขาราม ต.บางนกแขวก อ.บางคนที	คุณสะอึง	089-697-7479
4	301	-	ค่ายบางกุ้ง ต.บางกุ้ง อ.บางคนที	คุณละม่อม	084-0000716
5	302				
6	601	ดาวโด่ง	ต.คลองเงิน อ.เมือง	คุณเรไร กลั่นกลิ้ง	034-714900
7	701	แก่น้ำตาลมะพร้าว	วัดเพชรสมุทร	คุณเก้	085-9670356
8	703	-	ต.แม่กลอง อ.เมือง	คุณหนู	085-3746671
9	801	-	ตลาดเทศบาล	คุณพัชร	081-0029747
10	802	-	ต.แม่กลอง อ.เมือง	คุณเพ็ญศิริ	081-8252044

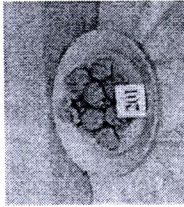
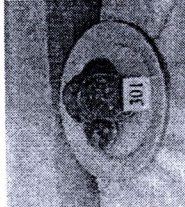
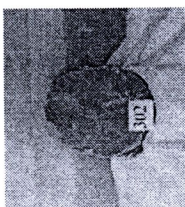
ตารางที่ 4.1 (ต่อ) รหัสตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเดี่ยว ชื่อร้าน เครื่องหมายการค้า ผู้จำหน่าย ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์

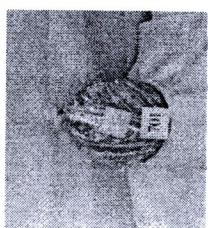
ลำดับ	รหัส	ชื่อร้าน/ ชื่อยี่ห้อ	ที่อยู่	ชื่อผู้ขาย	เบอร์โทรศัพท์
11	A01	ปัญญาน้ำตาลมะพร้าวแท้	ตลาดน้ำท่าคา	คุณศรีลดา โชติกาล	034-766112
12	A02	-	ต.ท่าคา	คุณวาริน เอี่ยมสุโขใส	087-0993451
13	A03	-	อ.อัมพวา	คุณมาลัย ศิโยคำ	084-6421805
14	B01	ผู้ใหญ่สุนัน	ตลาดน้ำ บางนกแขวก ต.ท่าคา อ.อัมพวา	คุณสุนัน หมูน้อย	081-5874474
15	B02	ลุงโป่ง		คุณอุไรวรรณ เกิดแก้ว	086-7530617
16	B03	-		คุณแป้ว	081-7413685
17	C01	-	ตลาดน้ำบางน้อย ต.กระดังงา อ.บางคนที	คุณตา	084-7264869
18	C02	-		คุณยายแพง	-
19	C04	-		คุณสำราญ จันทโรทัย	089-5485610
20	C05	-		คุณนิต	034-730084
21	D01	ป.รุ่งเรือง	ตลาดน้ำอัมพวา ต.อัมพวา อ.อัมพวา	คุณกมล	034-751099
22	D02	น้องแก้ว		คุณราเผยแพร่	034-702098
23	D03	-		คุณสายหยุด	034-751968
24	D04	-		คุณกมลรัตน์	



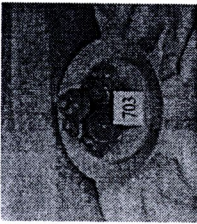
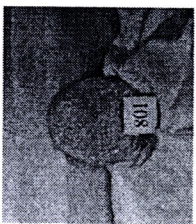
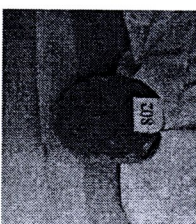
ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ของตัวอย่างน้ำตามะพร้าวเดี่ยวจากแหล่งผลิตต่างๆ ในจังหวัดสมุทรสงคราม โดยการสังเกต ขนาด รูปร่าง สี ลักษณะผิวเนื้อภายนอกและลักษณะผิวภายใน

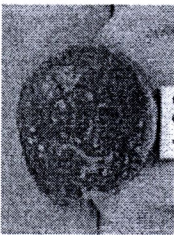
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)			แหล่งชื่อ	แหล่งผลิต
1 รหัส 101		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เห็นผ่านศูนย์กลาง 11 ซม. ด้านล่าง 9.5 ซม. สูง 5 ซม.		เตาหี	ค.บางพรม อบางคนที
		สี	สีผิวค่อนข้างไม่สม่ำเสมอ มีบางจุดเป็นสีขาวแห้ง			
		ลักษณะเนื้อ ภายนอก	ผิวหน้าไม่เรียบเนียน มีรูพรุน ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่เรียบ มีรอยเส้นของฝักรองอยู่บนผิวขอบข้างของน้ำตาล			
		ลักษณะเนื้อภายใน	มีรูพรุน เวลาผ่าต้องใช้แรงกดปานกลางเมื่อผ่าออกแล้ว เนื้อข้างในเป็นเนื้อทรายเล็กน้อยและค่อนข้างชื้น			
2 รหัส 102		รูปร่าง/ ขนาด	แบบก้อนหอยอดมือ เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 5 ซม. ด้านล่าง 5 ซม. สูง 1 ซม.		เตาหี	
		สี	สีภายนอกไม่สม่ำเสมอ มีสีบางส่วนจุดเป็นสีขาว			
		ลักษณะเนื้อ ภายนอก	เนื้อหยาบ ผิวไม่สม่ำเสมอ มีความสากแห้ง แข็งมาก สากขอบข้างใช้มีอคคไม่ลง ใช้มีอคค 2-3 ครั้งจึงแตก			
		ลักษณะเนื้อภายใน	มีรูพรุน เนื้อแข็ง เป็นทราย มีความสาก ความแข็ง			

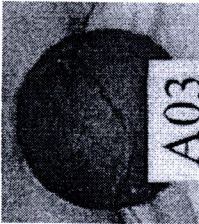
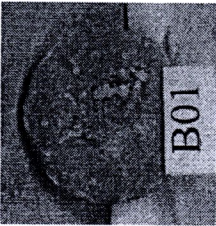
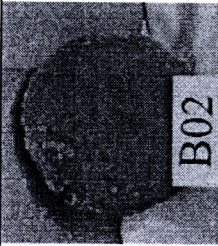
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
3 รหัส 201		รูปร่าง/ ขนาด	แบบก้อนหอยคมีอ เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 3 ซม. สูง 2.5 ซม.	วัดเจริญ- ตุขาราม	
		สี	สีเหลืองค่อนข้างเข้มมาก		
		ลักษณะผิว ภายนอก	เนื้อแข็ง ไม่เหนียว มีลักษณะเป็นผลึกน้ำตาลเกาะใช้นิ้วมือบีบ พบว่าน้ำตาลอ่อนตัวเล็กน้อย		
		ลักษณะผิวภายใน	เนื้อภายในสากเป็นทรายหยาบ มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อภายในจับ ตัวกันแน่น		
		รูปร่าง/ ขนาด	แบบก้อน หอยคมีอขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางบน 7 ซม. ล่าง 4.5 ซม. สูง 2.5 ซม.		
4 รหัส 301		สี	เป็นสีเหลืองอ่อน ไม่สม่ำเสมอ บางตัวเป็นผลึกสีขาว	ค้าบางกุ้ง ร้านของ คุณละอ่อม	ฝั่งอัมพวาวัด สาธุ
		ลักษณะผิว ภายนอก	ผิวไม่เรียบ มีลักษณะขรุขระ ใช้มือกดผิวขอบน้ำตาลพบว่าแข็ง มาก		
		ลักษณะผิวภายใน	เมื่อใช้มีดผ่าพบว่า มีรูพรุนเล็กน้อยของเนื้อน้ำตาลทรายเคี้ยวจับ ตัวกันแน่น เนื้อจะเป็นทรายสาก		
		รูปร่าง/ ขนาด	แบบบีก เส้นผ่านศูนย์กลางบน 14 ซม. ล่าง 11 ซม. สูง 5 ซม.		
		สี	สีเหลืองเข้ม		
5 รหัส 302		ลักษณะผิวภายนอก	เนื้อผิวบนค่อนข้างเหนียว และมีความชื้นที่ผิวหน้า	ค้าบางกุ้ง ร้าน คุณละอ่อม	อำเภอ บาง คนที (บางตะก)
		ลักษณะผิวภายใน	ค่อนข้างเหลว เนื้อเหนียวไม่สาก ไม่มีรูพรุน ใช้มือบีบพบ ลักษณะเป็นทรายค่อนข้างเหลว		
		อื่นๆ	ข้างนอกแข็งกว่าข้างใน		

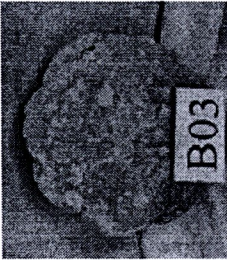
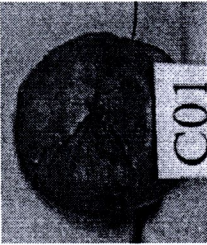
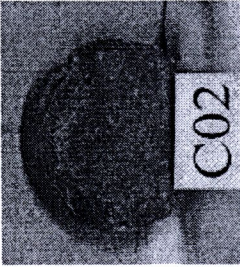
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
6 รหัส 601		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางบน 17 ซม. ล่าง 8.5 ซม. สูง 5.5 ซม.	บ้านคุณเป็รื่อง ต.คลองเงิน	ดาวตาลดาว โด่ง ต.คลองเงิน อ.เมือง สมุทรสงคราม
		สี	สีเหลืองนวล ส้มเข้มออกทั้งก่อน		
		ลักษณะผิว ภายนอก	ผิวด้านบนเรียบเรียบ ไม่มีรูพรุน บริเวณผิวด้านข้างเป็นรอยพลาตติค ใช้ไม้กดขอบแตกและอ่อนตัว		
		ลักษณะผิวภายใน	พบว่าไม่มีรูพรุนเล็กน้อย ส่วนใหญ่จับตัวกันแน่นค่อนข้างชื้น เนื้อเป็นทรายละเอียด		
		อื่นๆ	มีฉลากระบุ น้ำตาลมะพร้าว ดาวโด่งน้ำหนัก 1.1 กิโลกรัม		
7 รหัส 701 แบบปึก		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางบน 6 ซม. ล่าง 3 ซม. สูง 1.5 ซม.	ร้านคุณเก้ ในวัดหลวง พ่อบ้านแหลม	วัดประชา ต.ปาย โพรง อ.อัมพวา
		สี	แบบปึก สีน้ำตาลเข้ม พื้นล่างสีเข้มกว่าข้างบน		
		ลักษณะผิว ภายนอก	แบบปึก ผิวเรียบเรียบใช้มือบีบขอบพบว่าแตก ร่วนเล็กน้อย ใช้มือกดข้างและ		
		ลักษณะผิวภายใน	มีความชื้นเล็กน้อย แบบปึก ไม่มีรูพรุน จับตัวกันแน่นเนื้อเป็นทราย และเล็กน้อย		
		อื่นๆ	มีฉลาก พิมพ์ด้วยพรินเตอร์ ระบุ: เก้าตาลมะพร้าว น้ำหนัก 830 กรัม		



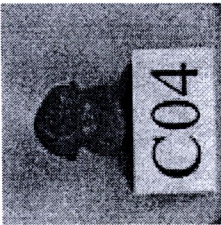
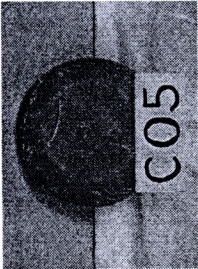
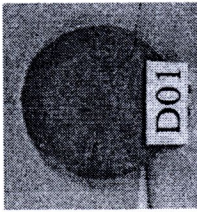
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
8 รหัส 703		รูปร่าง/ ขนาด	แบบก้อนลักษณะก้นหอย เส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 5 ซม. สูง 2.5 ซม.	ร้านคุณหนู ในวัด หลวงพ่อบ้านแหลม	อำเภอเมือง สมุทรสงคราม
		สี	สีเหลืองเข้ม		
		ลักษณะผิว ภายนอก	ผิวเรียบ มีลักษณะเปลือกเล็กน้อย ใช้มือบีบขอบบนพบว่า แข็งไม่อ่อนตามแรงมือ		
		ลักษณะผิวภายใน	เนื้อเรียบมากไม่มีรูพรุน จีบตัวกันแน่นแห้ง เนื้อเนียน ละเอียด		
9 รหัส 801		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก ลักษณะเป็นถ้วยทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง ด้านล่าง 7.5 ซม. บน 11 ซม. สูง 4 ซม.	ตลาดทางรถไฟ แผงร้านคุณพัชรียาย อยู่บนแผงในตลาดเทศบาล	
		สี	เหลืองอ่อน		
		ลักษณะผิว ภายนอก	เนื้อนุ่ม ซ้นมาก เมื่อใช้นิ้วบีบที่ผิวขอบน้ำตาจะเหลว ตามแรงบีบ เนื้อเนียน		
		ลักษณะผิวภายใน	ลักษณะเนื้อภายในค่อนข้างเนียนสม่ำเสมอ เป็นเนื้อทราย		
10 รหัส 802		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่าศูนย์กลางบน 14.5 ซม. ล่าง 9 ซม. สูง 5.5 ซม.	ตลาดเทศบาล เป็นร้านห้องแถว ของคุณ เพ็ญศิริ	ต.ท่าคง อ.อัมพวา สมุทรสงคราม
		สี	ค่อนข้างเหลืองคล้ำ		
		ลักษณะผิวภายนอก	ลักษณะผิวไม่เรียบ เนื้อแข็งค่อนข้างแห้ง		
		ลักษณะผิวภายใน	เนื้อข้างในมีลักษณะและมีรูพรุนเล็กน้อย ใช้มือบีบพบเป็น เนื้อทรายละเอียด		
	อื่นๆ		มีผลากพิมพ์เอง ระบุว่าเป็นน้ำตาลมะพร้าวแท้มีผลาก		

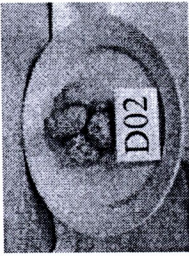
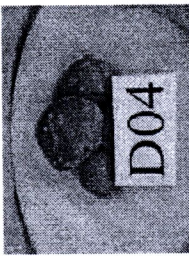
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
11 รหัส A01		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 14 ซม. ล่างประมาณ 9.5 ซม. สูง 5.5 ซม.	ชื่อในตลาดเทศบาล เป็นร้านห้องแถว ของคุณ เพ็ญศิริ	ต.ท่าคอง อ.อัมพวา สมุทรสงคราม
		สี	สีเหลืองเข้ม จะมีสีน้ำตาลเทาเล็กน้อย		
		ลักษณะผิว ภายนอก	ผิวหน้าด้านบนจะเรียบเป็นบางส่วน มีส่วนที่ขรุขระปนอยู่ซึ่งจะแห้งกว่า		
		ลักษณะผิวภายใน	แบบปึก ค่อนข้างชื้น เนื้อเนียน จับตัวกันแน่น มีรูพรุน		
12 รหัส A02		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 14 ซม. ล่างประมาณ 9 ซม. สูง 5.5 ซม.	ร้านคุณวรินทร์ เยี่ยมสุกใส ตลาดน้ำท่าคา 087-0993451	ต.ท่าคา อ.อัมพวา
		สี	สีน้ำตาล		
		ลักษณะผิว ภายนอก	ขรุขระ มีรอยเป็นเส้นของผ้ารองพิมพ์หอยดหรือรอยพลาสติกด้านข้างของบี๊กน้ำตาล		
		ลักษณะผิวภายใน	เมื่อใช้มีดผ่า พบว่ามีรูพรุน ค่อนข้างชื้น ความชื้นนี้ไม่เท่ากัน และเนื้อเกาะกัน		

ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
13 รหัส A 03		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 12 ซม. ล่างประมาณ 6 ซม. สูง 4 ซม.	ร้านคุณป้ามาลัย ศิริโคกคำ 084-6421805	ด.จอมปlovak อ.บางคนที
		สี	สีเหลืองเข้ม		
		ลักษณะผิวภายนอก	เนื้อเรียบเนียน ค่อนข้างชื้น ไม่มีผลึกน้ำตาลเกาะ		
		ลักษณะผิวภายใน	เนื้อเนียน ไม่มีรู ฟูไม่ร้อน ไม่มีรูพรุน และ		
14 รหัส B 01		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 12 ซม. ล่างประมาณ 7 ซม. สูง 4.5 ซม.	คุณสุนัน หนูน้อย ร้านผู้ใหญ่นัน หมู่ 1 ต.บางนกแขวก	คุณปรีชา ปอบักถิ่น ต.ท่าคา อ.อัมพวา 089-9152238
		สี	แบบปึกใหญ่ ค่อนข้างคล้ำไม่สม่ำเสมอ		
		ลักษณะผิวภายนอก	แบบปึกใหญ่ ค่อนข้างเนียน มีความชื้น		
		ลักษณะผิวภายใน	แบบปึกใหญ่ เนื้อร้อน เรียบเนียน จับตัวกันแน่น ไม่มีรูพรุน		
15 รหัส B 02		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 14 ซม. ล่างประมาณ 10 ซม. สูง 5 ซม..	คุณป้าแอ๋ว ร้านก้วยเตี่ยวหมู่น้ำ แดง (ลุงโป่ง) 081-5874474	หมู่บ้านท่าคา อ.อัมพวา คุณอุไรวรรณ เกิดแก้ว
		สี	สีน้ำตาลเข้ม		
		ลักษณะผิวภายนอก	ผิวขอบด้านข้างของก้อนน้ำตาลเป็นลายเส้นของผ้าหรือพลาสติก นอกนั้นผิวเรียบ ค่อนข้างแห้ง		
		ลักษณะผิวภายใน	มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อร้อน จับตัวกันแน่น		

ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
16 รหัส B 03		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 15 ซม. ล่างประมาณ 7.5 ซม. สูง 5 ซม.	ร้านแม่เปี้ยว ตลาดน้ำบางนก แขวง	รับมาจากแถว วัดศรีตต์
		สี	สีเหลืองอ่อน		
		ลักษณะผิวภายนอก	ขรุขระ ไม่เรียบ บริเวณด้านข้างแห้ง เป็นรอยผ้าหรือ พลาสติก มีลึกลงตาลเกาะเล็กน้อย		
		ลักษณะผิวภายใน	มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อเรียบเนียน ค่อนข้างแห้ง เนื้อ ร่วนเป็นทราย		
		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 11 ซม. ล่างประมาณ 8 ซม. สูง 4 ซม.		
17 C 01		สี	น้ำตาลเข้ม สีคล้ำ	ร้านคุณตา ตลาดน้ำบางน้อย 084-7264869	วัดบางช้าง คลองวัดใต้ อ.อัมพวา
		ลักษณะผิวภายนอก	ผิวขอบด้านข้างของก้อนน้ำตาลเป็นลายเส้น ผิวเรียบ ค่อนข้างแห้ง ขอบบิออกง่าย		
		ลักษณะผิวภายใน	มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อร่วน จับตัวกันแน่น		
		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 12 ซม. ล่างประมาณ 7.5 ซม. สูง 4 ซม.		
		สี	สีเหลืองเข้ม		
18 C 02		ลักษณะผิวภายนอก	ไม่ขรุขระ ค่อนข้างแห้ง มีลึกลงตาลเกาะเล็กน้อย	คุณยายแพง ตลาด น้ำบางน้อย 14 ต.ยายแพง คลองบางน้อย ถ.บ้านเจริญสุข	คลองวัดใต้
		ลักษณะผิวภายใน	ไม่ขรุขระ ค่อนข้างแห้ง มีลึกลงตาลเกาะเล็กน้อย		



ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่งซื้อ	แหล่งผลิต
19 C 04		รูปร่าง/ ขนาด	แบบถ้วย เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 3.5 ซม. ล่างประมาณ 1.5 ซม. สูง 1.7 ซม.	คุณสำราญ จันทร์โชติ 089-5485610	ต.บางกระบือ อ.บางคนที
		สี	สีน้ำตาลอ่อนคล้ำ		
		ลักษณะผิวภายนอก	มีผลิตภัณฑ์เคลือบเงา ค่อนข้างแห้ง ผิวเรียบ ไม่เนียน		
		ลักษณะผิวภายใน	ไม่มีรูพรุน เนื้อจับตัวกันแน่น ค่อนข้างเนียน ร่วน		
20 C 05		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 13 ซม. ล่างประมาณ 9.5 ซม. สูง 3 ซม.	คุณนิต 034-730084	ต.คอนมโนรา อ.บางคนที
		สี	สีเหลืองเข้ม		
		ลักษณะผิวภายนอก	ค่อนข้างเนียน เรียบ		
		ลักษณะผิวภายใน	มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อจับตัวกันแน่น เนื้อเนียน นุ่ม ค่อนข้างชื้น		
21 D 01		รูปร่าง/ ขนาด	แบบปึกเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 8 ซม. ล่างประมาณ 5.5 ซม. สูง 3 ซม.	คุณกมล ร้าน ป.รุ่งเรือง 034-751099	รับมาจากเตา แถวบางแค อ.อัมพวา
		สี	สีเหลืองเข้ม		
		ลักษณะผิวภายนอก	ผิวขรุขระ มีผลิตภัณฑ์เคลือบเงา ค่อนข้างแห้ง		
		ลักษณะผิวภายใน	ไม่มีรูพรุน เนื้อจับตัวกัน ชื้นเล็กน้อย เนื้อร่วนเป็นทราย		

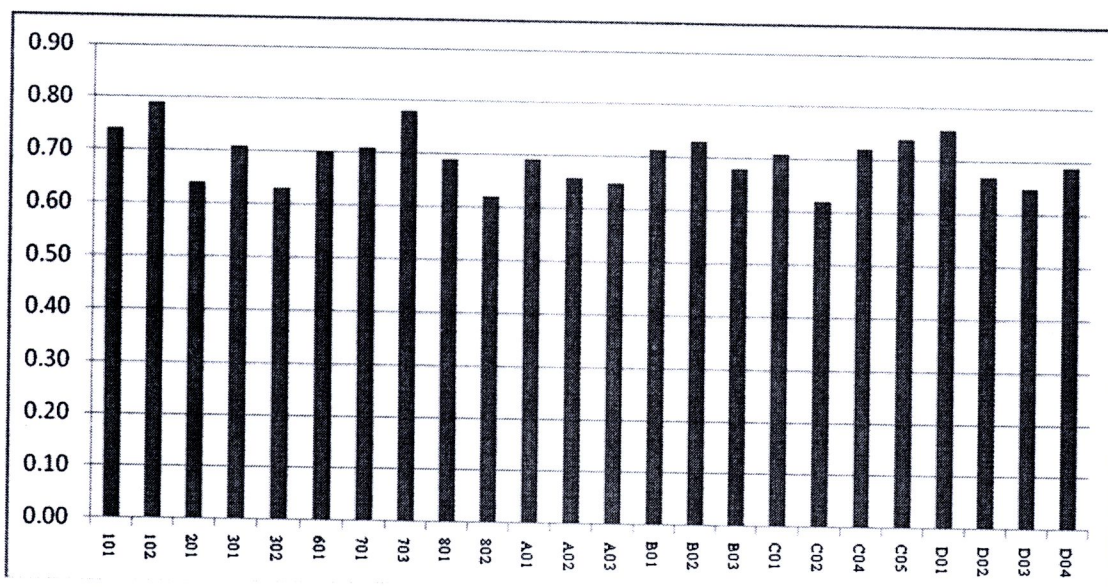
ที่	ภาพ	ลักษณะปรากฏ (ตัวอย่าง)		แหล่ง ซื้อ	แหล่งผลิต
22 D 02		รูปร่าง/ขนาด	แบบก้อน เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 4 - 5 ซม.ล่างประมาณ 1.5 ซม. สูง 2.5 ซม.	ร้านน้อง แก้ว	รับมาจากในสวน อ.อัมพวา
		สี	สีเหลืองอ่อน		
		ลักษณะผิวภายนอก	ผิวไม่เรียบเนียนขรุขระ มีผลึกน้ำตาลเกาะ ค่อนข้างแห้ง		
		ลักษณะผิวภายใน	ค่อนข้างแห้ง มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อจับตัวกันแน่น เหนียว		
23 D 03		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 14 ซม.ล่างประมาณ 10 ซม. สูง 4.5 ซม.	คุนยาศายหยุด 034-751968	คลองวัด แวนจันทร์ ต.สวนหลวง อ.อัมพวา
		สี	สีน้ำตาล		
		ลักษณะผิวภายนอก	และมาก มีความชื้นสูง เนื้อเนียนละเอียด		
		ลักษณะผิวภายใน	มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อเนียนนุ่ม และ ไม่รวน		
24 D 04		รูปร่าง/ขนาด	แบบปึก เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบนประมาณ 1.5 ซม. ล่างประมาณ 4 - 5 ซม. สูง 2.5 ซม.	ร้านน้อง แก้ว	รับมาจากในสวน อ.อัมพวา
		สี	สีเหลืองอ่อน		
		ลักษณะผิวภายนอก	ผิวไม่เรียบเนียนขรุขระ มีผลึกน้ำตาลเกาะ ค่อนข้างแห้ง		
		ลักษณะผิวภายใน	ค่อนข้างแห้ง มีรูพรุนเล็กน้อย เนื้อจับตัวกันแน่น เหนียว		

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีจากตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวจำนวน 24 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องวัดค่าสีระบบ Hunter Lab ระบบ CIE แสดงค่าสี L^* , a^* และ b^* โดย L^* แสดงถึงความสว่าง (L^* เท่ากับ 0 แสดงว่าตัวอย่างมีสีดำอย่างสมบูรณ์ และ L^* เท่ากับ 100 แสดงว่าตัวอย่างมีสีขาวอย่างสมบูรณ์) จากภาพที่ 4.4 น้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวมีค่า L^* อยู่ในช่วง 32.97 ถึง 65.49 โดยตัวอย่าง 102 มีความสว่างมากที่สุด และตัวอย่าง B02 มีความสว่างน้อยที่สุด ส่วนค่า a^* แสดงถึงสีแดงและสีเขียว (a^* เป็นบวกแสดงว่ามีสีไปในทิศทางของสีแดง a^* เป็นลบแสดงว่ามีสีไปในทิศทางของสีเขียว) จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวทุกตัวอย่างมีสีไปในทิศทางของสีแดง โดยมีค่า a^* อยู่ในช่วง 4.91 ถึง 11.46 ส่วนค่า b^* แสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b^* เป็นบวกแสดงว่ามีสีไปในทิศทางของสีเหลือง b^* เป็นลบแสดงว่ามีสีไปในทิศทางของสีน้ำเงิน) จากภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวทุกตัวอย่างมีสีไปในทิศทางของเหลือง โดยมีค่า b^* อยู่ในช่วง 20.42 ถึง 41.49 อย่างไรก็ตามค่าสีของแต่ละตัวอย่างอาจมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนของการให้ความร้อน Martins และคณะ (2003) กล่าวว่าความเข้มข้นของเมลานอยดินจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการให้ความร้อนเพิ่มมากขึ้น โดยเมลานอยดินเกิดได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสารประกอบไนโตรเจนและให้สีน้ำตาล และคุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้นก็เป็นส่วนที่สำคัญที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดด้วยเช่นกัน

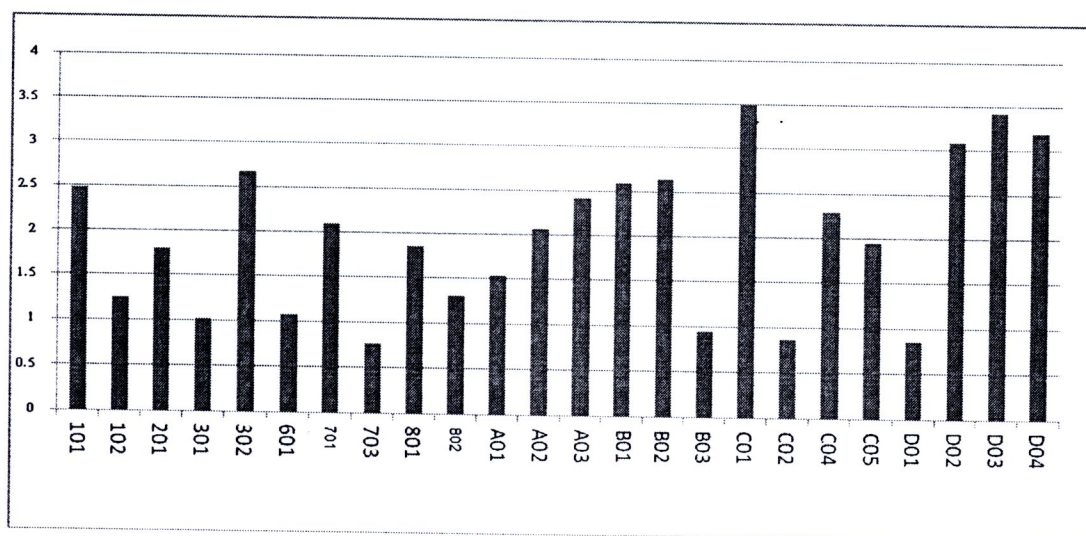


ตารางที่ 4.3 ค่า water activity และ ค่าการดูดกลืนแสงและการทะลุผ่านของแสงของตัวอย่าง น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

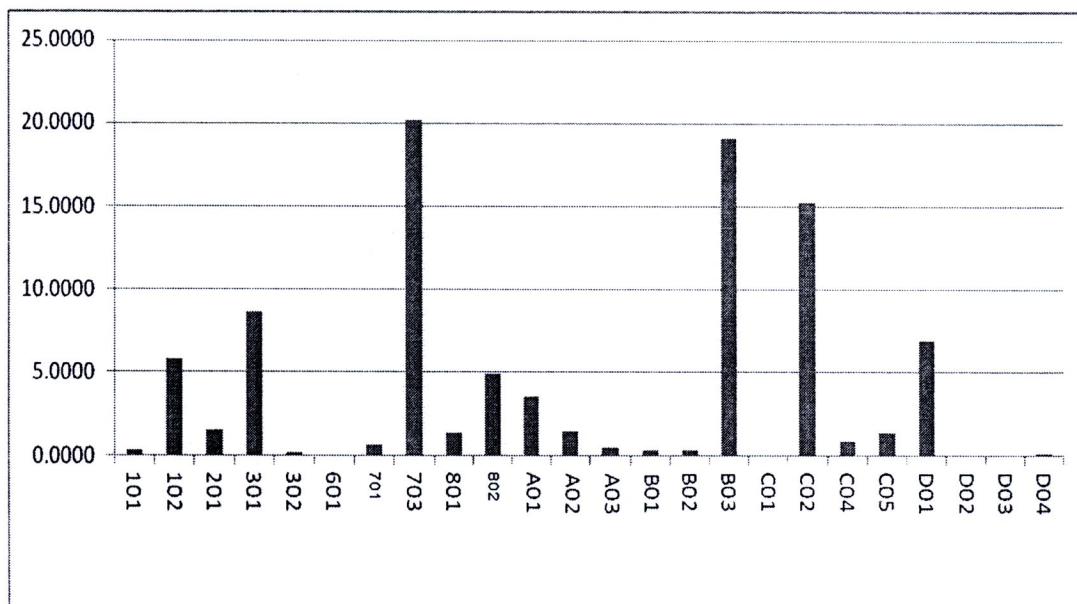
ที่	ตัวอย่าง	ค่า Aw	% transmittance			% absorbance		
			ความเข้มข้นร้อยละ			ความเข้มข้นร้อยละ		
			10	25	50	10	25	50
1	101	0.74	23.60	3.75	0.35	0.62	1.70	2.48
2	102	0.79	26.95	13.07	5.78	0.55	0.84	1.25
3	201	0.64	20.80	10.73	1.52	0.53	0.98	1.80
4	301	0.71	40.16	27.72	8.65	0.33	0.55	1.01
5	302	0.63	11.84	1.88	0.21	0.87	1.72	2.68
6	601	0.70	14.57	1.52	0.10	0.77	0.95	1.07
7	701	0.71	15.86	7.19	0.63	0.47	1.20	2.10
8	703	0.78	29.51	21.14	20.19	0.55	0.64	0.76
9	801	0.69	16.18	2.26	1.44	0.73	1.22	1.86
10	802	0.62	26.77	11.69	4.87	0.63	0.95	1.30
11	A01	0.69	39.48	15.38	3.54	0.49	0.95	1.53
12	A02	0.66	26.67	9.99	1.51	0.61	1.13	2.07
13	A03	0.65	21.14	4.69	0.51	0.73	1.48	2.42
14	B01	0.71	15.25	1.83	0.40	0.88	1.81	2.59
15	B02	0.73	14.27	1.77	0.39	0.98	1.47	2.64
16	B03	0.68	32.71	27.34	19.10	0.54	0.66	0.95
17	C01	0.71	4.76	0.76	0.05	1.97	2.32	3.49
18	C02	0.62	45.56	43.30	15.22	0.33	0.39	0.86
19	C04	0.72	5.15	3.39	0.87	1.16	1.50	2.29
20	C05	0.74	33.13	10.44	1.40	0.64	1.12	1.95
21	D01	0.76	15.02	11.34	6.93	0.92	1.09	0.85
22	D02	0.67	1.32	0.38	0.10	1.98	2.46	3.09
23	D03	0.65	2.47	0.10	0.07	1.49	2.26	3.43
24	D04	0.69	7.90	1.14	0.11	1.15	2.19	3.19



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงค่า Water Activity ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว



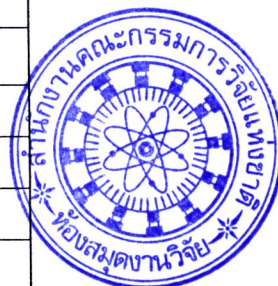
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงค่าการดัดกลืนแสง ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่ระดับความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

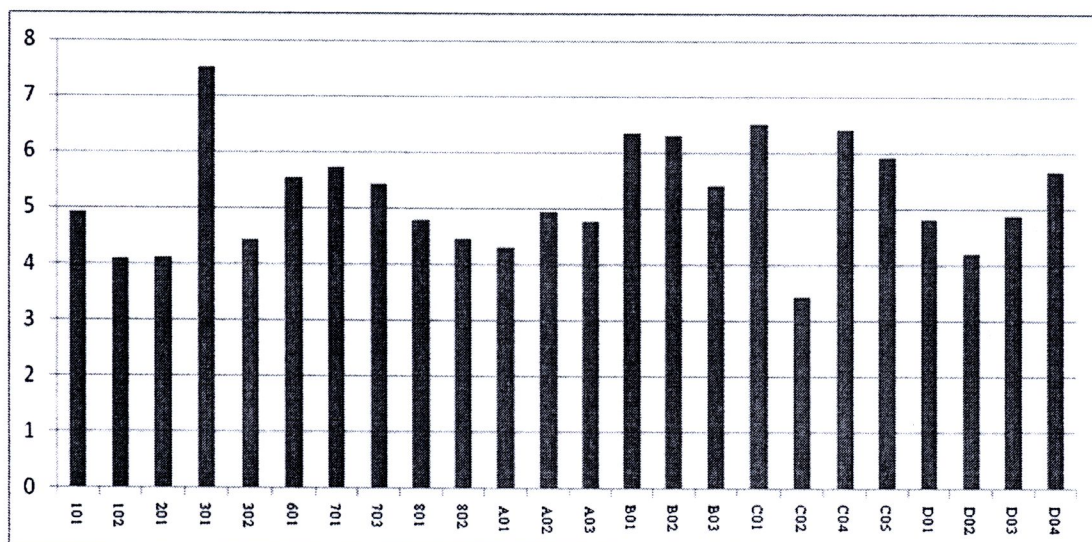


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงค่าการทะลุผ่านของแสงของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่ระดับความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

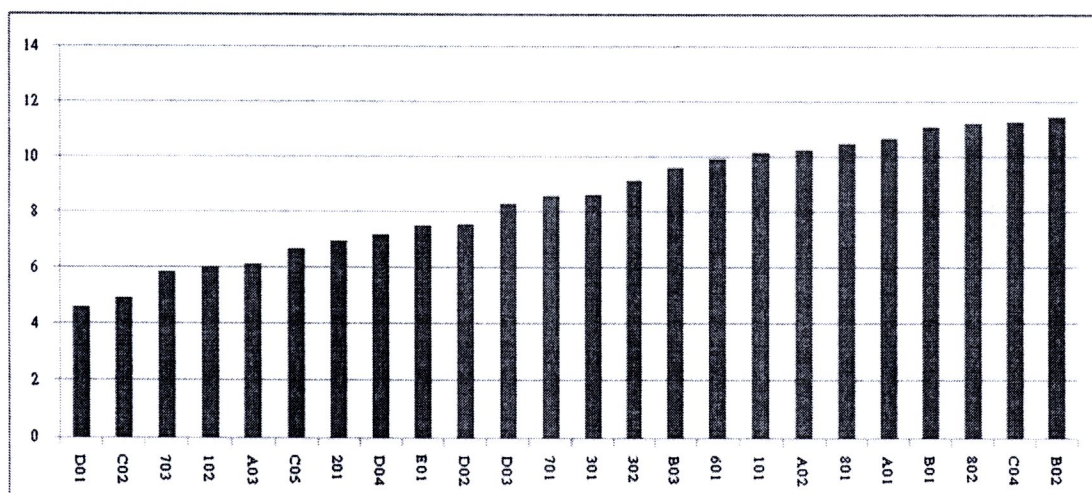
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หีสี่ในค่าของ L, a และ b ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

ที่	รหัสตัวอย่าง	ค่าสี่		
		L	a	b
1	101	49.95	10.17	33.25
2	102	65.49	5.99	27.77
3	201	64.67	6.97	25.57
4	301	56.11	8.66	26.83
5	302	55.90	9.17	31.35
6	601	54.75	9.93	34.04
7	701	55.42	6.44	32.12
8	703	59.94	5.85	29.07
9	801	59.40	10.52	40.99
10	802	51.95	7.21	30.42
11	A01	53.72	10.67	39.83
12	A02	53.63	10.27	33.53
13	A03	63.70	6.11	31.01
14	B01	47.90	11.11	35.45
15	B02	32.98	11.46	37.61
16	B03	57.07	9.63	34.46
17	C01	56.21	8.56	29.14
18	C02	57.98	4.91	29.09
19	C04	48.97	11.29	34.04
20	C05	59.14	6.69	29.55
21	D01	65.17	4.59	20.43
22	D02	62.77	7.56	29.78
23	D03	65.80	8.31	36.61
24	D04	53.75	7.20	24.28

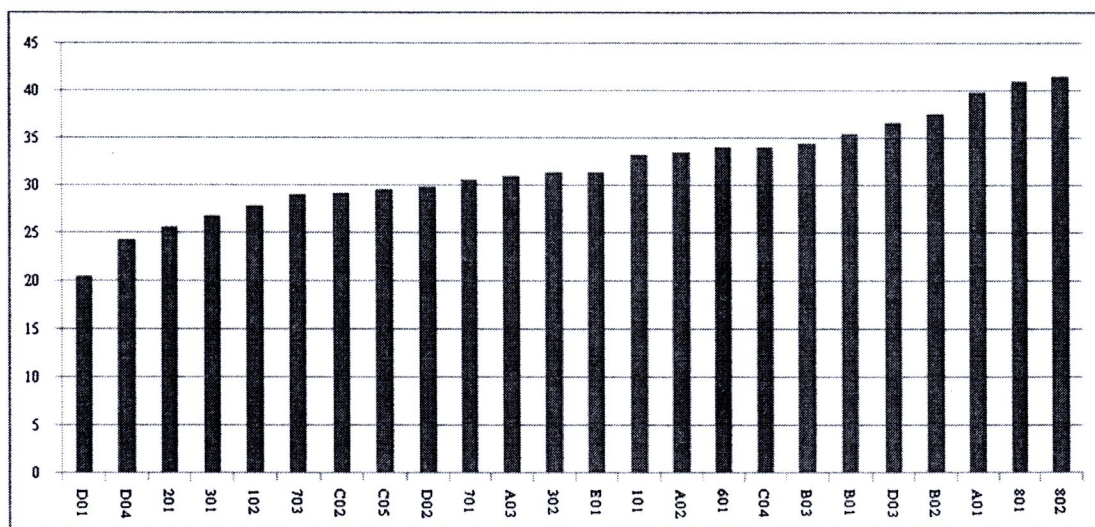




ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงค่าสี L* ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงค่าสี a* ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

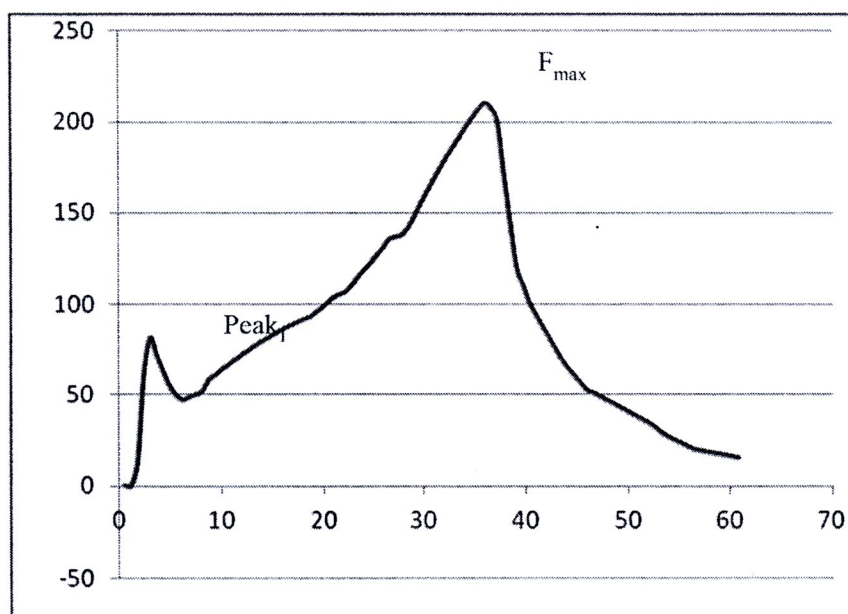


ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงค่าสี b^* ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

เนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยทำการกดตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว เมื่อนำผลการทดลองมาเขียน กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ในการกดและเวลา ลักษณะกราฟโดยรวมเป็นไปดังภาพที่

4.7

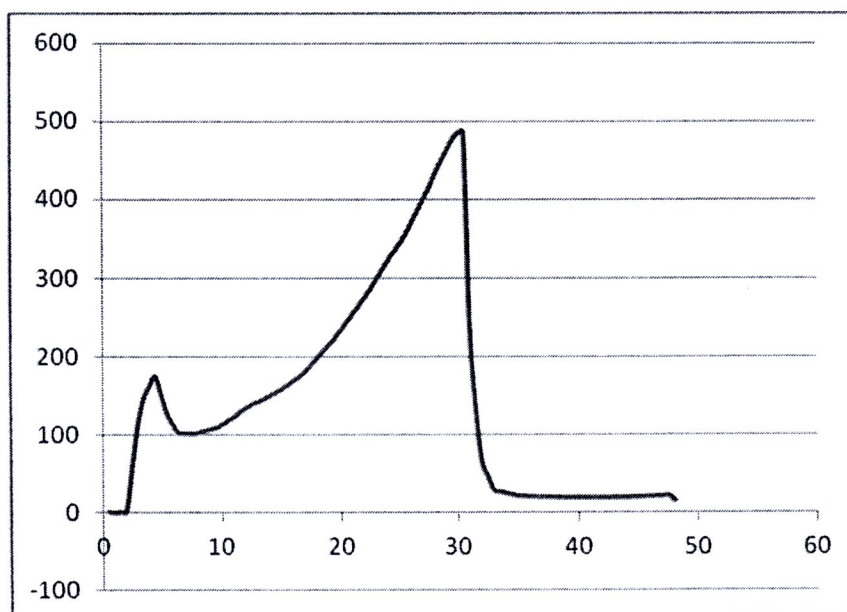


ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่นำมาทำการทดสอบจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็ง เมื่อได้รับแรงกระทำจะเกิดการแตกออกซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลำดับ โดยในช่วงต้นเมื่อตัวอย่างได้รับแรงกระทำ จะเกิดการแตกออกบนพื้นผิวและยุบตัวลงทำให้เห็นได้จากกราฟ ($Peak_1$) หลังจากนั้นตัวอย่างจะได้รับแรงกระทำต่อจากการกดในขั้นต้น โดยในขั้นนี้จะมีแรงต้านจากภายในซึ่งเกิดจากการอัดตัวของตัวอย่างทำให้ต้องใช้แรงกระทำเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงแรงกดถึงจุดสูงสุด (F_{max}) เป็นจุดที่การแตกหักโดยรวมของโครงสร้างถูกทำลายทำให้ตัวอย่างแตกออกจากกัน

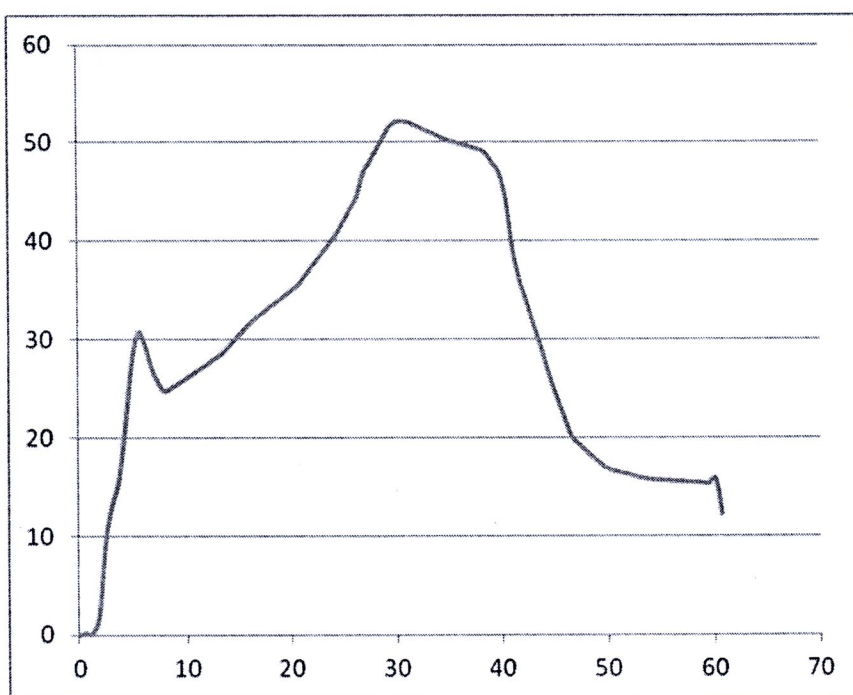
ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการกด $Peak_1$ และ F_{max} อาจนำมาใช้ในการอธิบายเนื้อสัมผัสทางด้านความแข็งของตัวอย่างได้ น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่ได้จากการสุมตัวอย่างมาทำการกดมีค่า $Peak_1$ อยู่ในช่วงประมาณ 30 ถึง 200 และค่า F_{max} มีค่าอยู่ในช่วง ประมาณ 48 ถึง 482 ซึ่งจะเห็นได้ว่า $Peak_1$ และค่า F_{max} มีช่วงค่อนข้างกว้าง ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันมาก โดยค่า $Peak_1$ อาจบอกได้ถึงพื้นผิวด้านบนของน้ำตาลมะพร้าว ซึ่งหากน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวมีผิวหน้าที่แห้งและแข็ง ค่าแรงที่ใช้ในช่วงต้นจะมีค่ามาก ในทางกลับกันหากน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวมีความชื้นสูง เนื้อสัมผัสจะมีลักษณะนุ่มและอ่อนตัวทำให้ค่าแรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างแตกออกจากกันมีค่า

น้อยลง ค่า $F_{\max}$ ก็จะน้อยลง โดยตัวอย่าง A01 มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด และตัวอย่าง 801 มีค่าความแข็งแรงที่น้อยที่สุด (ภาพที่ 4.8 และ 4.9) เนื่องจากในการทดสอบตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวมีบางตัวอย่างเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเสียรูประหว่างการเก็บรักษาจึงเลือกเฉพาะบางตัวอย่างมาทำการทดสอบค่าที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว A01





ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว 801

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างค่าความแข็ง (hardness) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analyzer) ในเทอมของ peak_i และ Fmax

ที่	ตัวอย่าง	texture	
		peak _i	Fmax
1	703	102.12	375.07
2	801	36.90	95.47
3	802	64.49	147.53
4	A01	241.53	454.18
5	A02	155.67	444.39
6	A03	232.17	385.86
7	B01	35.38	67.03
8	B02	74.06	81.98
9	B03	80.99	196.66
10	C01	41.23	73.84
11	C02	32.07	91.34
12	C05	32.79	107.14
13	D03	41.13	124.68

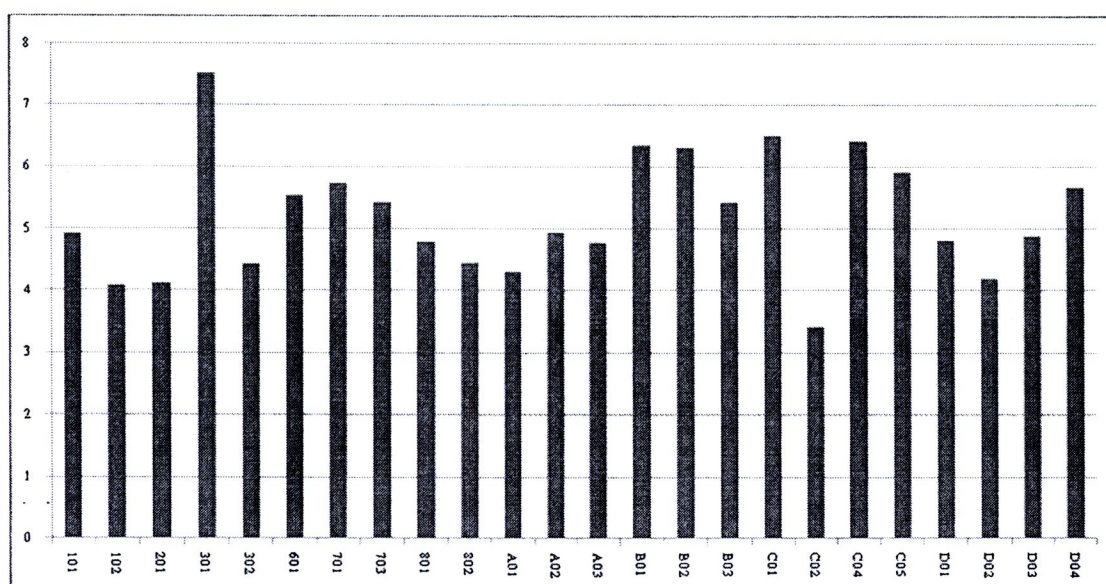
4.2.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

จากการนำตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้ง 24 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า pH, Total acidity, Total soluble solid, Reducing sugar และ Inverted sugar ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4. 6

ปริมาณความชื้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวจำนวน 24 ตัวอย่าง แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.10 พบว่าปริมาณความชื้นของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวจะอยู่ในช่วงร้อยละ 3.43 ถึง 7.52 เป็นไปในทำนองเดียวกันกับศิริพร (2519) ซึ่งกล่าวไว้ว่าน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่วางขายในทาง

การค้ำจะมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 11 โดยประมาณ ทั้งนี้ความแตกต่างกันของปริมาณความชื้นในตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่นำมาทดสอบอาจเกิดเนื่องมาจากผู้ผลิต ซึ่งโดยทั่วไปการเคี้ยวน้ำตาลมะพร้าวของเกษตรกรผู้ผลิตจะอาศัยประสบการณ์ และความชำนาญส่วนบุคคล ในการพิจารณาว่าน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวได้ที่แล้วหรือไม่ และไม่ได้ใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบคุณภาพ และกำหนดเป็นค่ามาตรฐานแต่อย่างใด



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

ตารางที่ 4.6 ค่าของปริมาณความชื้น เถ้า pH, Total acidity, Total soluble solid, Reducing sugar และ Inverted sugar ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้ง 24 ตัวอย่าง

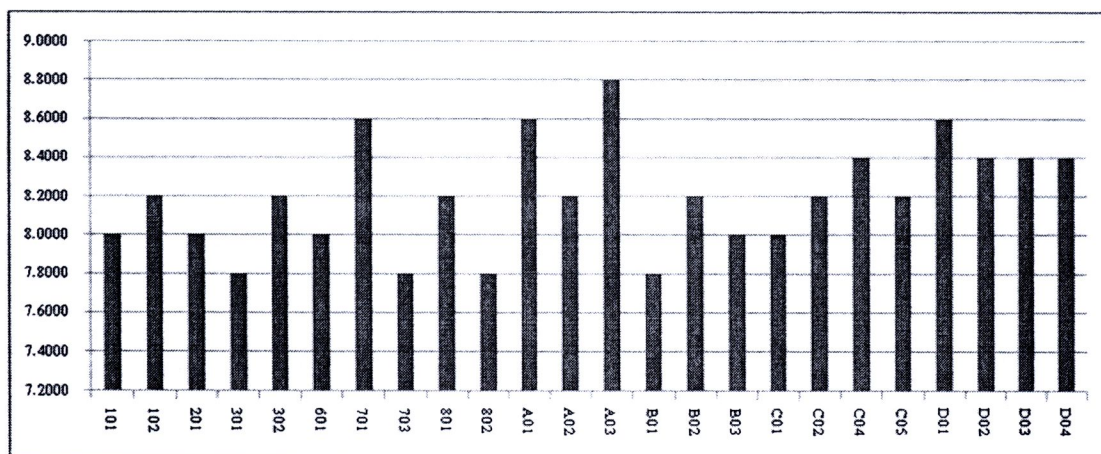
ที่	ตัวอย่าง	ปริมาณ ความชื้น (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	pH	Total acidity (%w/v)	total soluble solid 10 % (°brix)	Reducing Sugar % (w/w)	Inverted Sugar % (w/w)
1	101	4.9122	1.1757	5.39	0.1188	8.0	82.1662	9.7973
2	102	4.0862	0.2981	5.88	0.0596	8.2	75.2049	9.3664
3	201	4.1167	0.5453	5.32	0.1182	8.0	72.5519	13.0211
4	301	7.5217	0.4105	5.66	0.0599	7.8	75.0407	6.5835
5	302	4.4248	0.5712	5.06	0.1186	8.2	75.6630	11.1754
6	601	5.5329	1.4576	5.65	0.1778	8.0	75.3500	7.6347
7	701	5.7288	1.6657	5.18	0.2356	8.6	74.9647	9.4246
8	703	5.4279	0.2831	5.90	0.0296	7.8	75.8863	5.7033
9	801	4.7873	1.2134	5.61	0.1780	8.2	78.6660	10.9783
10	802	4.4548	2.1114	5.23	0.2938	7.8	79.1756	16.4338
11	A01	4.2990	0.7447	5.21	0.1186	8.6	78.7889	9.7973
12	A02	4.9371	0.7236	5.17	0.1192	8.2	70.1893	9.3664
13	A03	4.7826	0.8966	5.04	0.1189	8.8	76.0863	11.1125
14	B01	6.3400	1.6138	5.53	0.2365	7.8	63.7085	6.1409
15	B02	6.3085	0.7210	5.73	0.1195	8.2	73.3388	8.3786
16	B03	5.4211	0.6294	5.95	0.1777	8.0	77.1936	8.0337
17	C01	6.5122	1.9885	5.47	0.2359	8.0	67.1078	8.4668
18	C02	3.4299	0.4843	5.75	0.1190	8.2	66.8640	3.9426

ที่	ตัวอย่าง	ปริมาณ ความชื้น (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	pH	Total acidity (%w/v)	total soluble solid 10 % (°brix)	Reducing Sugar % (w/w)	Inverted Sugar % (w/w)
19	C04	6.4158	1.1549	5.14	0.2375	8.4	71.9011	9.4856
20	C05	5.9166	1.0052	4.97	0.1779	8.2	79.1482	10.0835
21	D01	4.8058	0.6814	5.54	0.1192	8.6	74.2768	1.7017
22	D02	4.1908	0.5882	4.97	0.1770	8.4	79.4505	8.3061
23	D03	4.8830	1.5111	5.07	0.3565	8.4	64.3921	9.7447
24	D04	5.6623	1.2689	5.90	0.1186	8.4	80.3813	6.0742

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เตรียมได้จากสารละลายน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวความเข้มข้น 10% (w/v) ของน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวทั้ง 24 ตัวอย่าง แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.11 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวอยู่ในช่วง 7.8 ถึง 8.8 องศาบริกซ์ ซึ่งเมื่อเทียบเป็นร้อยละแล้วคิดเป็น 78% ถึง 88 แสดงว่าของแข็งในน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวเป็นของแข็งที่ละลายน้ำได้เกือบทั้งหมด และจะเห็นได้ว่าตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี่ยวที่นำมาทดสอบนั้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำหวานเข้มข้น มอก. 155/2532 ซึ่งได้กำหนดไว้ถึงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 65 องศาบริกซ์

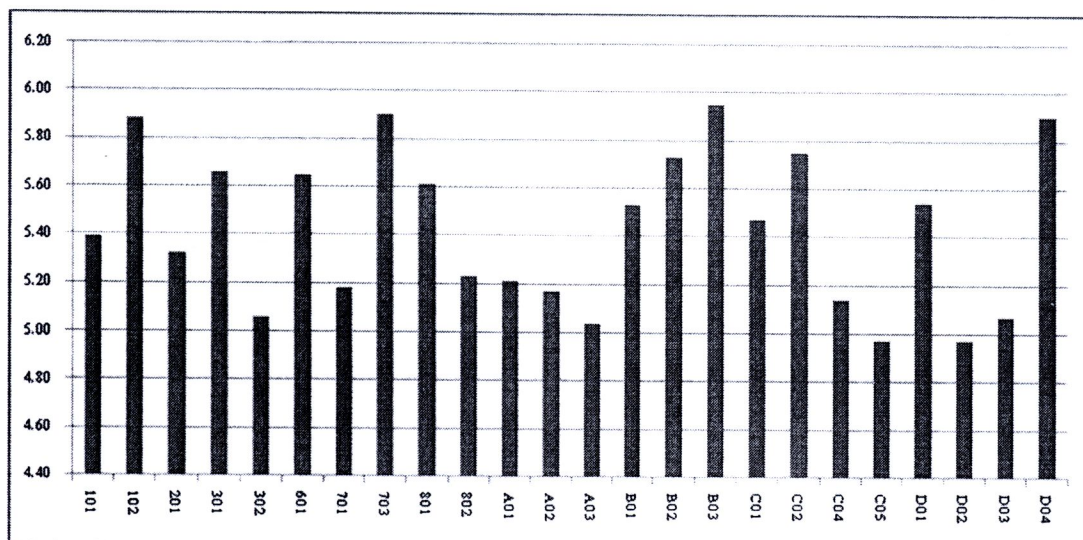




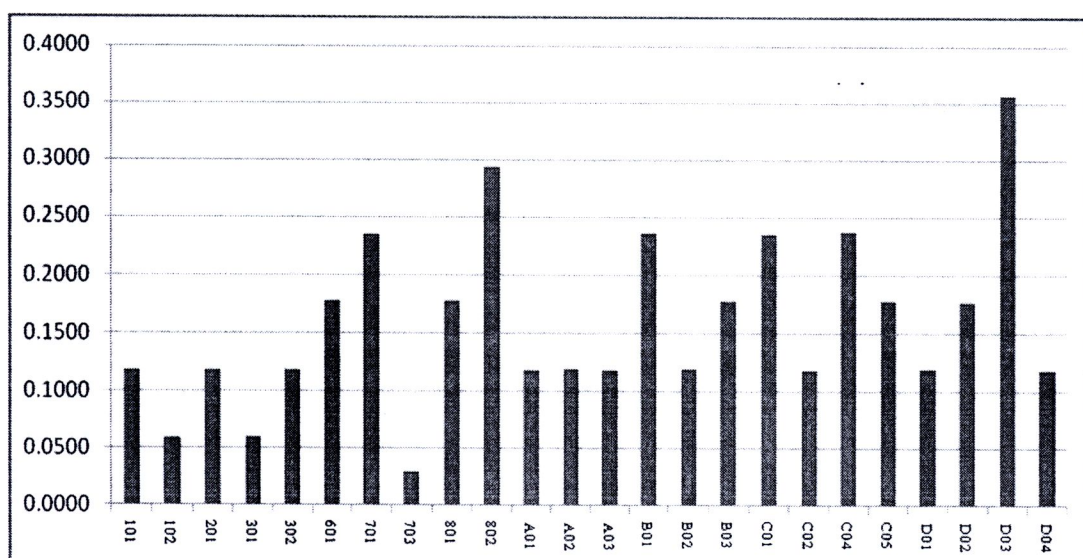
ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

ค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด

จากตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวที่เตรียมได้จากสารละลาย 10% (w/v) ของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว จำนวน 24 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวัดค่าพีเอชพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้งหมดมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.97 ถึง 5.95 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.12 และ 4.13 เป็นช่วงความเป็นกรดต่ำ ($\text{pH} \geq 4.50$) โดยเมื่อเทียบกับน้ำตาลมะพร้าวสดก่อนนำมาเคี้ยวมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.7 ถึง 7.2 (ประเทือง, 2503) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าพีเอชก่อนเคี้ยวและหลังเคี้ยวไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกันการวิเคราะห์ปริมาณกรดในตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.0296 ถึง 0.3565 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อปริมาณกรดมีค่าสอดคล้องกับค่าพีเอช โดยเมื่อปริมาณกรดเพิ่มมากขึ้นค่าพีเอชจะลดน้อยลง อย่างไรก็ตามค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมดของแต่ละตัวอย่างอาจมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากคุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้นเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การเก็บรักษา หากว่าผู้ผลิตมีการเก็บรักษาก่อนการจำหน่ายเป็นระยะเวลานาน และอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์สามารถนำน้ำตาลไปใช้และเปลี่ยนเป็นกรดได้ (รัตนชัย, 2535) อีกทั้งอาจรวมไปถึงแหล่งผลิตที่แตกต่างกันด้วย



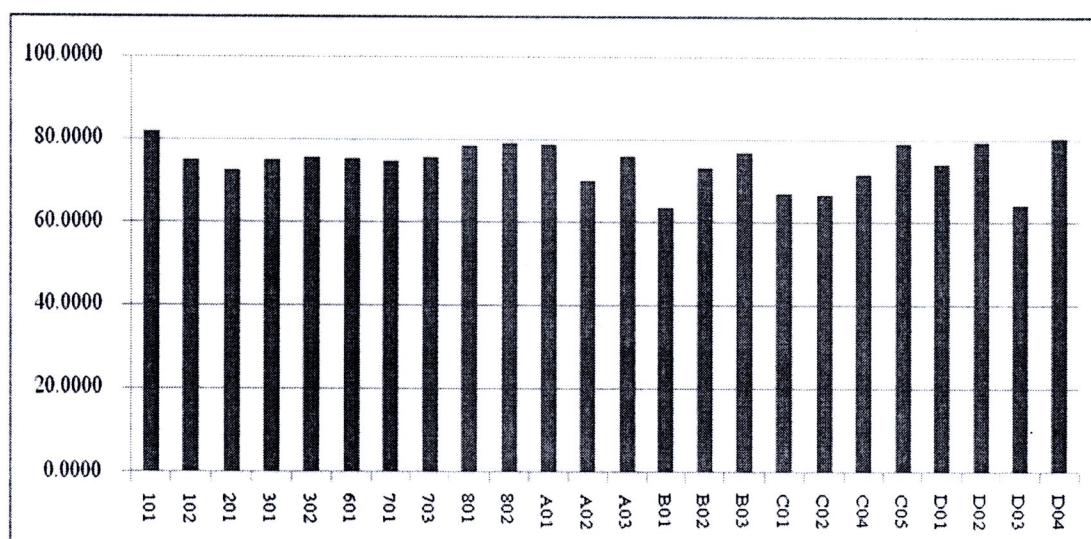
ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำตามมะพร้าวเดี่ยว



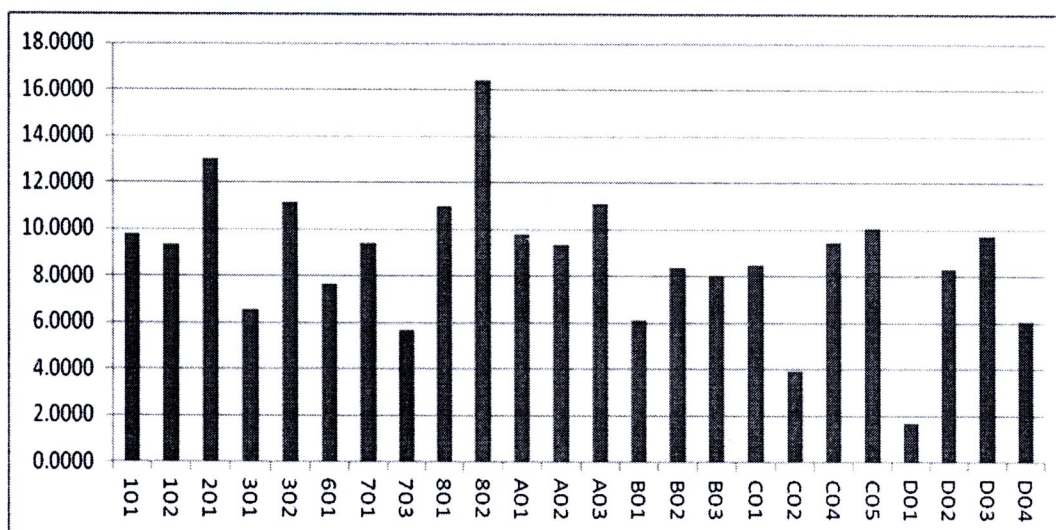
ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงค่าปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างน้ำตามมะพร้าวเดี่ยว

ปริมาณน้ำตาล

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน ได้แก่ ปฏิกิริยาอินเวอร์ชัน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อน้ำตาลซูโครสอยู่ในสภาพที่เป็นกรด และมีความร้อนเป็นตัวช่วยทำให้น้ำตาลซูโครสเกิดการสลายตัวเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสหรือกลายเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ได้เร็วยิ่งขึ้น (นิธิยา, 2544) นอกจากนี้อาจเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ พวก *Saccharomyces cerevisiae* ในระหว่างการเก็บรักษาก่อนการจำหน่าย ซึ่งสามารถผลิตเอนไซม์อินเวอร์เตสได้ (นิภา และคณะ, 2551)



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงปริมาณ Reducing Sugar



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงปริมาณ inverted Sugar

4.2.3 การวิเคราะห์ทางชีวภาพ

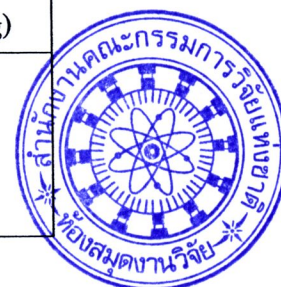
จากการวิเคราะห์ total plate count และ yeast and mold ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 7 จากตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวเมื่อทำไปวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าทุกตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 1.00×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลมะพร้าว ที่กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวได้แก่ปริมาณความชื้นหรือค่าปริมาณน้ำอิสระ อุณหภูมิ เวลา และวิธีการเก็บรักษา และค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

ตารางที่ 4.7 ค่าของปริมาณจุลินทรีย์ Yeast and Mold ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้ง 24 ตัวอย่าง จากทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดสมุทรสงคราม

ที่	ตัวอย่าง	Yeast&Mold (CFU/g)
1	101	1.67×10^1
2	102	2.67×10^1
3	201	2.33×10^2
4	301	2.67×10^1
5	302	1.67×10^1
6	601	<10
7	701	6.67×10^2
8	703	1.67×10^1
9	801	2.67×10^2
10	802	2.33×10^2
11	A01	1.67×10^1
12	A02	2.67×10^1
13	A03	2.33×10^2
14	B01	1.00×10^1
15	B02	2.33×10^2
16	B03	6.67×10^2
17	C01	6.67×10^2
18	C02	2.67×10
19	C 04	<10
20	C 05	<10
21	D01	2.33×10^2

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ค่าของปริมาณจุลินทรีย์ Yeast and Mold ของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้ง 24 ตัวอย่างจากทั้ง 3 อำเภอในจังหวัดสมุทรสงคราม

ที่	ตัวอย่าง	Yeast&Mold (CFU/g)
22	D02	<10
23	D03	6.67×10^2
24	D04	1.67×10^2



4.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบการวิเคราะห์เชิงบรรยายปริมาณของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว

จากการนำตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวมาเตรียมตัวอย่างและทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบการวิเคราะห์เชิงบรรยายปริมาณ(Quantitative Descriptive Analysis, QDA) โดยใช้ผู้ชิมที่ผ่านคัดเลือกแล้วจำนวน 15 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวในปัจจัยคุณภาพด้าน สี กลิ่น น้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสแปลกปลอม รสหวานของน้ำตาลทราย เนื้อสัมผัส ความเป็นทราย และการละลายในปาก โดยใช้ line scale ความยาว 15 เซนติเมตรสำหรับการกำหนดจุดความเข้มของแต่ละคุณลักษณะ

ปัจจัยคุณภาพที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวได้แก่ กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสน้ำตาลมะพร้าว และการละลายในปาก สำหรับปัจจัยคุณภาพที่เป็นคุณลักษณะตรงข้ามคือ กลิ่นรสแปลกปลอม เนื้อสัมผัสเป็นทราย และรสหวานของน้ำตาลทราย ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นดังนี้ คุณภาพเชิงบวกได้แก่ กลิ่นรสน้ำตาลมะพร้าวคะแนนอยู่ในช่วง 2.33-10.80 การละลายในปากคะแนนอยู่ในช่วง 2.40-11.38 กลิ่นน้ำตาลมะพร้าวคะแนนอยู่ในช่วง 2.48-10.68 ดังนั้นอาจจัดช่วงคะแนนตามเกรดได้ดังนี้ เกรด A คะแนนอยู่ในช่วง 8-12 เกรด B คะแนนอยู่ในช่วง 6-8 เกรด C คะแนนอยู่ในช่วง 4-6 เกรด D คะแนนอยู่ในช่วง 2-4 ในขณะที่คุณภาพเชิงลบ

ได้แก่ กลิ่นรสแปลกปลอมคะแนนอยู่ในช่วง 2.17-6.40 รสหวานของน้ำตาลทรายคะแนนอยู่ในช่วง 4.21-11.89 เนื้อสัมผัสความเป็นทรายคะแนนอยู่ในช่วง 2.99-9.16

ผลการประเมินนี้เนื่องจากมีความแตกต่างกัน แบ่งได้เป็นระดับ จึงสามารถนำมาแบ่งน้ำตาลมะพร้าวเทียมเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่ม A จะเป็นกลุ่มที่มีคะแนนของปัจจัยคุณภาพที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของน้ำตาลมะพร้าวเทียมสูงและมีคะแนนของปัจจัยคุณภาพที่เป็นคุณลักษณะตรงข้ามของน้ำตาลมะพร้าวเทียมต่ำ และกลุ่ม B, C และ D ก็จะมีคะแนนลดหลั่นลงไปตามลำดับ โดยน้ำตาลมะพร้าวทั้ง 24 ตัวอย่างอยู่ในกลุ่ม A จำนวน 6 ตัวอย่าง กลุ่ม B จำนวน 5 ตัวอย่าง กลุ่ม C จำนวน 8 ตัวอย่างและกลุ่ม D จำนวน 3 ตัวอย่าง และไม่สามารถจัดกลุ่มได้อีก 2 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ เพราะคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อทำซ้ำจะแตกต่างกันมากและไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเทียมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ยังไม่มีมาตรฐานการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง บางครั้งพบว่าตัวอย่างจากแหล่งผลิตและจำหน่ายแหล่งเดียวกัน แต่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

4.3 การจัดกลุ่มตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเทียม

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบการวิเคราะห์เชิงบรรยายปริมาณของน้ำตาลมะพร้าวเทียมกับผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่าเป็นไปอย่างสอดคล้องกัน เช่น ตัวอย่างที่มีลักษณะแข็ง มีสีไม่เข้ม จะมีรสหวานของน้ำตาลทรายมาก เป็นต้น ดังนั้น จึงใช้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นการประเมินคุณลักษณะของน้ำตาลมะพร้าวเทียมในด้าน สี กลิ่นน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสแปลกปลอม รสหวานของน้ำตาลทราย เนื้อสัมผัสความเป็นทราย และการละลายในปาก มาวิเคราะห์และจัดกลุ่มตามค่าที่ได้ พบว่าค่าคะแนนของคุณภาพเชิงบวกได้แก่ กลิ่นน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสน้ำตาลมะพร้าว และการละลายในปาก มีคะแนนแตกต่างกัน สามารถแยกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ดังนี้ กลุ่ม A มีค่าเฉลี่ย 7.23, 7.89 และ 10.07 ตามลำดับ กลุ่ม B มีค่าเฉลี่ย 6.46, 6.27 และ 7.35 ตามลำดับ กลุ่ม C มีค่าเฉลี่ย 5.57, 5.54 และ 5.23 ตามลำดับ กลุ่ม D มีค่าเฉลี่ย 4.23, 3.74 และ 5.95 ตามลำดับ สำหรับคุณภาพเชิงลบได้แก่ กลิ่นรสแปลกปลอม รสหวานของน้ำตาลทราย และเนื้อสัมผัสความเป็นทราย ก็มีค่าค่อนข้าง

สอดคล้อง โดยมีค่าคะแนนดังนี้ กลุ่ม A มีค่าเฉลี่ย 3.79, 5.35 และ 5.29 ตามลำดับ กลุ่ม B มีค่าเฉลี่ย 4.60, 6.44 และ 6.45 ตามลำดับ กลุ่ม C มีค่าเฉลี่ย 5.94, 7.35 และ 7.52 ตามลำดับ กลุ่ม D มีค่าเฉลี่ย 4.79, 6.92 และ 8.26 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในที่นี้ไม่สามารถระบุได้ว่าตัวอย่างจากแหล่งใดหรือตัวอย่างรหัสใดถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด เพราะอาจมีผลกระทบต่อผู้ผลิตและผู้จำหน่ายนั้นๆ

ตารางที่ 4.8 การแบ่งกลุ่มตามคะแนนในการทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงบรรยายปริมาณ

เกรด	A	B	C	D
คุณลักษณะ				
กลิ่น น้ำตาลมะพร้าว	7.23	6.46	5.57	4.23
กลิ่นรส น้ำตาลมะพร้าว	7.89	6.27	5.54	3.74
การละลายในปาก	10.07	7.35	5.23	5.59
กลิ่นรส แผลกปลอม	3.79	4.60	5.94	4.79
รสหวานของน้ำตาลทราย	5.35	6.44	7.35	6.92
เนื้อสัมผัสความเป็นทราย	5.29	6.45	7.52	8.26

4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสอาหารที่ใช้น้ำตาลมะพร้าวที่มีกลุ่มคุณภาพต่างกัน

จากการจัดกลุ่มข้างต้น นำตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวที่มีระดับคุณภาพต่างกัน ระดับละ 1 ตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มมาใช้ประกอบอาหาร 4 อย่าง ได้แก่ ไอศกรีมกะทิ ลอดช่องน้ำกะทิ น้ำจิ้มซีฟู้ด และ ส้มตำ นำอาหารแต่ละอย่างที่ใช้ใช้น้ำตาลมะพร้าวที่มีระดับคุณภาพต่างกันั้นมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบแสดงระดับความชอบแบบ 9- point Hedonic scale โดยทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว รสหวานจากน้ำตาลมะพร้าว และความชอบรวม ตัวอย่างที่นำมาเป็นตัวแทนของกลุ่ม(โดยไม่ได้เรียงลำดับ) ได้แก่ ตัวอย่าง 601, A01,

A02 และ C05 ใช้ผู้ชิมที่รับสมัครจากผู้สนใจทั่วไปเข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดกลุ่มน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว ผลการทดสอบดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.9 พบว่า ไอศกรีมกะทิจากการใช้น้ำตาลมะพร้าว 601 ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบรวมสูงกว่าตัวอย่างอื่น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับไอศกรีมกะทิจากน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว A01 สำหรับในหลอดช่องกะทิก็กก็ได้ผลทำนองเดียวกัน แต่สำหรับในน้ำจิ้มซีฟู้ด และส้มตำ พบว่าการใช้น้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวทั้ง 4 ตัวอย่างให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในคุณลักษณะทุกด้านในการทดสอบ

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบแบบ 9- point Hedonic scale ในไอศกรีมกะทิ

คุณลักษณะอาหาร	คะแนนเฉลี่ยอาหารที่ใช้ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว			
	601	A01	A02	C05
ลักษณะปรากฏ	7.00 ^a	6.67 ^a	5.44 ^b	6.56 ^a
กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว	7.44 ^a	6.56 ^{ab}	5.00 ^b	5.78 ^{ab}
รสหวานจากน้ำตาลมะพร้าว	8.22 ^a	6.44 ^b	5.44 ^b	6.11 ^b
ความชอบรวม	7.78 ^a	6.45 ^{ab}	5.67 ^b	6.12 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบแบบ 9- point Hedonic scale ในหลอดช่องน้ำกะทิ

คุณลักษณะอาหาร	คะแนนเฉลี่ยอาหารที่ใช้ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว			
	601	A01	A02	C05
ลักษณะปรากฏ	7.30 ^a	7.00 ^{ab}	5.40 ^c	6.10 ^{bc}
กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว	7.40 ^a	6.30 ^{ab}	5.50 ^b	5.90 ^{ab}
รสหวานจากน้ำตาลมะพร้าว	7.60 ^a	7.30 ^{ab}	6.40 ^b	6.40 ^b
ความชอบรวม	7.80 ^a	7.40 ^a	6.40 ^b	6.50 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบแบบ 9- point Hedonic scale ในน้ำจิ้มซีฟู้ด

คุณลักษณะอาหาร	คะแนนเฉลี่ยอาหารที่ใช้ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว			
	601	A01	A02	C05
ลักษณะปรากฏ (ns)	6.80	6.80	6.90	6.50
กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว(ns)	7.20	6.10	6.90	6.30
รสหวานจากน้ำตาลมะพร้าว(ns)	7.00	6.00	6.70	5.90
ความชอบรวม (ns)	6.90	6.50	6.70	6.40

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบแบบ 9- point Hedonic scale ในส้มตำไทย

คุณลักษณะอาหาร	คะแนนเฉลี่ยอาหารที่ใช้ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว			
	601	A01	A02	C05
ลักษณะปรากฏ (ns)	6.85	6.60	6.62	6.80
กลิ่นหอมของน้ำตาลมะพร้าว(ns)	6.70	6.79	6.48	6.81
รสหวานจากน้ำตาลมะพร้าว(ns)	6.70	6.61	6.09	6.70
ความชอบรวม(ns)	7.20	6.90	6.28	6.69

ns ไม่มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มาของกลุ่มน้ำตาลมะพร้าวและจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้ชิมจำนวน 50 คน พบว่าถ้าอาหารมีส่วนผสมของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว ก่อนข้างมากหรือเป็นส่วนผสมหลักๆ ในการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารก็ให้ผลความชอบที่แตกต่างกันได้บ้างแต่ก็ไม่มากนัก แต่เมื่อเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยว น้อยก็ให้ผลที่ไม่แตกต่างแม้ว่าในส่วนของน้ำตาลมะพร้าวเคี้ยวจะมีความแตกต่างกัน