

หอสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
จากบันทึกลงเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

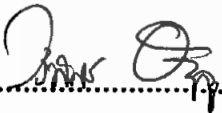
เรื่อง
ความคงตัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมชนิดต่างๆ

จัดทำโดย

นางสาวพุดิพร สุทธิอัมพร รหัสนักศึกษา 45040150

นางสาวภาวिका เชิญถนอมวงศ์ รหัสนักศึกษา 45040154

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


.....

(ดร. วรวิทย์ อารีกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

...23.../...สิงค.../2549...

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ความคงตัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมชนิดต่างๆ

Stability and sensory evaluation of betacyanin pigment from dragon fruit in various desserts



T096684

นางสาวศุทธิพร สุทธิอำพร รหัสนักศึกษา 45040150

นางสาวภาวิดา เจริญนอมวงศ์ รหัสนักศึกษา 45040154

๑๒พ.

พ 824 ค

2549

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....96684

วัน,เดือน,ปี..... - 4 Jun 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวศุภนิพัทธ์ สุทธิอัมพร และ นางสาวภาวิดา เจริญถนอมวงศ์ 2549 : ความคงตัวและการยอมรับ
ทางประสาทสัมผัสต่อรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมชนิดต่างๆ ภาควิชาอุตสาหกรรม
เกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : คร.วริพัทธ์ อารีกุล

บทคัดย่อ

รงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อทดแทนสีผสมอาหารสังเคราะห์ ในผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด ได้แก่ ขนมชั้น ขนมปุยฝ้าย ขนมปัง และวุ้นกะทิ พบว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ขนม 3 ชนิด คือ ขนมชั้นและวุ้นกะทิ ที่ใช้ปริมาณสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเท่ากับ 2.8% และ 0.7% โดยน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในขนมปังใช้ผงจากเปลือกแก้วมังกรเท่ากับ 2% โดยน้ำหนักของโด การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3-14 วัน พบว่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุการเก็บรักษา โดยค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (Total color difference, ΔH) จะมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราเร็วที่ต่างกัน ผลิตภัณฑ์ขนมที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมที่เก็บ อุณหภูมิสูง ผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิจะมีค่าความแตกต่างของสีทั้งหมดสูงสุดที่สุด เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ในขณะที่ขนมปังจะมีค่าความแตกต่างของสีต่ำที่สุด เมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

ผู้..... สุทธิอัมพร.....

ภักดา..... เจริญถนอมวงศ์.....

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....
.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

..... 23 สิงหาคม 2549

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการเสนอปัญหาพิเศษเรื่องความคงตัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อรงควัตถุ เบต้า-ไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมชนิดต่างๆนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาลัทธิศูทรปริญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิตของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งในการจัดทำครั้งนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับเกียรติจาก ดร.วิรัช อารีกุล มาเป็นที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า และได้กรุณาสละเวลาอันมีค่า มาให้คำแนะนำ คำปรึกษา และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมถึงการแก้ไขในส่วนที่ยังมีข้อบกพร่องอยู่ ทำให้รายงานและการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สมบูรณ์มาก

นอกจากนี้ก็ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ น้องชายและคุณแม่ของนายสมรัฐ ที่วิ้วกาลย์ ที่กรุณาให้สูตรทำขนมและคำแนะนำต่างๆที่ช่วยให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณที่แจ้ว ลำพิง, พิพร สมพร, พิรง ธงชัย, พิบลุ ทนาวุฒิ, พิมนตรี นราพร และเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำและกำลังใจเสมอมาจนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่ทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้เป็นมากกว่าวิชาปัญหาพิเศษ ขอขอบพระคุณด้วยความจริงใจไว้ ณ ที่นี้

พุดิพร สุทธิอมพร

ภาวิศา เจริญถนอมวงศ์

24 มีนาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 แก้วมังกร	2
2.2 เบต้าเลน	3
2.3 เบต้าไซยานิน	5
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 วัสดุ	7
3.2 อุปกรณ์	7
3.3 สารเคมี	8
3.4 วิธีการทดลอง	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 ขนมหัน	10
4.2 ขนมปูฝ้าย	13
4.3 ขนมปิ้ง	15
4.4 วัจนกะทิ	18
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	21
5.2 ข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดดู จากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น	11
2. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดดู จากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย	14
3. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดดู จากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง	17
4. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดดู จากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. โครงสร้างพื้นฐานของเบต้าเลน	4
2. โครงสร้างต่างๆของเบต้าเลน	4
3. ลักษณะของขนมชั้นที่ระดับความเข้มข้นสีต่างๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน	10
4. ลักษณะของขนมชั้นที่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกรและสีผสมอาหาร	11
5. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a และอายุการเก็บรักษาขนมชั้น ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	12
6. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของเอนทัลปีทั้งหมด (ΔH) และอายุการเก็บรักษาขนมชั้น ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	12
7. ลักษณะของขนมปุยฝ้ายที่ระดับความเข้มข้นสีต่างๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน	13
8. ลักษณะของขนมปุยฝ้ายที่ไม่ได้เติมสีและได้สีจากเปลือกแก้วมังกร	13
9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a และอายุการเก็บรักษาขนมปุยฝ้ายในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	15
10. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของเอนทัลปีทั้งหมด (ΔH) และอายุการเก็บรักษาขนมปุยฝ้าย ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	15
11. ลักษณะของขนมปังที่ระดับความเข้มข้นของสีต่างๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน	16
12. ลักษณะของขนมปังที่ไม่ได้เติมผงและเติมผงจากเปลือกแก้วมังกร	16
13. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a และอายุการเก็บรักษาขนมปังในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	18
14. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของเอนทัลปีทั้งหมด (ΔH) และอายุการเก็บรักษาขนมปังในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	18
15. ลักษณะของวุ้นกะทิที่ระดับความเข้มข้นของสีต่างๆ หลังให้ความร้อน	19
16. ลักษณะของวุ้นกะทิที่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกรและสีผสมอาหาร	19
17. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า a และอายุการเก็บรักษาวุ้นกะทิในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	20
18. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างของเอนทัลปีทั้งหมด (ΔH) และอายุการเก็บรักษาขนมวุ้นกะทิในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความใส่ใจต่อสุขภาพ และคุณค่าที่จะได้รับในการบริโภคอาหารมากขึ้น โดยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อความปลอดภัยต่อร่างกาย

แก้วมังกรเป็นพืชในตระกูลกระบองเพชรที่พบได้ทั่วไปและเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน เป็นผลไม้ที่กำลังนิยมบริโภคในปัจจุบัน เนื่องจากอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ เปลือกของผลแก้วมังกรซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากการบริโภคจะประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญคือเบต้าไซยานิน (betacyanins) ที่จัดอยู่ในกลุ่มเบต้าเลน (betalain) ที่มีสีชมพูแดง จึงสามารถนำมาสกัดเป็นสีผสมอาหารธรรมชาติเพื่อใช้ทดแทนการใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ นอกจากนี้รงควัตถุชนิดนี้ยังมีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระได้อีกด้วย

การศึกษาวิชาปัญหาพิเศษนี้จึงมุ่งศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร การยอมรับของผู้บริโภคและความคงตัวของรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ขนมปุยฝ้าย ขนมปัง และวุ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ของรงควัตถุเบต้าไซยานินในขนมชั้น ขนมปัง ขนมปุยฝ้าย และวุ้น
2. เพื่อศึกษาความคงตัวและการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกร ทดแทนการใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ขนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 แก้วมังกร (*Hylocereus Britton & Rose*)

แก้วมังกร (*Hylocereus Britton & Rose*) มีต้นกำเนิดมาจากประเทศในแถบละตินอเมริกา ซึ่งจะรู้จักกันทั่วไปในชื่อพิทายา (pitaya), พิทายา (pitahaya) หรือสแคร์รี่ฟรุต (scaly fruit) และเป็นที่รู้จักในประเทศไทยว่า แก้วมังกร ในเปลือกของผลไม้ชนิดนี้ประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญได้แก่ เบต้าไซยานิน (Betacyanins) ที่จัดอยู่ในกลุ่มของเบต้าเลน (Betalain) ที่มีปริมาณรงควัตถุสูงมากนี้ทำให้ผลแก้วมังกรมีความน่าสนใจมาก ส่วนเมืงและเนื้อส่วน mesocarp สามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดตามธรรมชาติได้ (Drennan และ Nobel, 2000; Stintzing และ คณะ, 2002)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แก้วมังกรอยู่ในวงศ์แคคตาซีอี (Cactaceae) ในตระกูลไฮโลซีรีอัส (*Hylocereus*) ซึ่งเป็นพืชกระบองเพชรประเภทเลื้อย มีความยาวลำต้น 5 เมตร หรือยาวกว่า ลำต้นมักจะเป็น 3 แฉก เป็นข้อๆ สีเขียว หรือเทาอมน้ำเงิน ขอบลำต้นมักจะมีหนาม ขอบลำต้นเป็นหยัก ดอกมีขนาดใหญ่เป็นรูปทรงกรวย และบานในเวลากลางคืน โดยบานคืนเดียวและมีสีขาวหรืออาจมีสีแดงปนแต่น้อยมาก ผลมีขนาดใหญ่ รูปร่างทรงกลมหรือกลมแป้น รูปไข่หรือรูปไข่รี เป็นผลไม้สดมีกลิ่นหวาน เมล็ดรูปไข่ ขนาด 2.5x1.5 มิลลิเมตร สีน้ำตาลไหม้ ผิวเรียบ รอยบุ๋มขนาดกลางลาดเอียงบนผิว มีสารเหนียวคล้ายวุ้นหุ้มเมล็ด (สุพงษ์, 2545)

2.1.2 คุณสมบัติพิเศษของต้นแก้วมังกร

ลำต้นของแก้วมังกรสามารถสะสมน้ำได้มากเนื่องจากมีแวคิวโอลขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางเซลล์ และลักษณะพิเศษหลายอย่างของพืชตระกูลกระบองเพชร ในการป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้ทนแล้งได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น พืชพวกนี้มีการใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยกระบวนการพิเศษที่เรียกว่า Crassulacean acid metabolism (CAM) ซึ่งปากใบเปิดตอนกลางคืนทำให้แลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่ตอนกลางวันปากใบมีความต้านทานสูงหรือปากใบปิด ทำให้ต้นแก้วมังกรสูญเสียน้ำน้อยกว่าพืชอื่นๆ 5-10 เท่าตัวในตอนกลางวัน ตอนกลางคืนพืชจะตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และตามมาด้วยการสะสมกรด เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงในวันรุ่งขึ้นต่อไป (สุพงษ์, 2545)

2.1.3 คุณสมบัติทางสมุนไพร(ยา)

พืชพวกกระบองเพชรมีสารมิวซิเลจ (mucilage) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นสาร โพลีแซคคาไรด์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน (complex polysaccharide) มีลักษณะคล้ายวุ้นเหลว หรือคล้ายเยลลี่และมีคุณสมบัติดูดซับน้ำ กระบองเพชรบางชนิดมีปริมาณสารดังกล่าวราว 3% โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น ดอก และผลของพืชกระบองเพชร มีสมบัติทางยาแต่ในการบริโภค เช่น การบริโภคในปาล์กลีโต้ (ใบกระบองเพชรพวกคั้นเสมา) ช่วยปรับปรุงการควบคุมน้ำตาลกลูโคสในคนที่ เป็นโรคเบาหวาน โดยไม่ต้องใช้อินซูลิน ทั้งนี้ในปาล์กลีโต้สามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคส และเพิ่มฤทธิ์ของอินซูลินภายใต้สภาวะน้ำตาลในเลือดสูง สามารถลดระดับไตรกลีเซอไรด์และโคเลสเตอรอล ทั้งหมด โดยเน้นการลดไลโปโปรตีน-โคเลสเตอรอล ชนิดความหนาแน่นต่ำในเลือดได้ อาหารสุขภาพประเภทนี้ไม่ต้องมีใบอนุญาตและมีการผลิตอาหารประเภทนี้เพื่อสุขภาพในหลายประเทศแล้ว นอกจากนี้ยังมีการอ้างว่า การกินผลแก้วมังกรเป็นการเพิ่มธาตุเหล็ก ซึ่งช่วยบรรเทาโรคโลหิตจางและผลแก้วมังกรผิวสีทองมีสาร Captine ซึ่งบำรุงหัวใจได้ (สุพงษ์, 2545)

2.1.4 การใช้ประโยชน์

2.1.4.1 การรับประทานสด

ผลแก้วมังกรใช้รับประทานเป็นผลไม้สด โดยคัดเลือกเอาผลที่มีลักษณะดีที่ด้านล่างทำความสะอาด แล้วนำไปแช่เย็นก่อน ซึ่งจะช่วยให้รสชาติในการกิน นอกจากรับประทานสดในส่วนเป็นผลไม้เองแล้ว ยังมีการคิดวิธีการรับประทานให้หลากหลายออกไป เช่น รับประทานกับไอศกรีม ทำแก้วมังกรน้ำกะทิ เป็นส่วนผสมของสลัดผักผลไม้ ทำน้ำผลไม้ปั่น หรือใช้ในสลัดต่างๆ

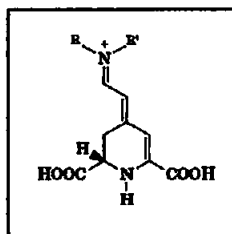
2.1.4.2 การแปรรูป

ผลแก้วมังกรสามารถนำมาแปรรูปเป็นสินค้าต่างๆ เช่น ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกะทิ ไอศกรีม ไวน์ แยม น้ำหวานแก้วมังกร และลูกอม เป็นต้น นอกจากนี้มีการนำผลแก้วมังกรมาผสมแก้อาหารเพื่อให้อาหารอร่อย โดยเฉพาะพวกให้ผลเนื้อสีแดงหรือการสกัดสีจากเปลือกมาใช้ การค้นคว้าวิธีกินให้มากยิ่งขึ้นช่วยให้อาหารบริโภคมากขึ้น และขยายการใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติทางสมุนไพรที่จะช่วยให้ผลแก้วมังกรเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ (สุพงษ์, 2545)

2.2 เบต้าเลน (Betalain)

เบต้าเลนเป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดงและสีเหลืองคล้ายแอนโทไซยานินและฟลาโวนอยด์ พบเฉพาะในพืชตระกูล *Centrospermae* และชนิดที่เป็นอาหารบริโภคได้คือ หัวบีท (red beet) นอกจากนั้นยังพบเบต้าเลนได้ในผลจากพืชในตระกูลกระบองเพชร เช่น ผล pokeberries และดอกไม้บางชนิด เช่น bougainvillia และผักโขม (amaranthus) เบต้าเลนมีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

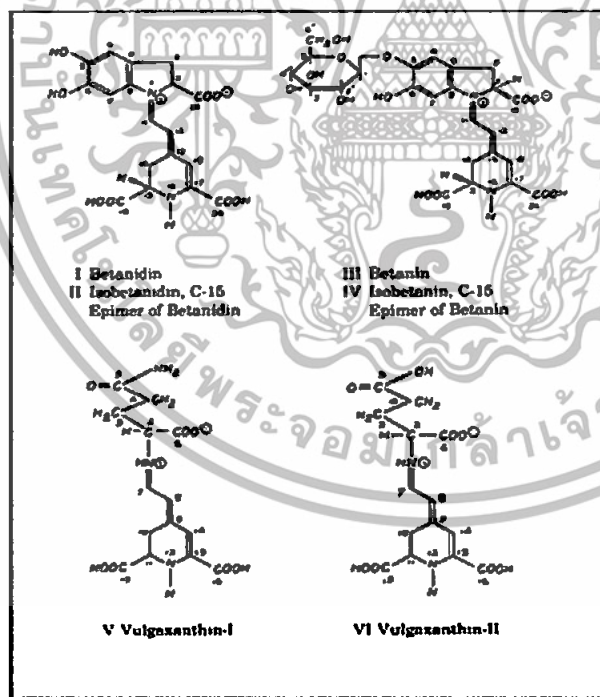


ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของเบต้าเลน

ที่มา : นิธิยา รัตนานนท์ (2545)

ถ้าหมู่ R' และ R ถูกแทนที่ด้วยแอลคิล (alkyl) หรือ เบนซิล (benzyl) สารประกอบรงควัตถุที่ได้จะมีสีแดง เมื่อพันธะคู่มีเรโซแนนซ์ เรียกว่า เบต้าไซยานิน (betacyanin) แต่ถ้าพันธะคู่ไม่มีเรโซแนนซ์ สารประกอบที่ได้จะมีสีเหลือง เรียกว่า เบต้าแซนทิน (betaxanthin) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2 รงควัตถุทั้งสองมักพบรวมกันเสมอ เช่นเดียวกับที่พบแอนโทไซยานินอยู่รวมกับฟลาโวนอยด์ แต่แอนโทไซยานินและเบต้าไซยานินจะไม่พบด้วยกันในธรรมชาติ

แอนโทไซยานินและเบต้าเลน มีโครงสร้างทางเคมีและมีช่วงดูดกลืนแสงที่ต่างกัน จึงสามารถแยกแอนโทไซยานินและเบต้าเลนออกจากกันได้ง่าย โดยเบต้าไซยานินจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร และเบต้าแซนทินดูดกลืนแสงที่ 480 นาโนเมตร ส่วนแอนโทไซยานินจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 270 นาโนเมตร นอกจากนี้เบต้าเลนยังสามารถละลายได้ดีในน้ำ



ภาพที่ 2 โครงสร้างต่างๆของเบต้าเลน

ที่มา : http://www.landfood.ubc.ca/courses/fhn/410/colour/3_70.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปแล้วเบต้าเลนจะมีสมบัติในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ เช่น การต่อต้านเชื้อราในหัวบีทแดง (Delgado-Vargas และ Paredes-Lopez, 2000)

นอกจากนี้พบว่าเบต้าเลนยังสามารถยับยั้งการเกิดเนื้องอกบริเวณผิวหนังที่ถูกกระตุ้นโดย 12-O-teradecanoylphorbol-13-acetate (TPA) เช่นเดียวกับความสามารถในการยับยั้งกลีเซอรอลที่จะก่อให้เกิดเนื้องอกที่ปอดได้ การค้นพบนี้ทำให้หัวบีทเป็นผักที่มีคุณสมบัติในการป้องกันมะเร็ง นอกจากนี้ยังพบว่าการทำงานในการป้องกันและต่อต้านมะเร็งของหัวบีทจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการบริโภคพริกหวานสีแดงซึ่งมีแคโรทีนอยด์ หอมหัวแดงซึ่งมีแอนโทไซยานินและอื่นๆ ดังนั้นเบต้าเลนอาจมีความสำคัญมากขึ้นในการใช้เป็นสารป้องกันมะเร็ง (Kapadia และ คณะ, 1996)

2.3 เบต้าไซยานิน (Betacyanins)

เบต้าไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วงแดงโดยจะจัดอยู่ในกลุ่มของเบต้าเลน ซึ่งเบต้าเลนจะมีกรดเบต้าลามิค (betalamic acid) เป็นโครงสร้างหลัก ในขบวนการสังเคราะห์เบต้าเลนจะได้เบต้าไซยานินและเบต้าแซนทินรวมกันในอัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งโครงสร้างของเบต้าไซยานินจะมาจาก 3, 4-dihydroxyphenylalanine (DOPA) แล้วสุดท้ายจะเกิดการรวมตัวกับกรดอะมิโนหรืออนุพันธ์ของเอมีนเกิดเป็นเบต้าไซยานิน ซึ่งจะเป็รงควัตถุที่สามารถละลายน้ำได้และให้สีในดอกไม้ และผลไม้ ในปัจจุบันเบต้าไซยานินมีโครงสร้างที่รู้จักทั่วไปอยู่ 30 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของ 5-O-glucosides เช่น เบตานิิน (betanin) ซึ่งอยู่ในพืชเกือบทุกชนิดที่มีรงควัตถุเบต้าไซยานินเป็นองค์ประกอบ โดยที่ความเสถียรของเบต้าไซยานินจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ, ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ออกซิเจน, แสงสว่าง และค่า a_w ซึ่งอุณหภูมิจะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเสถียรของสี (Castellar และคณะ, 2002)

การใช้รงควัตถุสีแดงที่ได้จากธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหารและเภสัชกรรมเป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจในการนำมาใช้ทดแทนสีสังเคราะห์ ซึ่งสีผสมอาหารจากหัวบีทสีแดง (*Beta vulgaris* L.) เป็นที่ยอมรับในการใช้ในอาหารของประเทศสหรัฐอเมริกา (21 CFR 73.40) และในกลุ่มประเทศยุโรป (E-162) และในทางการค้าจะได้รับการยกเว้นให้ไม่ต้องมีหนังสือรับรอง แต่สีแดงที่สกัดได้จากรากของหัวบีทจะมีกลิ่นรสบางประการที่ไม่เป็นที่ต้องการ ซึ่งจะมีผลต่อการใช้ในระดับอุตสาหกรรมจึงมีการใช้สีในตระกูลกระบองเพชรเป็นแหล่งของเบต้าไซยานินแทน เพราะจะมีกลิ่นรสที่ดีกว่าและมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าหัวบีทสีแดง (Castellar และคณะ, 2002)

2.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของเบต้าไซยานิน

รงควัตถุเบต้าไซยานินจะเสื่อมสภาพได้ง่ายเมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม โดยเบต้าไซยานินจะมีความไวต่อปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีผลต่อความเสถียร หรือความคงตัวของเบต้าไซยานิน (Cai และคณะ, 1998) ดังนี้

1) แสง : เบต้าไซยานินมีความไวต่อสภาวะที่มีแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ออกซิเจน : เบต้าไซยานินจะมีความเสถียรต่ำ เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน

3) อุณหภูมิ : เบต้าไซยานินจะมีความเสถียรสูง เมื่ออยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 14 องศาเซลเซียส

4) ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือค่าพีเอช : เบต้าไซยานินจะมีความเสถียรสูงสุดเมื่อมีความเป็นกรด – ด่างอยู่ระหว่าง 5 ถึง 6

Merin และคณะ (1987) ได้ทำการศึกษาถึงการลดลงของรงควัตถุเบต้าไซยานินเนื่องจากความร้อนในการสกัด prickly pear fruit ซึ่งสกัดโดยเอทานอล พบว่า ความเสถียรของเบต้าไซยานินจะมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ผลกระทบจากการขาดออกซิเจน หรือมีกรดแอสคอร์บิกในสารสกัดตัวอย่างจะไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกได้ออกซิเคชัน ซึ่งปฏิกิริยานี้จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียปริมาณเบต้าไซยานินในสารสกัดตัวอย่าง

Cai และคณะ (1998) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของรงควัตถุเบต้าไซยานินในพืชสายพันธุ์ *Amaranthus* พบว่า รงควัตถุเบต้าไซยานินจะมีความเสถียรที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 5.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

- เปลือกแก้วมังกรชนิดเนื้อขาวเปลือกแดง
- หัวกะทิ
- น้ำตาลทราย
- แป้งท้าว (ตราขายปลา)
- แป้งข้าวเจ้า (ตราช้างสามเศียร)
- แป้งมัน(ตราปลามังกร)
- แป้งสาลีเนกประสงค์ (ตราบัวแดง)
- แป้งสาลีทำขนมปัง (ตราบัวแดง)
- ไข่ไก่
- น้ามะนาว
- เนยสด (ตราออร์คิด)
- นมสดรสจืด (ตราหมี)
- ผงวุ้น (ตรานางเงือก)
- เกลือป่น (ตราปรุngthิพย์)
- ยีสต์ (ตราเฟอมีพัน)
- อิมัลซิไฟเอิง เอเจนต์สำหรับเค้ก (ตราเอสพี)
- ผงฟู (ตราอิมพีเรียล)
- นมผง
- สีผสมอาหาร (FD&C red # 2)

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

- ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้ว
- ชุดอุปกรณ์ในการทำขนม
- เครื่องปั่น-บด (Blender)
- ตู้อบลมร้อน (Memmert, Germany)
- เครื่องชั่ง (Spider 2-6-P, Germany)
- Desiccator
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrikon T-42K Milano, Italy)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่อง UV-spectrophotometer (Shimadzu รุ่น V-1601, Germany)
- เครื่อง Tray dry (Patch ov 606, Germany)
- เครื่องระเหยสูญญากาศ (Rotavapor Buchi R-114, Switzerland)
- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma meter CR 300, Japan)

3.3 สารเคมี

- แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การสกัดรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกร

นำเปลือกแก้วมังกรที่แกะเนื้อออกแล้วไปล้างให้สะอาด ขูดเอาส่วนของเนื้อที่ติดมากับเปลือกด้านในและตัดตากออกให้หมด จากนั้นนำเปลือกที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ปั่นรวมกับเอธานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วนของเปลือก : เอธานอล เท่ากับ 2 : 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กรองส่วนผสมที่ได้ด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายที่ได้ไประเหยเอธานอลโดยใช้เครื่องระเหยสูญญากาศที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เก็บสารสกัดเข้มข้นที่ได้ในที่มืด โดยการบรรจุในขวดสีชา นำไปแช่ไว้ในตู้เย็นจนกว่าจะนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ขนมทดแทนสีผสมอาหาร

3.4.2 การทำผงจากเปลือกแก้วมังกร

นำเปลือกแก้วมังกรที่แกะเนื้อออกแล้วไปล้างให้สะอาด ขูดเอาส่วนของเนื้อที่ติดมากับเปลือกด้านในและตัดตากออกให้หมด จากนั้นนำเปลือกที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง บดให้ละเอียด เก็บในสภาวะสูญญากาศ แล้วบรรจุไว้ในขวดสีชาเก็บที่อุณหภูมิห้อง

3.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมประเภทต่างๆ

3.5.1 ประเมินความเข้มของรงควัตถุที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด

ทำการผลิตขนมชั้น ขนมปุยฝ้าย ขนมปัง และวุ้น (ภาคผนวกที่ 1) ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นของสีที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดยการสุ่มถามความคิดเห็นของผู้บริโภค จำนวน 30 คน ต่อความเข้มข้นของสีในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จำนวน 3 ระดับ โดยวิธี Just about right

3.5.2 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจนได้ระดับสีที่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบสูงสุด และผลิตภัณฑ์ที่ผสมสีผสมอาหารมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Hedonic Scaling ที่ระดับสเกล 7 คะแนน โดยตรวจสอบลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งจะใช้จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติ(SPSS) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3.5.3 ศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด

นำผลิตภัณฑ์มาทำการศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่างที่เก็บ ณ อุณหภูมิต่ำจะวัดการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสีทุกวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ส่วนตัวอย่างที่เก็บ ณ อุณหภูมิห้องจะวัดการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสีทุกวัน จนกว่าจะพบการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ขนมนั่น

4.1.1 ศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัตุจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมนั่น

เมื่อนำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมาเติมลงในส่วนผสม 1.4 , 2.8 และ 4.2% ต่อส่วนผสมทั้งหมดของขนมนั่น (ภาพที่ 3) พบว่าขนมนั่นก่อนการให้ความร้อน (3a) และหลังให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที (3b) มีความแตกต่างของสีอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือขนมนั่นหลังให้ความร้อนจะเกิดเจลาตินในเข้ชั้นของแป้งทำให้ดูมีสีเข้มขึ้น แต่ในความเป็นจริงจะพบการลดลงของความเข้มข้นสีตลอดระยะเวลาการนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากการให้ความร้อน มีผลในการทำลายรงควัตถุจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้วยวิธี Just about right พบว่าผู้ทดสอบยอมรับการเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 2.8% ของส่วนผสมทั้งหมด

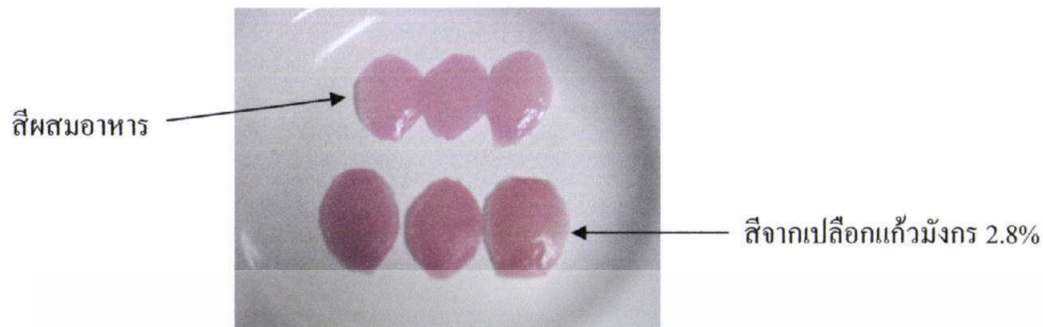


ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของขนมนั่นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรความเข้มข้นต่างๆ ก่อนให้ความร้อน(a) และหลังให้ความร้อน(b)

เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสของการใช้สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 2.8% ในส่วนผสมของขนมนั่น เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผสมสีผสมอาหาร (ภาพที่4) ด้วยวิธี Hedonic Scaling ที่ระดับสเกล 7 คะแนน ทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ พบว่าคะแนนของลักษณะทดสอบทั้ง 6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ขนมนั่นที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเฉลี่ย 5.33 ± 0.84 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของขนมนั่นที่เติมสีผสมอาหารที่มีค่า 4.97 ± 1.25 อย่างไรก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยทั้งสองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่เติมสีผสมอาหารและขนมชั้นที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของขนมชั้นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรและสีผสมอาหาร

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

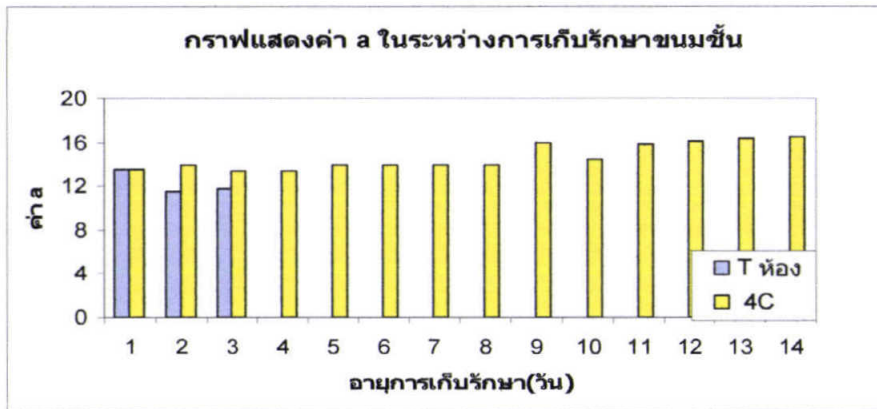
ผลิตภัณฑ์ขนมชั้น	การยอมรับทางประสาทสัมผัส					โดยรวม*
	สี*	ปรากฏ*	กลิ่น*	รสชาติ*	เนื้อสัมผัส*	
เติมสีผสมอาหาร	4.77±1.68	4.50±1.57	5.03±0.89	4.53±1.38	5.03±1.63	4.97±1.25
เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร	5.43±1.14	4.67±1.32	5.17±1.05	4.77±1.16	4.73±1.11	5.33±0.84

หมายเหตุ : * ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในการทดสอบและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.2.2 ความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

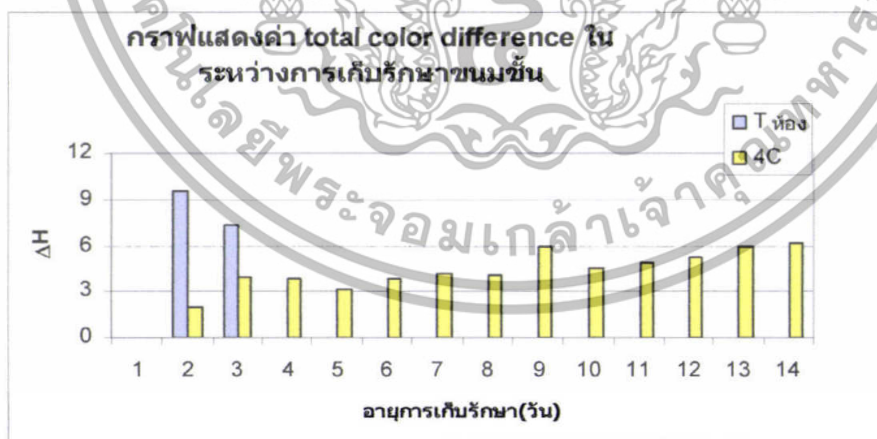
การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำโดยวัดการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสีระบบ CIE hunter (L^* , a^* , b^*) และประเมินการเปลี่ยนแปลงในค่า a ซึ่งบอกถึงปริมาณสีแดงในผลิตภัณฑ์และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) พบว่าขนมชั้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บนานกว่า 2 สัปดาห์ เมื่อผ่านการให้ความร้อนในผลิตภัณฑ์ขนมชั้นแล้วยังคงมีรงควัตถุเบต้าไซยานินเหลืออยู่ โดยค่า a^* มีค่าเท่ากับ 13.54 และค่า b^* มีค่าเท่ากับ 0.95 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีแดง เนื่องจากมีค่า a^* ค่อนข้างสูง และมีการผสมของสีเหลือง (b^*) บ้างเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าค่า a มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิห้อง แต่มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a^* (redness) ในการเก็บรักษาขนมชั้นที่เดิมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงของสีทั้งหมด (ΔH) ในระหว่างการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบกับค่าสีที่ได้ในวันแรก (วันแรก) พบว่า ΔH มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเมื่อผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษา 1 วัน ณ อุณหภูมิห้อง และมีค่าลดลงในวันที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุเบต้าไซยานินเป็นรูปอื่นที่มีการดูดกลืนแสงที่แตกต่างจากรงควัตถุเบต้าไซยานิน ทำให้ค่า ΔH สูงขึ้นอย่างชัดเจน และเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 2 วัน พบว่า ΔH มีค่าลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสลายตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานิน แต่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะค่อยๆมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำมีอัตราการเร่งปฏิกิริยาสูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งการเกิด retrogradation ของขนมชั้น ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการสะท้อนของแสงเปลี่ยน ทำให้ค่า L^* มีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ΔH มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 6)



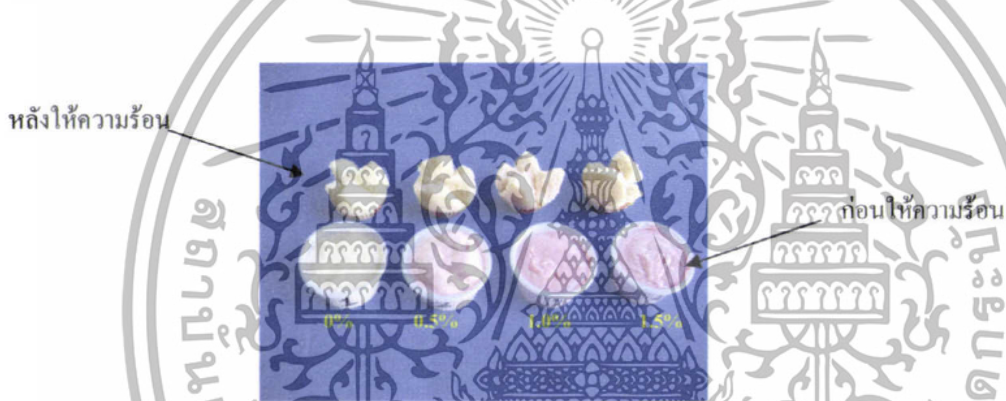
ภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) ในการเก็บรักษาขนมชั้นที่เดิม สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ขนมปุยฝ้าย

4.3.1 ศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย

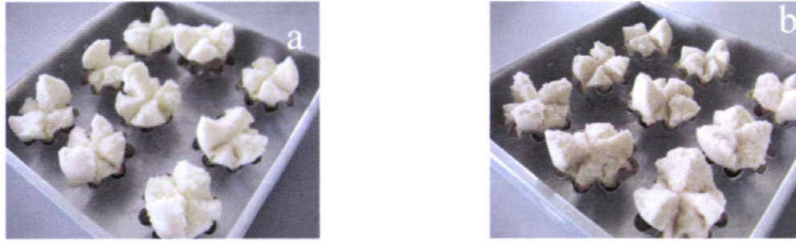
นำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมาเติมลงในส่วนผสม 0.5, 1 และ 1.5% ต่อส่วนผสมทั้งหมดของขนมปุยฝ้าย ตามลำดับ พบว่าภายหลังจากการนึ่งขนมปุยฝ้าย ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 13 นาที มีการลดลงของปริมาณสีเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนผสมที่ไม่ได้นึ่ง (ภาพที่ 7) โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจะเปลี่ยนเป็นสีค่อนข้างเหลืองและไม่มีเฉดของสีแดงอยู่เลย แสดงว่ารวงควัดอบด้่าไซยานินมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วเมื่อให้ความร้อน อีกทั้งขนมปุยฝ้ายจะมีส่วนผสมของผงฟูซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง ส่งผลต่อความเสถียรของรงควัตถุ(Cai และคณะ, 1998) พบว่ารวงควัดมีความไวต่อความเป็นกรดด่าง โดยจะไม่เสถียรในสภาวะที่เป็นด่าง จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้วยวิธี Just about right พบว่าผู้ทดสอบยอมรับที่การเติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร 1% ของส่วนผสมทั้งหมด



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของขนมปุยฝ้ายที่ระดับความเข้มข้นสีต่างๆ ก่อนและหลังให้ความร้อน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขนมปุยฝ้ายที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร และผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (ภาพที่ 8) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร มีลักษณะแข็งกระด้าง และมีสีอ่อนไปทางเหลือง ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ในการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสจึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่กลิ่นและรสชาติไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ± 1.00 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมของขนมปุยฝ้ายที่ไม่ได้ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ที่มีค่าเท่ากับ 5.43 ± 0.82 และมีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากมีสีออกเหลือง ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง ดังนั้นผู้ทดสอบจึงไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของขนมปุยฝ้ายที่ไม่ได้ใส่ (a) และใส่สีจากเปลือกแก้วมังกร 1% (b)

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่เติมรงควัตถุจากเปลือก

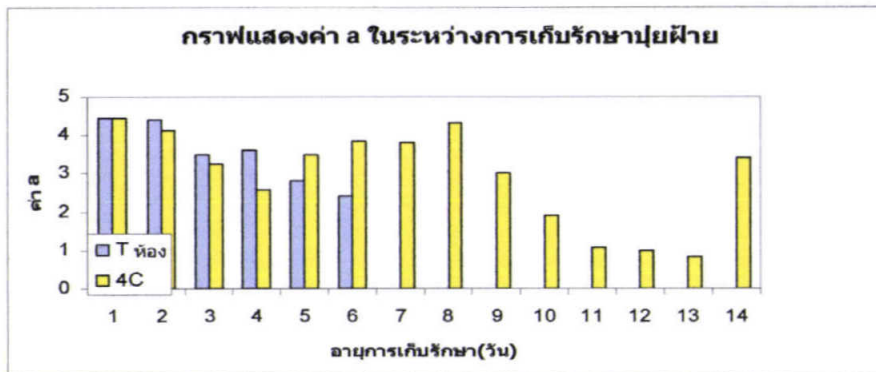
ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย	การยอมรับทางประสาทสัมผัส					ความชอบโดยรวม*
	สี*	ลักษณะปรากฏ*	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส*	
ไม่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร	5.20±1.00	5.17±1.18	5.00±1.44	5.23±1.19	5.17±1.18	5.43±0.82
เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร	4.43±1.43	4.43±1.14	4.90±1.27	5.27±1.36	4.03±1.43	4.80±1.00

*แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในการทดสอบแต่ละการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายที่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกรและไม่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร

4.3.2 ความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย

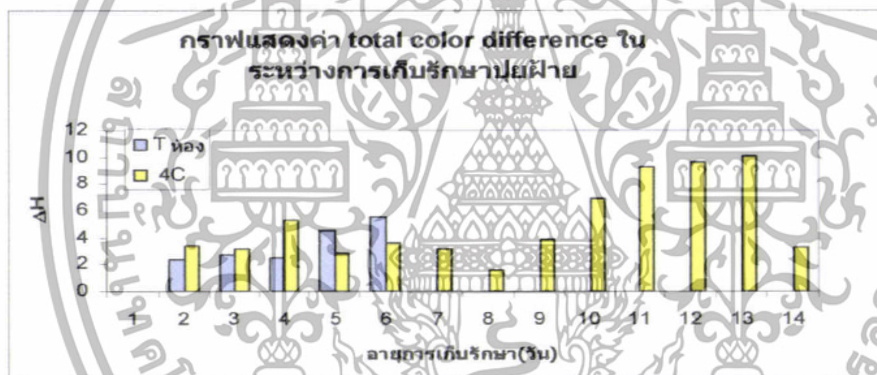
การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย เมื่อผ่านการให้ความร้อนแล้วจะคงเหลือรงควัตถุเบต้าไซยานินน้อยมาก เนื่องจากให้ความร้อนค่อนข้างสูง และเป็นเวลานานถึง 13 นาทีในสถานะที่เป็นค้าง ทำให้การวัดค่าสี ในค่า a^* ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสีแดงมีค่าต่ำมาก คือ มีค่า a^* เท่ากับ 4.43 ซึ่งแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับขนมชิ้นที่มีค่า a^* เท่ากับ 13.54 จากผลการทดลองจึงพบว่าค่า a^* มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนที่อุณหภูมิห้อง แต่มีแนวโน้มที่ไม่คงที่และไม่สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงได้อย่างที่ชัดเจน ในการเก็บรักษาขนมปุยฝ้ายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมีสีใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร (ภาพที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a^* (redness) ในการเก็บรักษาขนมปุ๋ยฝ้ายที่เดิมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างของสีในระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 (วันแรก) (ภาพที่ 10) ค่า ΔH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสค่อนข้างแปรปรวน เนื่องจากผลิตภัณฑ์สีใกล้เคียงสีขาว ทำให้การวัดสีมีความผันแปรมาก



ภาพที่ 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) ในการเก็บรักษาขนมปุ๋ยฝ้ายที่เดิมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

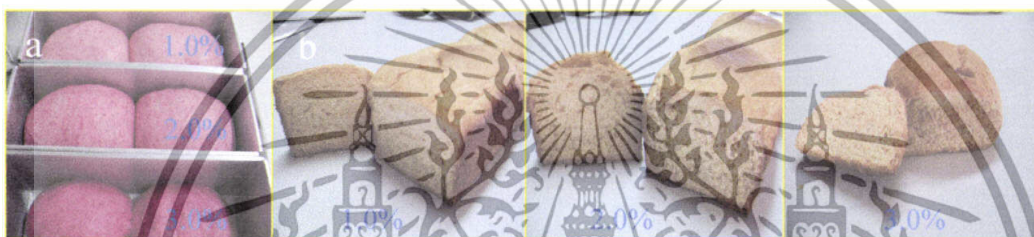
4.4 ขนมปัง

4.4.1 ศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงค์วัตถุจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

เมื่อนำผงจากเปลือกแก้วมังกรมาเติมลงในส่วนผสม 1.0, 2.0 และ 3.0% ต่อ 500 กรัม น้ำหนักโด จากภาพที่ 11 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของผงจากเปลือกแก้วมังกรทำให้โดมีสีชมพูของรวงค์วัตถุเบต้าไซยานินเข้มข้นตามลำดับ แต่หลังจากการอบขนมปังด้วยความร้อนสูงถึง 180 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที พบว่าขนมปังก่อนและหลังให้ความร้อนมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากการให้

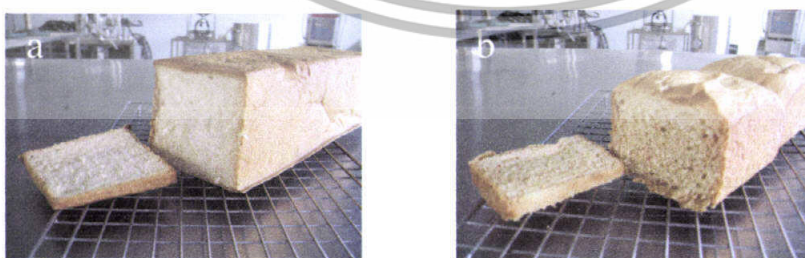
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนสูงเป็นเวลานานจะส่งผลให้รังควัตถุเบต้าไซยานินสลายตัว ขนมปังที่ได้จึงมีสีโทนเหลืองและมีจุดสีแดงกระจายอยู่ในเนื้อขนมปัง ทำให้มีลักษณะคล้ายขนมปังแครอท แสดงว่ารังควัตถุที่ละลายอยู่ในส่วนของโค ถูกทำลายจนหมด แต่จุดสีแดงที่แทรกอยู่ในผลิตภัณฑ์แสดงให้เห็นว่ารังควัตถุยังไม่สลายตัวจนหมด ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองนี้ไม่ได้สกัดรังควัตถุออกจากเนื้อเชื้อพืช และใช้ในรูปแบบของเปลือกแก้วมังกรบด ดังนั้นเนื้อเชื้อพืชจึงทำหน้าที่เป็นตัวฉนวนป้องกันความร้อนไม่ให้สัมผัสกับรังควัตถุได้โดยตรง อีกทั้งผงจากเปลือกแก้วมังกรจะมีปริมาณรังควัตถุมากกว่าสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จึงอาจมีรังควัตถุบางส่วนไม่ถูกทำลาย นอกจากนี้ การเพิ่มปริมาณผงแก้วมังกรในโคจะส่งผลให้ขนมปังที่ได้มีความแน่นเนื้อ ไม่เกิดการพองตัวในระหว่างการอบ (ภาพที่ 11) และเมื่อทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้วยวิธี Just about right พบว่าผู้ทดสอบยอมรับการเติมผงจากเปลือกแก้วมังกรที่ 2.0% ของส่วนผสมทั้งหมด



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของขนมปังที่ระดับความเข้มข้นของสีต่างๆ ก่อนให้ความร้อน(a) และหลังให้ความร้อน(b)

เมื่อเปรียบเทียบขนมปังที่ผสมและไม่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกร (ภาพที่ 12) พบว่าขนมปังที่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกรมีรูปร่างที่ไม่สวยงาม เนื่องจากในผงจากเปลือกแก้วมังกรมีเพคตินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเพคตินจะดูดซับน้ำและกระจายอยู่ทั่วไปในโค ซึ่งอาจสอดแทรกอยู่ในโครงสร้างของกลูเตนจึงทำให้กลูเตนเกิด โครงสร้างที่ไม่สมบูรณ์มีผลทำให้การกักเก็บก๊าซลดลงหรือส่งผลให้การพองตัวของขนมปังลดลงด้วย ดังนั้นเมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจึงมีความแตกต่างทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จากเปลือกแก้วมังกรกับขนมปังที่ไม่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกร



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะของขนมปังที่สูตรปกติ (a) และสูตรเติมผงจากเปลือกแก้วมังกร 2% (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบทางด้านสีพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากขนมปังที่ได้มีลักษณะเป็นจุดสีแดงกระจายอยู่ในขนมปัง อย่างไรก็ตามลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่3) จากการทดสอบความชอบโดยรวมผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกรเฉลี่ย 5.17 ± 1.18 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ไม่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกรที่มีค่าเฉลี่ย 5.23 ± 1.01 อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยทั้งสองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกรได้เช่นเดียวกับในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ไม่ผสมผงจากเปลือกแก้วมังกร ทั้งนี้ขนมปังที่ได้มีลักษณะคล้ายขนมปังแครอทซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร

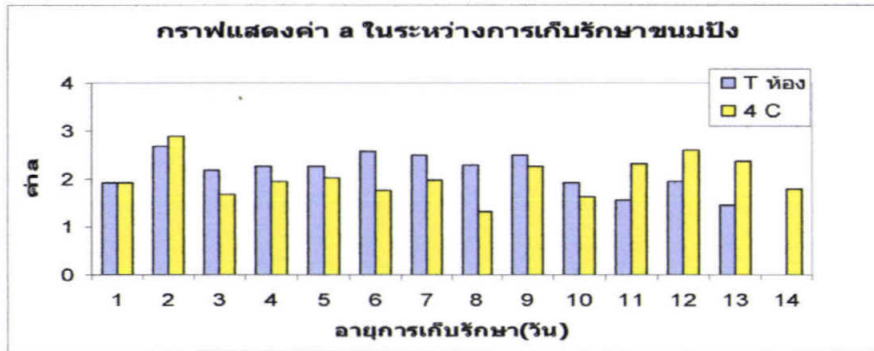
ผลิตภัณฑ์ขนมปัง	การยอมรับทางประสาทสัมผัส					
	สี*	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส*	ความชอบโดยรวม
ไม่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร	5.33 ± 1.06	4.97 ± 1.22	4.90 ± 1.40	5.20 ± 0.96	5.43 ± 1.31	5.23 ± 1.01
เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร	4.53 ± 1.89	4.30 ± 1.47	4.90 ± 1.24	5.17 ± 1.42	4.73 ± 1.34	5.17 ± 1.18

*แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในการทดสอบแต่ละการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกรและไม่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร

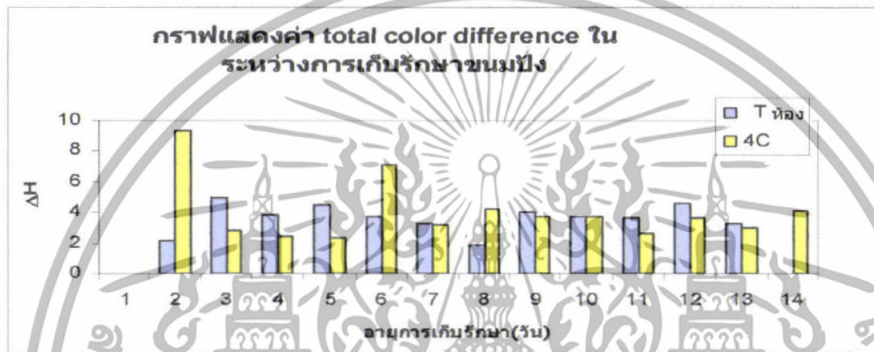
4.4.2 ความคงตัวของรวงควัดอบค้ำไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

การศึกษาคงตัวของรวงควัดอบค้ำไซยานิน ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วจะมีรวงควัดอบค้ำไซยานินเหลืออยู่น้อยมาก แต่จะมีจุดสีแดงของรวงควัดจากเปลือกแก้วมังกรหลงเหลืออยู่ ทำให้มีลักษณะคล้ายขนมปังแครอท จากการวัดค่าสีพบว่า ค่า a^* (ภาพที่ 13) มีค่าน้อยมากคือมีค่าเท่ากับ 1.92 ทำให้มีค่าผิดพลาดสูงในการวิเคราะห์โดยใช้ค่า a^* เพียงค่าเดียว การทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 (วันแรก) แต่จะมีความแปรปรวนตลอดการเก็บรักษา โดยที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุการเก็บประมาณ 13 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่า 2 สัปดาห์ ความแปรปรวนของค่า ΔH อาจเกิดเนื่องจากขนมปังที่ผ่านการให้ความร้อนจะเหลือจุดสีเล็กๆ กระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับหัววัดที่ใช้วัดสีมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ซึ่งมีพื้นที่น้อยมาก ทำให้การสัมผัสของหัววัดและจุดสีอาจครอบคลุมได้ไม่ทั่วถึงสม่ำเสมอ (ภาพที่ 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่13 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a* (redness) ในการเก็บรักษาขนมปังที่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



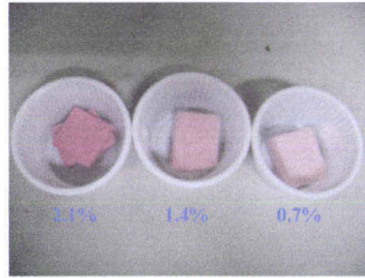
ภาพที่14 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) ในการเก็บรักษาขนมปังที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.5 วันกะทิ

4.5.1 ศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสของรังกวัดจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมวันกะทิ

เมื่อนำสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเติมลงในส่วนผสม 0.7 , 1.4 และ 2.1% ต่อส่วนผสมทั้งหมดของวันกะทิ (ภาพที่15) พบว่ารังกวัดเบต้าไซยานินในวันกะทิมีการสลายตัวจากความร้อนน้อยกว่าในขนมชั้น ขนมปุยฝ้าย และขนมปัง เนื่องจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมากและสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาที่สั้นกว่าผลิตภัณฑ์ขนมประเภทอื่นๆที่ทำการทดสอบ จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้วยวิธี Just about right พบว่าผู้ทดสอบยอมรับที่ระดับความเข้มข้น 0.7% ของส่วนผสมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 แสดงลักษณะของวุ้นกะทิที่ระดับความเข้มข้นของสีต่างๆ หลังให้ความร้อน

เมื่อเปรียบเทียบวุ้นกะทิที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร และวุ้นกะทิที่ผสมสีผสมอาหาร (ภาพที่ 16) พบว่าความชอบในด้านสี และลักษณะปรากฏมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4) โดยวุ้นกะทิที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรจะมีสีชมพูคล้ำกว่าวุ้นกะทิที่ผสมสีผสมอาหาร และพบว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 ± 1.06 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบ (5.27 ± 1.02) แต่ค่าเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งสองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สถิติแสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับทั้งผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิที่เติมสีผสมอาหารและวุ้นกะทิที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร



ภาพที่ 16 แสดงลักษณะของวุ้นกะทิที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรและสีผสมอาหาร

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของรวงควัดจากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ

ผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ	การยอมรับทางประสาทสัมผัส					
	สี*	ลักษณะปรากฏ*	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
เติมสีผสมอาหาร	4.60 ± 1.40	5.27 ± 1.05	5.03 ± 1.27	5.00 ± 1.34	5.23 ± 0.90	5.27 ± 1.02
เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร	5.57 ± 1.10	4.67 ± 1.06	4.60 ± 1.28	4.50 ± 1.50	4.67 ± 1.54	4.90 ± 1.06

*แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในการทดสอบแต่ละการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นกะทิที่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกรและไม่เติมสีจากเปลือกแก้วมังกร

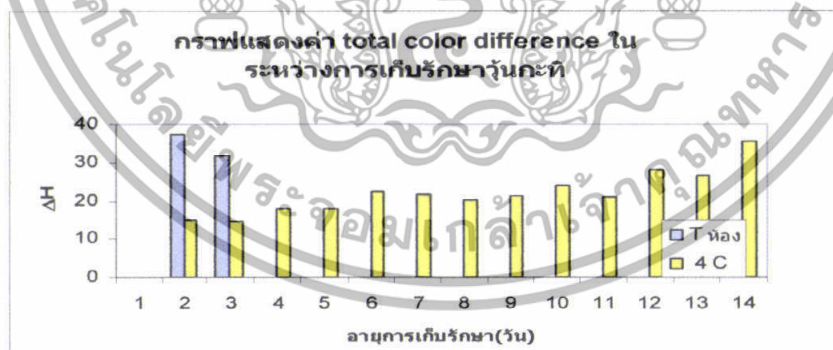
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ

การศึกษาความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ เมื่อผ่านการให้ความร้อนแล้วยังคงมีรงควัตถุเบต้าไซยานินเหลืออยู่เนื่องจากใช้ความร้อนค่อนข้างต่ำ ดังเห็นได้จากค่า a^* ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงเท่ากับ 13.60 แต่จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มการสลายตัวของรงควัตถุอย่างชัดเจน ทำให้ค่า a^* ลดลงจาก 13.60 เป็น 5.82 ภายในเวลา 3 วัน ซึ่งเป็นเวลาที่สามารถเก็บรักษาวัน โดยไม่มีการเสื่อมเสีย ส่วนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างคงที่ จากภาพที่ 18 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสีทั้งหมดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 (วันแรก) อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะที่สภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้อง แต่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำมีอัตราการเร่งปฏิกิริยาสูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a^* (redness) ในการเก็บรักษาวันกะทิที่เดิมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า ความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔH) ในการเก็บรักษาวันกะทิที่เดิมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ณ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ของรงควัตถุเบต้าไซยานินจากเปลือกแก้วมังกร ในผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด คือ ขนมชั้น ขนมปุยฝ้าย ขนมปัง และวุ้นกะทิ พบว่าในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น และวุ้นกะทิสามารถใช้สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรทดแทนสีผสมอาหารได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้ ยังคงมีรงควัตถุเบต้าไซยานินเหลืออยู่เห็นได้ชัดเจน ส่วนในขนมปุยฝ้ายมีการสูญเสียรงควัตถุเบต้าไซยานินมากกว่าขนมชั้น และวุ้นกะทิ เนื่องจากระยะเวลาในการให้ความร้อนนานกว่าและผลิตภัณฑ์มีสถานะที่เป็นค่าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีโทนสีเหลืองมากกว่าสีแดง เนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งกระด้าง ในขณะที่ขนมปังหากใช้สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่มีสีแดงของรงควัตถุเหลืออยู่ เนื่องจากต้องใช้ความร้อนในการอบสูงและเวลานาน ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่เสถียรต่อรงควัตถุเบต้าไซยานิน ดังนั้นจึงต้องใช้ในรูปแบบของผงจากเปลือกแก้วมังกรแทน การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบในผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด พบว่าผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร แต่ยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ขนมปัง และ วุ้นกะทิ โดยผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมากกว่าขนมชั้นที่ผสมสีผสมอาหาร ส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังและวุ้นกะทิพบว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรมากกว่า แต่การยอมรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้ ไม่มีความแตกต่างผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความคงตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานิน ในผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปตามอายุการเก็บรักษา โดยค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (Total color difference, ΔH) จะมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ขนมที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมที่เก็บ ณ อุณหภูมิสูง เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของรงควัตถุเบต้าไซยานินในผลิตภัณฑ์ขนมต่ำกว่าที่อุณหภูมิสูง

ข้อเสนอแนะ

1. รงควัตถุเบต้าไซยานินสามารถพัฒนาไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้อีก ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความเสถียรของรงควัตถุเบต้าไซยานินด้วย เช่น อุณหภูมิในการแปรรูปและการเก็บรักษา ค่าความเป็นกรด-ด่าง และระยะเวลาในการเก็บรักษา เป็นต้น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการแปรรูปยังคงมีสีจากเปลือกแก้วมังกรอยู่
2. เครื่องวัดสีที่ใช้ในการวัดผลิตภัณฑ์อาจมีความแปรปรวน เนื่องจากมีการใช้กับในหลายผลิตภัณฑ์ ทำให้ค่าที่วัดมีความคลาดเคลื่อนหากไม่มีการทำความสะอาดหลังการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปรรูปเอกสารนี้เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

“โครงสร้างบีทาเลน” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

http://www.landfood.ubc.ca/courses/fnh/410/colour/3_70.html : 10/8/2548

นิธิยา รัตนापนนท์. 2545. *เคมีอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์. หน้า 440-441.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. *แก้วมังกรพืชเศรษฐกิจ ผลไม้เพื่อสุขภาพ*. สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. หน้า 9-19.

Cai Y., Sun M., and Corke H. 1998. Colorant properties and stability of *Amaranthus* pigments. *J. Agric. Food Chem.* 46(11): 4491-4495.

Castellar R., Obon J. M., Alacid M. and Fernandez-Lopez J. A. 2003. Color Properties and Stability of Betacyanins from *Opuntia* Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2772-2776.

Delgado-Vargas F., A.R. Jimenez, and O. Paredes-Lopez. 2000. Natural pigments : carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Crit. Rev. Food Sci. and Nutr.* 40 : 173-289.

Drennan P. M. and Nobel P. S. 2000. Responses of CAM species to increasing atmospheric CO₂ concentrations. *Plants, Cell and Environment.* 23 : 767-781.

Kapadia J.G., H. Tokuda, T. Konoshima, and H. Nishino. 1996. Chemoprevention of lung and skin cancer by *Beta vulgaris* (beet) root extract. *Cancer Lett.* 100 : 211-214.

Merin U., Gagel S., Popel G., and Bernsthal, I. 1987. Thermal-degradation kinetics of prickly pear-fruit red pigment. *J. Food. Sci.* 52: 485-486.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนม

1. ขนมชั้น

ส่วนผสม

- แป้งท้าว	107	กรัม
- แป้งข้าวเจ้า	21	กรัม
- แป้งมัน	41	กรัม
- น้ำตาลทราย	165	กรัม
- น้ำ	90	กรัม
- กะทิ	300	กรัม
- สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเข้มข้น (1.4% , 2.8% และ 4.2% ต่อส่วนผสมทั้งหมด)		

วิธีทำ

1. ผสมน้ำและน้ำตาล ต้มน้ำเคี่ยวจนเป็นน้ำเชื่อมข้นๆ
2. ผสมแป้งทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกัน นวดกับกะทิทีละน้อย จนแป้งขึ้นเงาเนียนจึงค่อยๆ ใส่น้ำเชื่อมและกะทิจนหมด กรองด้วยผ้าขาวบาง
3. แบ่งส่วนผสมที่ได้เป็น 2 ส่วนคือ ไม่เค็มสีและสีชมพู (สีจากเปลือกแก้วมังกร)
4. ตักแป้งเทใส่ถาดบางๆ หนึ่งจนแป้งสุกประมาณ 3 นาที จึงหยอดชั้นต่อไป โดยสลับสีกัน

หมายเหตุ : ในขนมชั้นที่ไม่เค็มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำ 4.2% ต่อส่วนผสมทั้งหมด และขนมชั้นที่เค็มสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำจนครบ 4.2% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

2. ขนมปุยฝ้าย

ส่วนผสม

- ไข่ไก่(ไข่แดง)	1	ฟอง
- แป้ง	66	กรัม
- น้ำตาลทราย	54	กรัม
- ผงฟู	3	กรัม
- อิมัลซิไฟอิง เอเจนต์สำหรับเค้ก	4	กรัม
- นมสด	18	กรัม
- น้ำเย็น	30	กรัม
- น้ำมะนาว	3	กรัม
- สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเข้มข้น (0.5% , 1.0% และ 1.5% ต่อส่วนผสมทั้งหมด)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

- ผสมไข่แดง น้ำตาลทราย อิมัลซิไฟอิง เอเจนต์สำหรับเด็ก และน้ำที่ผสมสีเข้าด้วยกันแล้ว ในเครื่องผสม ที่ด้วยความเร็วสูงสุด จนส่วนผสมขึ้นฟูเป็นเนื้อครีม
- ค่อยๆเติมแป้งและผงฟูที่ผ่านการร่อน สลับกับนมสดทีละน้อย ตีให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้ว เติมน้ำมะนาว
- ตัดหยอคใส่พิมพ์จนเกือบเต็ม นึ่งในรังถึงใช้ไฟขนาดกลาง 10-15 นาที ขนมที่ได้จะขึ้นฟู
หมายเหตุ : ในขนมปุยฝ้ายที่ไม่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำ 1.5% ต่อส่วนผสมทั้งหมด และขนมชั้นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำจนครบ 1.5% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

3. ขนมปัง**ส่วนผสม**

- แป้งสาลี 1000 กรัม
- นมผง 50 กรัม
- ยีสต์ 22 กรัม
- ไข่ไก่ 1 ฟอง
- น้ำตาลทราย 250 กรัม
- เกลือ 10 กรัม
- น้ำ 500 กรัม
- เนยสด 115 กรัม
- ผงจากเปลือกแก้วมังกร (1% , 2% และ 3% ของน้ำหนักโค 500 กรัม)

วิธีทำ

- นำแป้ง นมผง ยีสต์ และไข่ไก่ มาผสมให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องผสมที่ความเร็วระดับ 1
- นำน้ำตาลทรายและเกลือมาละลายน้ำ ค่อยๆเติมลงในส่วนผสมในข้อที่ 1
- ใส่เนยสด ที่ด้วยความเร็วระดับ 2 ประมาณ 30 นาที
- แบ่งแป้งที่ได้เป็นส่วนๆ ส่วนละ 500 กรัม ผสมกับผงจากเปลือกแก้วมังกรตามอัตราส่วน

ข้างต้น

- นำก้อนแป้งที่ได้ไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (แป้งจะฟูขึ้นจนเต็ม

พิมพ์)

- อบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วันกะทิ

ส่วนผสม

- กะทิ 121 กรัม
- น้ำตาล 12 กรัม
- ผงวุ้น 3 กรัม
- เกลือ 0.5 กรัม
- สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเข้มข้น(0.7% , 1.4% และ 2.1% ต่อส่วนผสมทั้งหมด)

วิธีทำ

1. ผสมกะทิ น้ำตาล ผงวุ้น และเกลือ ตั้งไฟอ่อนๆ คนจนส่วนผสมเข้ากัน
 2. เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรเข้มข้น(0.7% , 1.4% และ 2.1% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ) คนต่ออีกประมาณ 2 นาที
 3. หยดใส่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้จนเย็น
- หมายเหตุ : ในวันกะทิที่ไม่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำ 2.1% ต่อส่วนผสมทั้งหมด และขนมชั้นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร จะเติมน้ำจมนครบ 2.1% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

**ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ต่อรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกรในผลิตภัณฑ์ขนมต่างๆ**

**1. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อรงควัตถุแคโรทีนอยด์ในผลิตภัณฑ์ขนม โดยเปรียบเทียบ
ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เติมและไม่เติมรงควัตถุจากเปลือกแก้วมังกร**

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบของสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

		Descriptives							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
COLOR	Control	30	4.77	1.675	.306	4.14	5.39	2	7
	Sample	30	5.43	1.135	.207	5.01	5.86	3	7
	Total	60	5.10	1.458	.188	4.72	5.48	2	7
APPEARAN	Control	30	4.50	1.570	.287	3.91	5.09	1	7
	Sample	30	4.67	1.322	.241	4.17	5.16	1	7
	Total	60	4.58	1.441	.186	4.21	4.96	1	7
ODOR	Control	30	5.03	.890	.162	4.70	5.37	4	7
	Sample	30	5.17	1.053	.192	4.77	5.56	3	7
	Total	60	5.10	.969	.125	4.85	5.35	3	7
FLAVOR	Control	30	4.53	1.383	.252	4.02	5.05	1	7
	Sample	30	4.77	1.165	.213	4.33	5.20	2	7
	Total	60	4.65	1.273	.164	4.32	4.98	1	7
TEXTURE	Control	30	5.03	1.629	.297	4.43	5.64	1	7
	Sample	30	4.73	1.112	.203	4.32	5.15	2	6
	Total	60	4.88	1.391	.180	4.52	5.24	1	7
OVERALL	Control	30	4.97	1.245	.227	4.50	5.43	2	7
	Sample	30	5.33	.844	.154	5.02	5.65	4	7
	Total	60	5.15	1.071	.138	4.67	5.43	2	7

หมายเหตุ : Control หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่เติมสีผสมอาหาร
Sample หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	6.667	1	6.667	3.257	.076
	Within Groups	118.733	58	2.047		
	Total	125.400	59			
APPEARAN	Between Groups	.417	1	.417	.198	.658
	Within Groups	122.167	58	2.106		
	Total	122.583	59			
ODOR	Between Groups	.267	1	.267	.281	.598
	Within Groups	55.133	58	.951		
	Total	55.400	59			
FLAVOR	Between Groups	.817	1	.817	.499	.483
	Within Groups	94.833	58	1.635		
	Total	95.650	59			
TEXTURE	Between Groups	1.350	1	1.350	.694	.408
	Within Groups	112.833	58	1.945		
	Total	114.183	59			
OVERALL	Between Groups	2.017	1	2.017	1.782	.187
	Within Groups	65.633	58	1.132		
	Total	67.650	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบของสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
COLOR	Control	30	5.20	.997	.182	4.83	5.57	3	6
	Sample	30	4.43	1.431	.261	3.90	4.97	1	7
	Total	60	4.82	1.282	.166	4.49	5.15	1	7
APPEARAN	Control	30	5.17	1.177	.215	4.73	5.61	3	7
	Sample	30	4.43	1.135	.207	4.01	4.86	2	6
	Total	60	4.80	1.205	.156	4.49	5.11	2	7
ODOR	Control	30	5.00	1.438	.263	4.46	5.54	2	7
	Sample	30	4.90	1.269	.232	4.43	5.37	3	7
	Total	60	4.95	1.346	.174	4.60	5.30	2	7
FLAVOR	Control	30	5.23	1.194	.218	4.79	5.68	2	7
	Sample	30	5.27	1.363	.249	4.76	5.78	2	7
	Total	60	5.25	1.271	.164	4.92	5.58	2	7
TEXTURE	Control	30	5.17	1.177	.215	4.73	5.61	2	7
	Sample	30	4.03	1.426	.260	3.50	4.57	1	6
	Total	60	4.60	1.417	.183	4.23	4.97	1	7
OVERALL	Control	30	5.43	.817	.149	5.13	5.74	4	7
	Sample	30	4.80	.997	.182	4.43	5.17	3	6
	Total	60	5.12	.958	.124	4.87	5.36	3	7

หมายเหตุ : Control หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่ไม่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร
Sample หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	8.817	1	8.817	5.800	.019
	Within Groups	88.167	58	1.520		
	Total	96.983	59			
APPEARAN	Between Groups	8.067	1	8.067	6.034	.017
	Within Groups	77.533	58	1.337		
	Total	85.600	59			
ODOR	Between Groups	.150	1	.150	.082	.776
	Within Groups	106.700	58	1.840		
	Total	106.850	59			
FLAVOR	Between Groups	.017	1	.017	.010	.920
	Within Groups	95.233	58	1.642		
	Total	95.250	59			
TEXTURE	Between Groups	19.267	1	19.267	11.272	.001
	Within Groups	99.133	58	1.709		
	Total	118.400	59			
OVERALL	Between Groups	6.017	1	6.017	7.245	.009
	Within Groups	48.167	58	.830		
	Total	54.183	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบของสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
COLOR	Control	30	5.33	1.061	.194	4.94	5.73	4	7
	Sample	30	4.53	1.889	.345	3.83	5.24	1	7
	Total	60	4.93	1.572	.203	4.53	5.34	1	7
APPEARAN	Control	30	4.97	1.217	.222	4.51	5.42	3	7
	Sample	30	4.30	1.466	.268	3.75	4.85	2	7
	Total	60	4.63	1.377	.178	4.28	4.99	2	7
ODOR	Control	30	4.90	1.398	.255	4.38	5.42	2	7
	Sample	30	4.90	1.242	.227	4.44	5.36	2	7
	Total	60	4.90	1.311	.169	4.56	5.24	2	7
FLAVOR	Control	30	5.20	.961	.176	4.84	5.56	3	7
	Sample	30	5.17	1.416	.259	4.64	5.70	1	7
	Total	60	5.18	1.200	.155	4.87	5.49	1	7
TEXTURE	Control	30	5.43	1.305	.238	4.95	5.92	2	7
	Sample	30	4.73	1.337	.244	4.23	5.23	2	7
	Total	60	5.08	1.357	.175	4.73	5.43	2	7
OVERALL	Control	30	5.23	1.006	.184	4.86	5.61	3	7
	Sample	30	5.17	1.177	.215	4.73	5.61	3	7
	Total	60	5.20	1.086	.140	4.92	5.48	3	7

หมายเหตุ : Control หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ไม่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร

Sample หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เติมผงจากเปลือกแก้วมังกร

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	9.600	1	9.600	4.090	.048
	Within Groups	136.133	58	2.347		
	Total	145.733	59			
APPEARAN	Between Groups	6.667	1	6.667	3.673	.060
	Within Groups	105.267	58	1.815		
	Total	111.933	59			
ODOR	Between Groups	.000	1	.000	.000	1.000
	Within Groups	101.400	58	1.748		
	Total	101.400	59			
FLAVOR	Between Groups	.017	1	.017	.011	.915
	Within Groups	84.967	58	1.465		
	Total	84.983	59			
TEXTURE	Between Groups	7.350	1	7.350	4.211	.045
	Within Groups	101.233	58	1.745		
	Total	108.583	59			
OVERALL	Between Groups	.067	1	.067	.056	.814
	Within Groups	69.533	58	1.199		
	Total	69.600	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบของสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
COLOR	Control	30	4.60	1.404	.256	4.08	5.12	2	7
	Sample	30	5.57	1.104	.202	5.15	5.98	3	7
	Total	60	5.08	1.344	.174	4.74	5.43	2	7
APPEARAN	Control	30	5.27	1.048	.191	4.88	5.66	4	7
	Sample	30	4.67	1.061	.194	4.27	5.06	3	6
	Total	60	4.97	1.089	.141	4.69	5.25	3	7
ODOR	Control	30	5.03	1.273	.232	4.56	5.51	2	7
	Sample	30	4.60	1.276	.233	4.12	5.08	2	7
	Total	60	4.82	1.282	.166	4.49	5.15	2	7
FLAVOR	Control	30	5.00	1.339	.244	4.50	5.50	1	7
	Sample	30	4.50	1.503	.274	3.94	5.06	1	7
	Total	60	4.75	1.434	.185	4.38	5.12	1	7
TEXTURE	Control	30	5.23	.898	.164	4.90	5.57	3	7
	Sample	30	4.67	1.539	.281	4.09	5.24	2	7
	Total	60	4.95	1.281	.165	4.62	5.28	2	7
OVERALL	Control	30	5.27	1.015	.185	4.89	5.65	3	7
	Sample	30	4.90	1.062	.194	4.50	5.30	3	7
	Total	60	5.08	1.046	.135	4.81	5.35	3	7

หมายเหตุ : Control หมายถึง ผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิที่เติมสีผสมอาหาร

Sample หมายถึง ผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิที่เติมสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	14.017	1	14.017	8.782	.004
	Within Groups	92.567	58	1.596		
	Total	106.583	59			
APPEARAN	Between Groups	5.400	1	5.400	4.853	.032
	Within Groups	64.533	58	1.113		
	Total	69.933	59			
ODOR	Between Groups	2.817	1	2.817	1.735	.193
	Within Groups	94.167	58	1.624		
	Total	96.983	59			
FLAVOR	Between Groups	3.750	1	3.750	1.851	.179
	Within Groups	117.500	58	2.026		
	Total	121.250	59			
TEXTURE	Between Groups	4.817	1	4.817	3.035	.087
	Within Groups	92.033	58	1.587		
	Total	96.850	59			
OVERALL	Between Groups	2.017	1	2.017	1.869	.177
	Within Groups	62.567	58	1.079		
	Total	64.583	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 7-point-Hedonic scale

ชื่อ.....

ผลิตภัณฑ์.....

คำแนะนำ

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่มีรหัสกำกับ กรุณาชิมตัวอย่างและประเมินผลโดยพิจารณาถึง 5 ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แล้วให้คะแนนความชอบ โดยวงกลมล้อมรอบ พร้อมทั้งระบุรหัสตัวอย่าง

1) สี

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

2) ลักษณะปรากฏ

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

3) กลิ่นรส

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

4) รสชาติ

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

5) เนื้อสัมผัส

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

6) การยอมรับโดยรวม

1 2 3 4 5 6 7
 ไม่ชอบที่สุด ไม่ชอบปานกลาง ไม่ชอบเล็กน้อย เฉยๆ ชอบเล็กน้อย ชอบปานกลาง ชอบมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ความคงตัวของรงควัตถุบด้าไชยานินในผลิตภัณฑ์ขนมต่างๆ

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าการวัดสีในระบบ CIE hunter (L*, a*, b*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด(ΔH) โดยใช้วันที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ ในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

- ที่อุณหภูมิตั้ง 4 องศาเซลเซียส

วันที่	L*	a*	b*	ΔH
1	61.14	13.54	0.95	0.00
2	59.85	13.90	0.65	6.00
3	57.37	13.40	0.70	10.35
4	57.50	13.31	0.69	9.40
5	58.33	13.88	0.67	8.32
6	57.57	13.94	0.64	7.77
7	57.36	13.97	0.60	8.74
8	57.46	13.99	0.60	12.61
9	56.99	15.95	0.41	7.54
10	57.16	14.41	0.59	9.24
11	58.30	15.87	0.49	5.54
12	58.12	16.11	0.51	5.54
13	57.26	16.32	0.51	5.65
14	57.23	16.46	0.48	4.97

- ที่อุณหภูมิตั้ง

วันที่	L*	a*	b*	ΔH
1	61.14	13.54	0.95	0.00
2	52.05	11.53	0.71	9.54
3	54.31	11.78	0.75	7.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าการวัดสีในระบบ CIE hunter (L^* , a^* , b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด(ΔH) โดยใช้วันที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ ในผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย - ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	L^*	a^*	b^*	ΔH
1	84.01	4.43	21.78	0.00
2	80.88	4.11	21.03	3.36
3	84.35	3.24	21.14	3.22
4	82.40	3.58	21.62	5.33
5	83.95	3.51	20.49	2.80
6	84.66	3.86	19.35	3.60
7	86.33	3.79	20.50	3.22
8	83.66	4.34	20.74	1.55
9	83.98	3.01	21.77	3.90
10	84.02	1.92	21.12	6.89
11	83.96	1.07	20.97	9.33
12	83.73	1.00	22.30	9.58
13	84.45	0.84	22.53	10.08
14	85.81	3.42	21.22	3.26

- ที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	L^*	a^*	b^*	ΔH
1	84.01	4.43	21.78	0.00
2	82.12	4.40	20.76	2.42
3	84.67	3.50	20.81	2.72
4	83.73	3.60	20.68	2.49
5	85.19	2.82	21.18	4.53
6	84.60	2.42	21.64	5.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการวัดสีในระบบ CIE hunter (L^* , a^* , b^*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด(ΔH) โดยใช้วันที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	L^*	a^*	b^*	ΔH
1	66.11	1.92	22.17	0.00
2	69.00	2.91	28.36	9.35
3	64.76	1.68	23.80	2.81
4	65.65	1.95	23.86	2.44
5	66.79	2.04	23.77	2.36
6	68.57	1.77	26.79	7.06
7	68.32	1.98	23.78	3.17
8	69.65	1.32	23.23	4.22
9	68.77	2.28	23.94	3.72
10	63.99	1.64	24.22	3.75
11	66.10	2.31	23.96	2.65
12	64.58	2.60	24.28	3.65
13	65.17	2.37	24.06	2.98
14	69.87	1.79	23.22	4.05

- ที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	L^*	a^*	b^*	ΔH
1	66.11	1.92	22.17	0.00
2	66.61	2.69	22.10	2.19
3	66.37	2.18	25.63	4.91
4	63.59	2.26	24.21	3.87
5	62.60	2.27	24.08	4.47
6	63.99	2.59	24.14	3.78
7	64.25	2.49	23.82	3.24
8	66.85	2.28	23.26	1.89
9	62.67	2.50	23.26	4.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	L*	a*	b*	ΔH
10	64.09	1.91	24.35	3.70
11	63.72	1.56	23.91	3.64
12	63.41	1.95	24.74	4.54
13	64.63	1.44	20.24	3.28

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าการวัดสีในระบบ CIE hunter (L*, a*, b*) และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด(ΔH) โดยใช้วันที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ ในผลิตภัณฑ์วุ้นกะทิ

- ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วันที่	L*	a*	b*	ΔH
1	74.18	13.60	1.43	0.00
2	85.12	9.57	2.48	14.99
3	75.06	8.10	2.66	14.40
4	80.67	8.19	3.13	17.96
5	82.06	7.90	2.90	18.06
6	83.74	7.69	3.49	22.28
7	83.48	7.88	3.50	21.73
8	82.36	8.30	3.51	20.21
9	82.94	8.27	3.70	21.44
10	76.81	7.76	4.20	24.02
11	79.29	7.81	3.57	20.85
12	83.65	7.06	4.18	27.87
13	79.60	7.08	4.14	26.47
14	83.92	6.30	5.07	35.66

- ที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	L*	a*	b*	ΔH
1	74.18	13.60	1.43	0.00
2	85.46	8.61	7.39	37.34
3	76.48	5.82	4.19	31.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า ΔH

$$\text{จากสูตร } \Delta H = \sqrt{\Delta E^{*2} + \Delta h^{*2} + \Delta C^{*2}}$$

เมื่อ ค่า Color difference

$$\Delta E^{*ab} = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

ค่า hue angle

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1}(b/a)$$

$$\Delta h = h_{\text{sample}} - h_{\text{standard}}$$

ค่า Chroma difference

$$\Delta C^{*ab} = C^*_{\text{sample}} - C^*_{\text{standard}}$$

แทนค่า (ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่อุณหภูมิตั้งที่ 4 องศาเซลเซียส วันที่ 2 โดยใช้วันที่ 1 เป็นตัวเปรียบเทียบ)

$$\Delta L^* = 59.85 - 61.14$$

$$= -1.29$$

$$\Delta a^* = 13.90 - 13.54$$

$$= 0.36$$

$$\Delta b^* = 0.65 - 0.95$$

$$= -0.30$$

$$\Delta E^{*ab} = \sqrt{(-1.29)^2 + 0.36^2 + (-0.30)^2}$$

$$= 1.37$$

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1}(0.65/13.90)$$

$$= 2.66$$

$$\Delta h = 2.66 - 4.00$$

$$= -1.34$$

$$\Delta C^{*ab} = 13.91 - 13.57$$

$$= 0.34$$

$$\Delta H = \sqrt{1.37^2 + (-1.34)^2 + 0.34^2}$$

$$= 1.95$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

36

นางสาวพุดผิพร สุทธิอัมพร เกิดเมื่อวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2527 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 242/1 ถนนเฉลิม
จอมพล ตำบลศรีราชา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ปีพ.ศ. 2548 สำเร็จการศึกษาปริญญา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวภาวิดา เชิญถนอมวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ. 2526 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 101 หมู่ 2 ถนน
สุขาภิบาล ตำบลนาบอน อำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช 80220 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษา
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนโพธิสารพิทยากร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีพ.ศ. 2548 สำร
เร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้